

SNKP 2015

Seminar Nasional Kimia Dan Pembelajarannya

*“Riset Kimia & Pembelajarannya
Bersinergi Membangun Negeri”*

PROSIDING

31 Oktober 2015
AULA FMIPA,
Universitas Negeri Malang

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya

ISBN 978-602-96714-0-7

ORGANIZED BY:



SUPPORTED BY: SNKP 2015



SNKP 2015

**Seminar Nasional Kimia dan
Pembelajarannya**

***“Riset Kimia dan Pembelajarannya
Bersinergi Membangun Negeri”***

PROSIDING

31 Oktober 2015

AULA FMIPA

Universitas Negeri Malang

ISBN 978-602-96714-0-7

ORGANIZED BY:



um
The Learning
University



SUPPORTED BY:



BNI



**Bank
BTN**



Organisasi Kegiatan

Ketua : Dr. Sumari, M.Si.

Sekretaris : Dr. Nazriati, M.Si.

Bendahara : M. Muchson, S.Pd, M.Pd.

Scientific Committee :

Prof. H. Suhadi, M.A, Ph.D
Prof. Sri Rahayu, M.Ed., Ph.D
Dr. Endang Budiasih, M.S

Prof. H. Effendy, M.Pd., Ph.D
Prof. Dr. H. Subandi, M.Si.
Dr. Fariati, M.Sc.
Dr. Hj. Fauziatul Fajaroh, M.S
Dra. Surjani Wonorahardjo, Ph.D
Dr. Siti Marfuah, M.S

Website : <http://www.kimia.um.ac.id>

Tim Abstrak dan Prosiding:

Dr. H. Yahmin, M.Si
Oktavia Sulistina, S.Pd, M.Pd.
M. Lukman Buchori, S.Pd



Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

“Riset Kimia dan Pembelajarannya Bersinergi Membangun Negeri”

Seminar Nasional ini dilaksanakan di Aula FMIPA Universitas Negeri Malang pada 31 Oktober 2015 dengan narasumber:

Prof. Drs. Effendy, M.Pd., Ph. D (Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang)

Kontribusi Pembelajaran Kimia yang Mendasar dalam Menciptakan Generasi Emas

Prof. Bambang Kuswandi, Ph.D (Jurusan Farmasi, Universitas Negeri)

Pengembangan Topik dan Aplikasi dalam Riset Sensor Kimia & Biosensor Menggunakan Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek

Prof. Dr. Leny Yuanita, M.Kes (Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya)

Mekanisme Hipokolesterolemik FOS-Inulin Umbi Yakon: Variasi Lama Perebusan

ISBN: 978-602-96714-0-7

Hak Cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku ini ke dalam bentuk apapun, secara elektronik maupun mekanis, termasuk fotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit. Undang-undang Nomor 19 Tahun 2000 tentang Hak Cipta, Bab XII Ketentuan Pidana, Pasal 72, Ayat (1), (2), dan (6).

Kata Pengantar

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas terselenggaranya kegiatan Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang. Seminar ini merupakan kegiatan tahunan Jurusan Kimia UM dimana pada tahun ini diberi nama SNKP 2015 yang merupakan SNKP kedua kalinya yang diselenggarakan. Tema seminar kali ini adalah *“Riset Kimia dan Pembelajarannya Bersinergi Membangun Negeri”* yang dimaksudkan untuk menyongsong era globalisasi yang salah satunya adalah MEA (Masyarakat Ekonomi ASEAN).

MEA yang segera diberlakukan pada akhir tahun 2015 ini menimbulkan keraguan banyak pihak terhadap kesiapan daya saing SDM Indonesia. Oleh karena itu, melalui seminar SNKP 2015 ini diharapkan mampu menjawab sebagian tantangan tersebut. Di dalam seminar ini kita diharapkan dapat duduk bersama berdiskusi dan sharing ilmu guna membangun masa depan bangsa yang lebih baik.

Pada Seminar SNKP 2015 ini diikuti oleh sekitar 320 peserta dan dipresentasikan 73 makalah yang terdiri dari bidang kajian Kimia dan bidang kajian Pendidikan Kimia. Makalah-makalah tersebut berasal dari beberapa perguruan tinggi di Indonesia antara lain Universitas Syiah Kuala Teuku Nyak Arief Aceh, Universitas Palangkaraya, Politeknik Bandung, Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim, Universitas Negeri Surabaya, Universitas Negeri Jember, dan Universitas Negeri Malang, serta berbagai SMA/MA di Jawa Timur.

Di samping itu untuk menambah kekinian wawasan ilmu kimia dan pembelajarannya kepada para peserta seminar secara lebih komprehensif, kami mengundang narasumber utama yaitu:

1. Ibu Prof. Dr. Leny Yuanita, M.Kes, ahli bioteknologi dari Jurusan Kimia Universitas Negeri Surabaya, dengan judul makalah *“Mekanisme Hipokolesterolemik FOS-Inulin Umbi Yakon: Variasi Lama Perebusan”*
2. Bapak Prof. Bambang Kuswandi, Ph.D, ahli sensor dari Jurusan Farmasi Universitas Negeri Jember yang juga merupakan Visiting Profesor di Universiti Sains Islam Malaysia, dengan judul makalah *“Pengembangan Topik dan Aplikasi dalam Riset Sensor Kimia & Biosensor Menggunakan Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek”*
3. Bapak Prof. Drs. Effendy, M.Pd., Ph.D, Ahli Kristalografi dan ahli Pendidikan Kimia dari Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang, dengan judul makalah *“Kontribusi Pembelajaran Kimia yang Mendasar dalam Menciptakan Generasi Emas”*.

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak dan Ibu peserta seminar atas partisipasinya khususnya kepada para narasumber, semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua terutama dalam upaya merumuskan konsep peningkatan sains dan teknologi demi masa depan generasi penerus. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para sponsor yaitu Bank BNI, Bank BTN, dan produsen minuman

Cheers yang mendukung acara ini. Semoga kerjasama ini dapat berlanjut di masa yang akan datang.

Secara khusus kami secara tulus menghaturkan terima kasih kepada Rektor yang dalam hal ini diwakili Rektor IV, Bapak Drs. I Wayan Dasna, M.Si, M.Ed, Ph.D, yang memberikan arahan dan membuka secara resmi kegiatan seminar SNKP 2015 di Jurusan Kimia FMIPA UM. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada Dekan FMIPA, WD I, WD II, dan WD III dan para Tendik FMIPA yang memberikan dukungan dan turut membantu pelaksanaan seminar. Terakhir, kami mengucapkan terima kasih yang sedalam dalamnya kepada seluruh panitia dan semua pihak yang belum disebutkan yang turut menyukseskan acara seminar ini.

Akhir kata, kami atas nama seluruh panitia pelaksana Seminar Nasional SNKP 2015 mohon maaf yang sebesar-besarnya jika selama persiapan sampai dengan penyelenggaraan seminar terdapat hal-hal yang kurang berkenan.

Malang, 31 Oktober 2015

Ketua Panitia,

Dr. Sumari, M.Si

DARTAR ISI

Pembicara Utama

PENGEMBANGAN TOPIK DAN APLIKASI DALAM RISET SENSOR KIMIA & BIOSENSOR MENGGUNAKAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK	13
Bambang Kuswandi	
MEKANISME HIPOKOLESTEROLEMIK FOS-INULIN UMBI YAKON: VARIASI LAMA PEREBUSAN	28
Leny Yuanita	
KONTRIBUSI PEMBELAJARAN KIMIA YANG MENDASAR DALAM MENCIPTAKAN GENERASI EMAS	37
Effendy	

Pemakalah Paralel

Bidang Pendidikan Kimia

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA-KIMIA SMP BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN SIKLUS BELAJAR (LEARNING CYCLE) BERDASARKAN KURIKULUM 2013 DAN IMPLEMENTASINYA DALAM PEMBELAJARAN	39
Parlan, I Wayan Dasna	
PENGEMBANGAN MODEL LEMBAR KERJA SISWA DENGAN ALUR PENALARAN INDUKTIF UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA KELAS X SMA SEMESTER 1	51
Abudarin, Sri Wahyutami	
DESAIN MODEL PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN ARGUMENTASI DAN PEMAHAMAN KONSEP IPA SISWA SMP	59
Rini Nafsiati Astuti, Suyono, Mohamand Nur	
PENGEMBANGAN BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM IPA KIMIA SMP/MTs KELAS VII BERBASIS INKUIRI TERBIMBING	67
Amalia Cahyarini, Dermawan Afandy, Muntholib	
PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KIMIA BERDASARKAN PERSEPSI KONSEP SUKAR DAN KESALAHAN KONSEP PADA MATERI LARUTAN BUFFER DENGAN BASIS MODEL DAUR BELAJAR 3 FASE UNTUK MATAKULIAH KIMIA DASAR II	73
Yusrotul Nisa Ansori, Suhadi Ibnu, Fariati	
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MENGGUNAKAN PENDEKATAN SAINTIFIK UNTUK MENGEKSPLOITIRKAN HAKIKAT SAINS (NOS) DAN BERPIKIR KRITIS PADA MATERI IKATAN KIMIA DAN GAYA ANTARMOLEKUL	87
Ivan Ashif Ardhana, Sri Rahayu, Prayitno	
PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS LEARNING CYCLE 5 FASE BERBANTUAN CD VIDEO ANIMASI PEMBELAJARAN PADA MATERI ELEKTROKIMIA UNTUK SMA KELAS XII	95
Nur Annidaul Muslimah, Dedek Sukarianingsih, Endang Budiasih	
PENGEMBANGAN DAN UJI EFEKTIVITAS MODUL KONSEP ASAM BASA BERORIENTASI KETERAMPILAN GENERIK SAINS	105
Deklin Frantius, I Wayan Dasna, Fariati	

PERBEDAAN HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR SISWA MATERI HIDROLISIS GARAM PADA PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 5E DAN LEARNING CYCLE 5E-NUMBERED HEADS TOGETHER BAGI SISWA KELAS XI SMA NEGERI 5 MALANG	116
Rachmasari Putri Anggini, Endang Budiasih, Evi Susanti	
PENERAPAN PENDEKATAN SAINTIFIK PADA PEMBELAJARAN KIMIA ANORGANIK DI SEKOLAH	131
I Wayan Dasna	
PENGARUH PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 5E DIPADU DENGAN BLENDED LEARNING TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF MATERI REDOKS SISWA KELAS X SMA	143
Anggun Winata, Surjani Wonorahardjo, Endang Budiasih	
PENGARUH REPRESENTASI MIKROSKOPIK TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP IKATAN KIMIA DALAM PEMBELAJARAN INKUIRY TERBIMBING	150
Hendrawani, Subandi, Fauziatul Fajaroh	
PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN LEARNING CYCLE 5E MENGGUNAKAN REAL LABORATORY DAN VIRTUAL LABORATORY TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP PESERTA DIDIK DENGAN KEMAMPUAN AWAL BERBEDA PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA	156
Mawadatur Rohmah, Suhadi Ibnu, Endang Budiasih	
KETERLAKSANAAN COMMUNITY OF INQUIRY (COI) PESERTA DIDIK MELALUI STRATEGI BLENDED LEARNING PADA MATERI KIMIA ANALISIS KUANTITATIF	172
Mohammad Alex Firdaus, Surjani Wonorahardjo, Munzil	
PERBEDAAN HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR MATERI LARUTAN ELEKTROLIT-NON ELEKTROLIT ANTARA SISWA YANG DIBELAJARKAN DENGAN MODEL PEMBELAJARAN <i>LEARNING CYCLE 5E</i> DAN <i>LEARNING CYCLE 5E-THINK TALK WRITE</i> (TTW) PADA SISWA KELAS X SMA NEGERI 2 BATU	182
Neni Triwidayanti, Endang Budiasih, Dedek Sukarianingsih	
PENGARUH METODE INKUIRI TERBIMBING DAN PROBLEM SOLVING SERTA KEMAMPUAN BERFIKIR ILMIAH TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN	194
Rendy Priyasmika, Subandi, Aman Santoso	
PENGARUH MULTI REPRESENTASI PADA METODE INKUIRI TERBIMBING TERHADAP KEMAMPUAN KOGNITIF TINGKAT TINGGI SISWA PADA MATERI KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN	206
Rizki Nur Analita, I Wayan Dasna, Aman Santoso	
KOMBINASI METODE PEMBELAJARAN BERMEDIA UTS (ULAR TANGGA SENYAWA) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR TATA NAMA SENYAWA KIMIA KELAS X SMA	216
Bahtiar Kholili	
UPAYA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI REAKSI REDOKS DAN ELEKTROKIMIA MELALUI METODE TERPADU DI MAN TAMBAKBERAS JOMBANG	224
Sigit Budi Purwoko	
<i>SOCIAL PRESENCE</i> DALAM PEMBELAJARAN KOOPERATIF STAD DIPADU DENGAN	236

**BLENDLED LEARNING MATA KULIAH ANALISIS INSTRUMEN MATERI
SPEKTROSKOPI MASSA**

Donna Novita Sari, Surjani Wonorahardjo, Sri Rahayu

KAJIAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM PADA MATERI KIMIA DI SMA 249

Fitria Rizkiana, I Wayan Dasna, Siti Marfuah

**PENGARUH PENERAPAN STRATEGI PROBLEM POSING DIPADUKAN DENGAN
BLENDLED LEARNING TERHADAP HASIL BELAJAR DAN PERSEPSI SISWA KELAS XI
IA SMA NEGERI 8 MALANG PADA MATERI KESETIMBANGAN KELARUTAN** 260

Meiliyah Ulfa, Surjani Wonorahardjo, Sri Rahayu

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN COLLABORATIVE GUIDED INQUIRY PADA
SUBMATERI LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT TERHADAP
PRESTASI BELAJAR SISWA KELAS X DI SMA BRAWIJAYA SMART SCHOOL** 273

Vella Nadya, Dedek Sukarianingsih, Siti Marfuah

**KETERLAKSANAAN PROSES SAINS DALAM PEMBELAJARAN KIMIA DI SMAN
MALANG KOTA** 282

Darsono Sigit, Oktavia Sulistina, M. Shodiq Ibnu

**ANALISIS EFEKTIVITAS PELAKSANAAN PELATIHAN IMPLEMENTASI
KURIKULUM 2013 UNTUK GURU SD, SMP, DAN SMA DI PROVINSI ACEH** 288

M. Hasan

**PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS KURIKULUM 2013: SUATU ALTERNATIF
DISAIN MEMBELAJARKAN KOMPETENSI DASAR 3.2 DAN 4.2** 299

Syahril

**IDENTIFIKASI KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL-SOAL
STOIKIOMETRI MENGGUNAKAN ANALISIS LANGKAH PENYELESAIAN SOAL** 312

Fitriana Rizqi Amalia, Muntholib, Yahmin

STUDI MOTIVASI BELAJAR BERDASARKAN KEMAMPUAN AWAL 321

Herlina Apriani, Sрни Murtinah Iskandar, Yahmin

**IDENTIFIKASI PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN ALGORITMIK SERTA FAKTOR-
FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KESULITAN BELAJAR SISWA KELAS XI IPA
SMAN 10 MALANG PADA MATERI HIDROLISIS GARAM** 333

Ikhwanto, Dedek Sukarianingsih, Siti Marfu'ah

**IDENTIFIKASI PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMA NEGERI SE-KOTA MALANG
PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA MENGGUNAKAN INSTRUMEN
DIAGNOSTIK TWO-TIER** 344

Mar'atus Solihah, Habiddin, Sri Rahayu

**IDENTIFIKASI KESALAHAN KONSEP STOIKIOMETRI SISWA MENGGUNAKAN
TWO-TIER MULTIPLE CHOICE DIAGNOSTIC INSTRUMENT** 354

Marisa Lidia Anggarwati, Muntholib, Eli Hendrik Sanjaya

**HUBUNGAN SELF DIRECTED LEARNING DENGAN HASIL BELAJAR PADA
PEMBELAJARAN KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI SETS BERBANTUAN
BLENDLED LEARNING** 362

Renda Surpratimi, Sрни M Iskandar, Munzil

**KONSEPSI SISWA KELAS X SMA NEGERI 1 MALANG TENTANG REAKSI KIMIA
DENGAN PENDEKATAN FENOMENOGRAFI** 368

Yunilia Nur Pratiwi, Sri Rahayu, Prayitno

PENGARUH PENERAPAN PROJECT BASE LEARNING PADA PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AUDIO VISUAL TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN MENJELASKAN MATERI KIMIA SMA	384
Munzil	
MEMBEDAKAN SALAH KONSEP DAN TIDAK PAHAM KONSEP	394
Sri Winarni	
CARA SEDERHANA MENGIDENTIFIKASI BAHAN KIMIA YANG TAK-DIKENALI DI LABORATORIUM KIMIA (SIMPLE METHODS OF IDENTIFYING UNKNOWN CHEMICALS IN CHEMISTRY LABORATORY)	402
Sutrisno	
PENGARUH PBL BERBANTUAN MULTIMEDIA INTERAKTIF DAN PENGETAHUAN AWAL TERHADAP HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR PADA MATERI LAJU REAKSI	413
Solihah, Suhadi Ibnu, I Wayan Dasna	
PENGARUH PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH (PBM) TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA DENGAN PENGETAHUAN PROSES ILMIAH BERBEDA UNTUK PEMBELAJARAN DI SMK	423
Sri Hidayati, Suhadi Ibnu, Fauziatul Fajaroh	
ANALISIS MODEL MENTAL MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA DALAM MEMAHAMI REAKSI PEMBAKARAN HIDROKARBON DITINJAU DARI PENGETAHUAN AWAL YANG BERBEDA	436
Supriadi, Suhadi Ibnu, Yahmin	
PERBEDAAN HASIL BELAJAR ALGORITMIK DAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI PADA PEMBELAJARAN STOIKIOMETRI DENGAN MODEL SEARCH, SOLVE, CREATE AND SHARE (SSCS) ANTARA SISWA YANG BELAJAR DENGAN DAN TANPA STRATEGI METAKOGNITIF	449
M. Wildan, Subandi, dan Siti Marfu'ah	
STUDY TENTANG COGNITIVE DISSONANCE PADA PEMBELAJARAN KIMIA	458
Hayuni Retno Widarti, Anna Permanasari, Sri Mulyani	

Bidang Kimia

DESKRIPSI KESTABILAN STRUKTUR SENYAWA HETEROLEPTIK HIPERVALEN POSPOR PENTAHALIDA	467
Yahmin, Mohammad Sodik Ibnu, Muhammad Su'aidy, Muhadi	
SINTESIS METIL ESTER DARI MINYAK SAWIT OFF GRADE DENGAN KATALIS HETEROGEN SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN	474
Aman Santoso, Hayuni Retno, Mahmudi	
STUDI PEWARNA KERAMIK BERBASIS OKSIDA LOGAM MnO_2-Fe_2O_3 DENGAN ATAU TANPA KALSINASI	487
Sumari, Zeni Chumidawati	
ANALISIS KADAR TIMBAL (Pb) PADA BEBERAPA JENIS SAYURAN YANG DITANAM DI DAERAH PADAT LALU LINTAS	497
Safi'isrofiyah, Tri Yunita Maharani, Dyah Wijayanti, Sumari	
UJI POTENSI SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF PADA BUAH - BUAHAN	505

LOKAL DAN PEMANFAATANNYA PADA PRAKTIKUM ELEKTROKIMIA

Anjamputra A. Embisa, Kholifia Indra Rahmawati, Yuski Sudana

PEMBUATAN SILIKA DARI ABU SISA PEMBAKARAN BATU BATA DAN APLIKASINYA PADA PEMURNIAN ETANOL 514

Baiq Fara D. Sofia, Sunniarti Ariani, Putu Rizky Febrilia

PEMBUATAN KERTAS INDIKATOR ALAMI 520

Heru E. Manafe, Muhammad Ali Kurniawan, Noni Asmarisa, Sumari

STUDI KADAR ALUMINIUM (Al), BESI (Fe), MANGAN (Mn), ION NITRAT (NO₃⁻), ION NITRIT (NO₂⁻), KESADAHAN (CaCO₃), ION KLOORIDA (Cl⁻), DAN pH DALAM AIR MINUM ISI ULANG DI SEKITAR KAMPUS UNIVERSITAS NEGERI MALANG 528

Okky Krisdiantoro, Bayu Bramasta Giri, Budi Riani, Sumari

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KARAKTER NANOPARTIKEL γ -Fe₂O₃ PADA SINTESIS SECARA ELEKTROKIMIA 534

Fauziatul Fajaroh*, I Wayan Dasna

UJI EFEKTIVITAS KURKUMIN FAMILY *ZINGIBERACEAE* SEBAGAI INDIKATOR ALAMI IDENTIFIKASI BORAKS 545

Agtri Wulandari, Dayu Ardhiyatmita Nur R., Nur Hikmah, Sumari

OPTIMASI PEMURNIAN ENZIM PROTEASE ALKALI *Bacillus brevis* MENGGUNAKAN METODE FRAKSINASI AMONIUM SULFAT 555

Apriana Wike N.M, Suharti

UJI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DAYA BASMI BUBUK BIJI PEPAYA VARIETAS THAILAND, BIJI PEPAYA VARIETAS CALIFORNIA DAN BIJI PARE TERHADAP JENTIK NYAMUK 564

Arvinda C Lalang, Herlina Apriani, Lukmanul Hakim, Sumari

EFEKTIVITAS DAUN SELEDRI (*APIUM GRAVEOLENS L.*) SEBAGAI ANTIBAKTERI TERHADAP KETAHANAN TAHU 571

Eris Ratnawati, Noor Fathi M, Yessita Puspaningrum, Halimah Mustika N, Sumari

OPTIMASI PEMURNIAN PROTEASE ALKALI DARI *BACILLUS BREVIS* MENGGUNAKAN METODE FRAKSINASI ETANOL 577

Wahidatul Ainia Rosyai, Suharti, Eli Hendrik Sanjaya

IDENTIFIKASI ISOLAT INDIGEN PENGHASIL ALKALINE PROTEASE YANG DIISOLASI DARI LIMBAH PENYAMAKAN KULIT MENGGUNAKAN SEKEUN 16S rRNA 584

Suharti

STUDI KANDUNGAN EKSTRAK DAUN BINAHONG (*Anredera Cordifolia* (Ten.) Steeins) DENGAN MENGGUNAKAN BERBAGAI PELARUT METANOL, ETANOL, DAN N-HEXANE 592

Ayu Ratna Permanasari

STUDI KANDUNGAN VITAMIN C PADA MINUMAN SEGAR DARI DAUN MURBEI DENGAN ATAU TANPA KARBONASI 600

Diah Purwaningtyas, Ambar Retnoningrum, Rima Dhian Pratiwi, Sumari

PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK BAWANG MERAH (*Allium Ascalonicum*) TERHADAP BILANGAN PEROKSIDA DAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS MINYAK GORENG CURAH 610

Erma Yulianingtyas, Roushandy Asri F., Vinda Cory I., dan Sumari

ANALISIS KANDUNGAN ZAT PEWARNA SINTETIK PADA JAJANAN ANAK SEKOLAH DI KOTA MALANG DENGAN METODE KROMATOGRAFI KERTAS DAN SPOT TEST	617
Ika Budi Yulastini, Moh. Abd. Majid, Ali Amirul M, Sumari	
EKSTRAKSI TERPENOID DARI DAUN MIMBA UNTUK ISI ULANG INSEKTISIDA ELEKTRIK	627
Musya'idah, Ragil Sugeng Dewantoro, Sumari	
UJI KUALITATIF KANDUNGAN FLAVONOID DAN VITAMIN C PADA DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) DAN APLIKASINYA SEBAGAI PERMEN JELLY	633
Billy A. Kalay, Nuryana Wahyuning Sari, Ririn Andini, Urwatil Wutqo Amry, Sumari	
STUDI KANDUNGAN VITAMIN C DAN FLAVONOID PADA BAWANG PUTIH UMBI TUNGGAL DAN BAWANG PUTIH UMBI BANYAK	638
Mawaddah Muhlis, Qory Laila Rusda, Wulan Ratia Ratulangi, Sumari	
SKRINING FITOKIMIA EKSTRAK ETANOL 96% DAUN KENITU (<i>Chrysophyllum cainito</i> L)	646
Taufan Hadi Susanto, Wiwik Widodo, Hanie Vidya Christie, Sumari	
Efektivitas Pengolahan Lindi dengan Instalasi ABR Terhadap Kualitas Lindi TPA Tlekung	652
Irma Kartika Kusumaningrum, Anugrah Ricky Wijaya, Neena Zakia, Yudhi Utomo, Munzil Arief	

**ABSTRAK DAN MAKALAH
PEMBICARA UTAMA**

PENGEMBANGAN TOPIK DAN APLIKASI DALAM RISET SENSOR KIMIA & BIOSENSOR MENGGUNAKAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK

Bambang Kuswandi

Chemo and Biosensors Group, Faculty of Pharmacy, University of Jember
Jl. Kalimantan 37, Jember, 68121, Indonesia

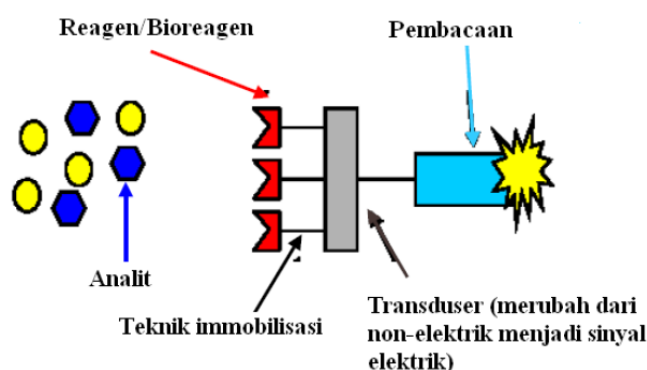
ABSTRAK

Riset dalam bidang sensor kimia dan biosensor adalah riset yang memfokuskan dalam pengembangan (desain, konstruksi, karakterisasi dan aplikasi) piranti/devais sensor yang menggunakan prinsip reaksi kimia atau biokimia yang digabungkan dengan beragam transduser dalam sistemnya. Sedangkan aplikasinya dapat digunakan untuk beragam keperluan yang memerlukan analisis kimia dan biokimia dalam kehidupan sehari-hari. Makalah ini mencoba untuk dapat memperkenalkan dan memberikan masukan serta sumbangan pemikiran pada pengembangan topik-topik riset sensor kimia dan biosensor serta aplikasinya pada berbagai bidang kehidupan, yaitu dalam bidang lingkungan, kesehatan, farmasi dan pangan serta lainnya melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PBL/Project Based Learning). PBL sangat sesuai digunakan dalam riset ini, mengingat PBL merupakan model pembelajaran innovative, yang memusatkan pada konsep dan prinsip dari suatu disiplin ilmu, yang melibatkan mahasiswa/siswa pada investigasi penyelesaian masalah (problem-solving) yang terkait dengan kehidupan riil. Sehingga memungkinkan mahasiswa/siswa untuk bekerja secara mandiri untuk mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri melalui inkuiri dan keterampilan pada proyek yang realistis tentang pengembangan sensor kimia dan biosensor serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Kata kunci: Sensor Kimia, Biosensor, Aplikasi, Riset, Pembelajaran Berbasis Proyek.

PENGANTAR

Sensor kimia dan biosensor adalah piranti/devais pensensoran yang menggunakan prinsip reaksi kimia atau biokimia dalam mendeteksi analit yang digabungkan dengan beragam transduser dalam sistemnya dan digunakan untuk beragam keperluan analisis. Oleh karenanya, sensor kimia dan biosensor merupakan sistem analitik terintegrasi, dimana reaksi kimia dan biokimia dapat diukur berdasarkan interaksi antara analit dengan reagen/bioreagen tersebut melalui sebuah konversi, misalnya konversi menjadi sinyal elektrik yang dapat dibaca dengan mudah (Kuswandi, 2010^a; Kuswandi, 2010^b). Dalam sistem ini transduksi optik dan elektrokimia biasa digunakan dalam sistem deteksinya, disamping transduksi lainnya misalnya massa dan panas (Gambar 1). Sedangkan dalam sistem sensornya, immobilisasi reagen atau bioreagen biasa digunakan sehingga interaksi dengan analit (target yang akan dideteksi) dapat dilakukan dengan mudah dan secara berulang, terutama konversinya menjadi sinyal yang dapat diukur.



Gambar 1. Skematis sistem sensor kimia dan biosensor.

Biasanya secara fisik, sensor kimia dan biosensor relatif kecil, kuat, portabel, butuh sampel sedikit dan relatif murah. Karena fitur-fitur inilah, maka sensor jenis ini banyak dikembangkan untuk berbagai keperluan baik bidang kesehatan, farmasi, pangan dan lingkungan serta bidang lainnya. Terutama, setelah banyaknya ditemukannya dan dikembangkan material-material baru, membuat aplikasi dari sensor kimia dan biosensor menjadi lebih luas lagi hingga menyentuh hampir seluruh bidang kehidupan yang membutuhkan piranti analisis dan deteksi. Keuntungan lainnya adalah analisis dapat dilakukan secara cepat, spesifik, real-time sehingga memungkinkan melakukan deteksi/monitoring secara langsung dan otomatis, serta biaya pengoperasiannya yang relatif murah. Dalam makalah ini, disajikan secara singkat tentang perkembangan teknologi sensor kimia dan biosensor, prinsip kerjanya dan aplikasinya dalam berbagai bidang, terutama dalam bidang lingkungan, kesehatan dan medis, farmasi dan industri, pangan dan pertanian, dan pendekatan pembelajarannya berbasis proyek (PBL). Oleh karenanya, makalah ini disajikan dengan alur sebagai berikut: (1) Pengantar, (2) Sejarah Singkat, (3) Prinsip Kerja, (4) Aplikasi, (5) Pendekatan Pembelajaran Berbasis Proyek (6) Kesimpulan.

SEJARAH SINGKAT

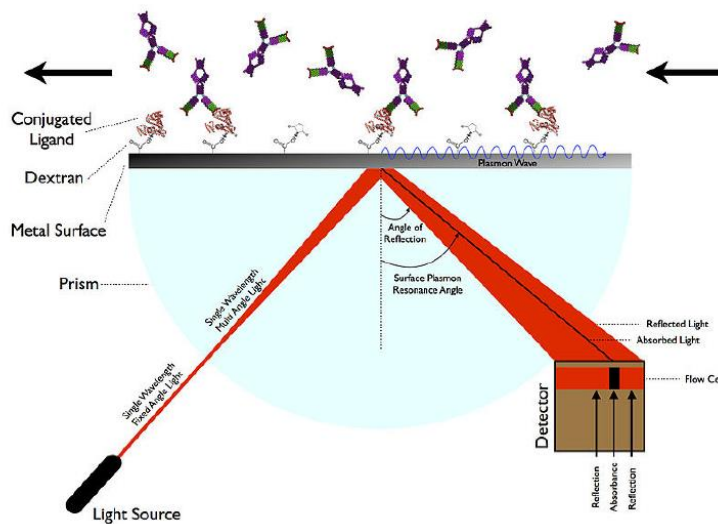
Sebenarnya sensor kimia pertama kali dikembangkan sejak ditemukannya elektroda gelas pH pada tahun 1908 oleh Fritz Haber & Zymund Klemensiewicz (1909), maka sejak saat itu berkembanglah sensor kimia dan biosensor dengan ditemukannya elektroda oksigen oleh Clark (1956), yang kemudian dikembangkan menjadi biosensor untuk pertamakalinya (Clark & Lyon, 1962) dengan menggunakan enzim glukosa oksidase untuk penentuan glukosa dalam darah. Selanjutnya pada tahun-tahun berikutnya sensor jenis ini berkembang dengan pesat, terutama dipicu oleh tingginya kebutuhan dan permintaan akan piranti diagnosis klinis untuk mendeteksi glukosa dalam darah (Tabel 1), sejalan dengan semakin meningkatnya penderita penyakit gula (diabetes millitus) di dunia, terutama di amerika, eropa dan asia.

Mulai dari penemuan hingga perkembangannya saat ini, teknologi sensor kimia dan biosensor dalam pengembangan sistem deteksinya, masih didominasi oleh deteksi secara lektrokimia (baik secara amperometrik maupun potensiometrik) dan optik dalam hal ini secara spektroskopi berbasis serat optik. Baru beberapa tahun ini perkembangannya mulai menggunakan sistem optik lainnya seperti *Surface Plasmon Resonance* (SPR) (Gambar 2) sejak ditemukannya pada tahun 1983. Maka sejak tahun 1980an tersebut mulailah pengembangan sensor kimia dan biosensor meningkat secara signifikan, dengan jumlah publikasi berkisar 13.687 hingga tahun 2005 atau selama 25 tahun sesuai dengan catatan yang ada di Scopus. Tentu angka ini semakin meningkat tajam bila kita lihat hingga hari ini di tahun

2015 baik menurut Scopus maupun Web of Science, sejalan dengan perkembangan bidang lainnya seperti *material science* dan *anotechnology*.

Tabel 1. Sejarah singkat penemuan sensor kimia dan biosensor.

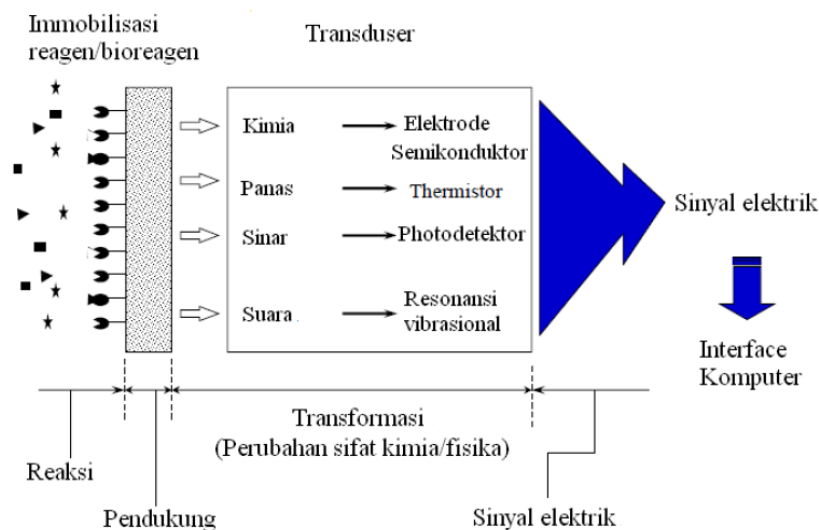
Tahun	Deskripsi
1908	Penemuan elektroda gelas pH (Fritz Haber & Zymund Klemensiewicz)
1916	Laporan ilmiah pertama tentang immobilisasi protein (adsorpsi invertase pada arang aktif)
1922	Dikembangkannya elektroda pH dengan berbagai model
1956	Penemuan elektroda oksigen (Clark, 1956)
1962	Penemuan pertama biosensor: amperometrik elektroda enzim untuk glukosa (Clark & Lyons, 1962)
1969	Penemuan potensiometrik biosensor berbasis immobilisasi urease untuk mendeteksi urea
1970	Penemuan Ion-Selective-Field Effect Transistor (ISFET)
1973-1975	Pertamkali biosensor dikomersialkan: Yellow Spring Instrumen untuk glukosa biosensor - Penemuan biosensor berbasis mikroba - Penemuan immunobiosensor : ovalbumin pada elektroda platina - Penemuan optod untuk pO_2/pCO_2 (1975)
1976	Miles Biostator: Penemuan pertama pankreas buatan
1980	Penemuan fibre optik pH sensor (pH Optode) untuk secara invivo pH darah dan gas
1982	Fiber optik biosensor untuk glukosa (Schultz, 1982)
1983	Penemuan Surface Plasmon Resonance (SPR) – Immunosensor
1984	Penemuan amperometrik glukosa biosensor dengan mediasi: menggunakan ferrocene dengan glukose oksidase untuk penentuan glukosa (Cass et al 1984)
1987	Dilaunching MediSense Exact Tech sebagai biosensor untuk penentuan glukosa darah
1990	Dilaunchingnya Pharmacia BIAcore sebagai biosensor berbasis SPR
1992	i-STAT dilaunching sebagai analisa darah portabel/hand held
1996	Dilaunchingnya Glukocard Abbot mengakuisisi MediSense untuk \$867 juta
1998	Dilaunchingnya LifeScan untuk biosensor glukosa darah secara cepat Merger Roche dan Boehringer Mannheim untuk membentuk Roche Diagnostics
2001	LifeScan membeli Inverness untuk bisnis tes glukosa sebesar \$1.3 milyar
2003	i-STAT mengakuisisi Abbott seharga \$392 juta
2004	Abbott mengakuisisi TheraSense seharga \$1,2 milyar



Gambar 2. Surface plasmon resonance (SPR) (Schasfoort, 2008)

PRINSIP KERJA

Secara terminologi sensor kimia dan biosensor biasanya digunakan untuk peralatan/piranti yang: (1) digunakan untuk mendeteksi analit tertentu, atau (2) menggunakan reagen atau bioreagen. Sesuai konsensus, terminologi tersebut biasanya digunakan untuk merujuk pada sebuah sensor yang menggunakan sebuah reagen kimia atau bioreagen, seperti enzim, antibodi, DNA, mikroorganisme atau sel. Oleh karenanya sebuah biosensor dapat didefinisikan sebagai berikut: Sebuah peralatan analisis yang menggunakan material biologi atau biomolekul (misalnya jaringan, mikroorganisme, organella, sel, enzim, antibodi, DNA dsb.), secara terintegrasi dengan sebuah transduser fisika-kimia, yang bisa berupa optik, elektrokimia, termometrik, piezoelektrik atau magnetik, yang dapat menghasilkan sinyal elektronik baik secara diskret atau kontinyu yang proporsional dengan jumlah suatu analit atau kelompok analit tertentu (Gambar 3) (Gopel et al, 1991; 1992; Kuswandi, 2010^a; Kuswandi, 2010^b). Bedanya dengan sensor kimia hanya terletak pada reagen yang digunakan dimana pada sensor kimia menggunakan reagen kimia, sedangkan pada biosensor menggunakan bioreagen/biomolekul atau sering disebut bioreseptor.

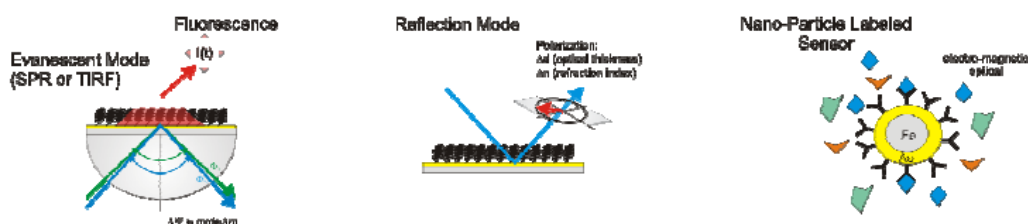


Gambar 3. Prinsip kerja sensor kimia dan biosensor.

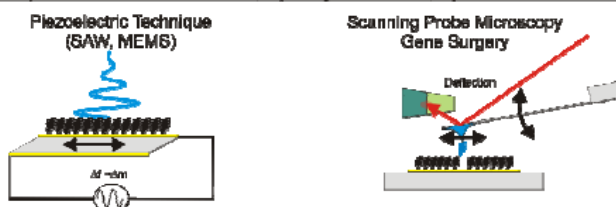
Ditinjau dari bagian-bagian yang ada dalam sebuah sensor kimia dan biosensor untuk bisa bekerja secara optimal sesuai dengan peruntukannya, maka sebuah sensorkimia/biosensor dapat dibagi dalam 3 (tiga) bagian penting, yaitu (a) bagian biorekognisi (pendetektian secara biomolekul/biokimia), pada bagian inilah biasanya reagen atau biomolekul (misalnya enzim, antibody, DNA, cel) ditempatkan/diintegrasikan, sering disebut pula diimmobilisasi pada permukaan sensor; (b) bagian transduksi (pengubah menjadi sinyal), biasanya dapat berupa transduksi elektrokimia atau optik; (c) bagian pemrosesan sinyal (signal processing) yang kemudian ditampilkan dalam bentuk tampilan atau *display*, bagian ini biasanya berupa sirkuit elektronik yang merubah atau memproses sinyal menjadi sinyal listrik yang kemudian dilakukan penguatan untuk meningkatkan sensitivitas kerja suatu biosensor, yang kemudian pula dapat diberikan dalam bentuk tampilan dari suatu sinyal listrik (display pada monitor/data) (Eggins, 2002; Diamond, 1998; Kuswandi, 2010^b).

Metode analisa dalam kimia utamanya menggunakan piranti detektor atau transduksi secara fotometri, seperti metode spektrofotometri dan kolorimetri, demikian pula halnya dalam pengembangan sensorkimia dan biosensor banyak menggunakan piranti ini atau sering disebut pula sensor optik (*optical sensors*). Meskipun demikian, sebagian besar sensor kimia dan biosensor yang dikembangkan juga menggunakan transduksi elektrokimia, yang sering disebut pula sensor elektrokimia (*electrochemical sensors*). Disamping itu, transduksi yang juga digunakan dalam pengembangan sensor kimia dan biosensor adalah piezoelektrik, baik yang berupa QCM (quartz crystal microbalance) maupun piezoelektrik material lainnya (Gambar 3). Oleh karenanya piranti transduksi dan deteksi ini dapat dibagi menjadi 4 (empat) golongan utama yaitu (a) elektrokimia; (b) optik; (c) piezoelektrik; dan (d) termal (Kuswandi, 2010^a; Kuswandi, 2010^b).

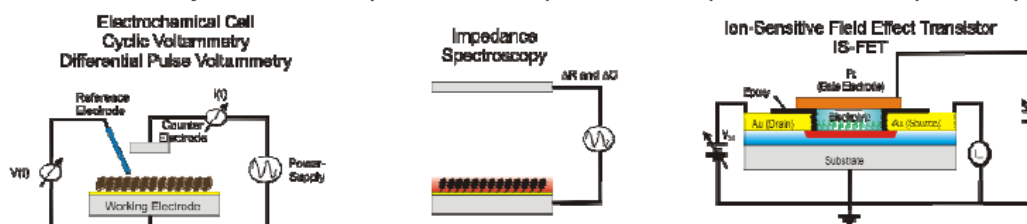
Optical Detection: a) Not for Miniaturization, b) Not very sensitive, c) No Mass-Product (Laboratory Use Only)



Micro-Mechanical Detection: a) Not for Miniaturization, b) Very Sensitive, c) No Mass-Product (Laboratory Use Only)



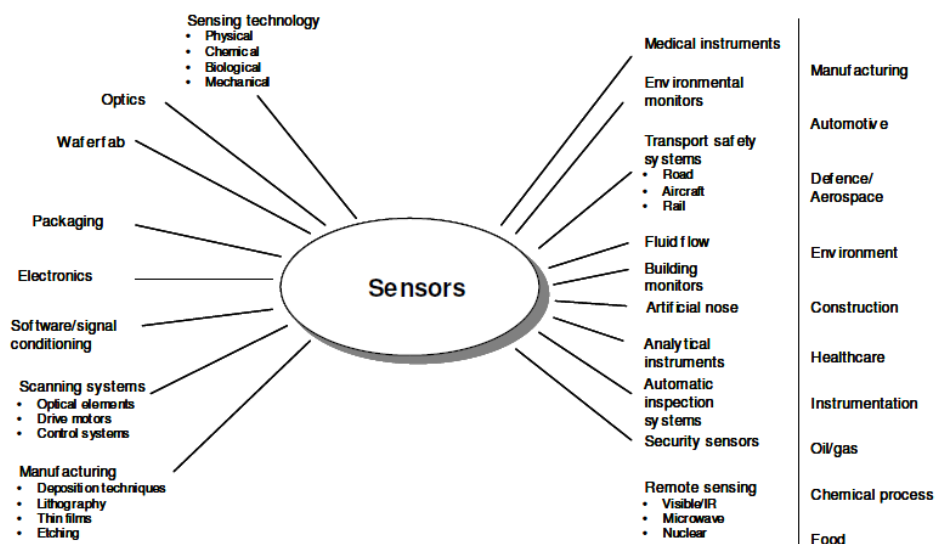
Electrical Detection: a) Miniaturization, b) Ultra Sensitive, c) Mass Product d) Use In Critical Care (All Places)



Gambar 4. Beragam metode deteksi pada sensor kimia dan biosensor.

APLIKASI

Peran dan aplikasi dari sensor kimia dan biosensor sebenarnya sangat luas dan beragam mulai dari biomedis hingga industri seperti yang diberikan pada Gambar 5 (Spichiger-Keller, 1998). Hingga saat ini, aplikasi utama dari sensor kimia dan biosensor masih didominasi oleh bidang klinis, seperti biosensor untuk deteksi glukosa dalam darah, mengingat kebutuhan pasar akan peralatan ini yang sangat besar pula. Oleh karenanya, secara garis besar peran dan aplikasi dari sensor kimia dan biosensor dalam makalah ini hanya difokuskan pada bidang lingkungan, kesehatan dan medis, farmasi dan industri, serta pangan dan pertanian.

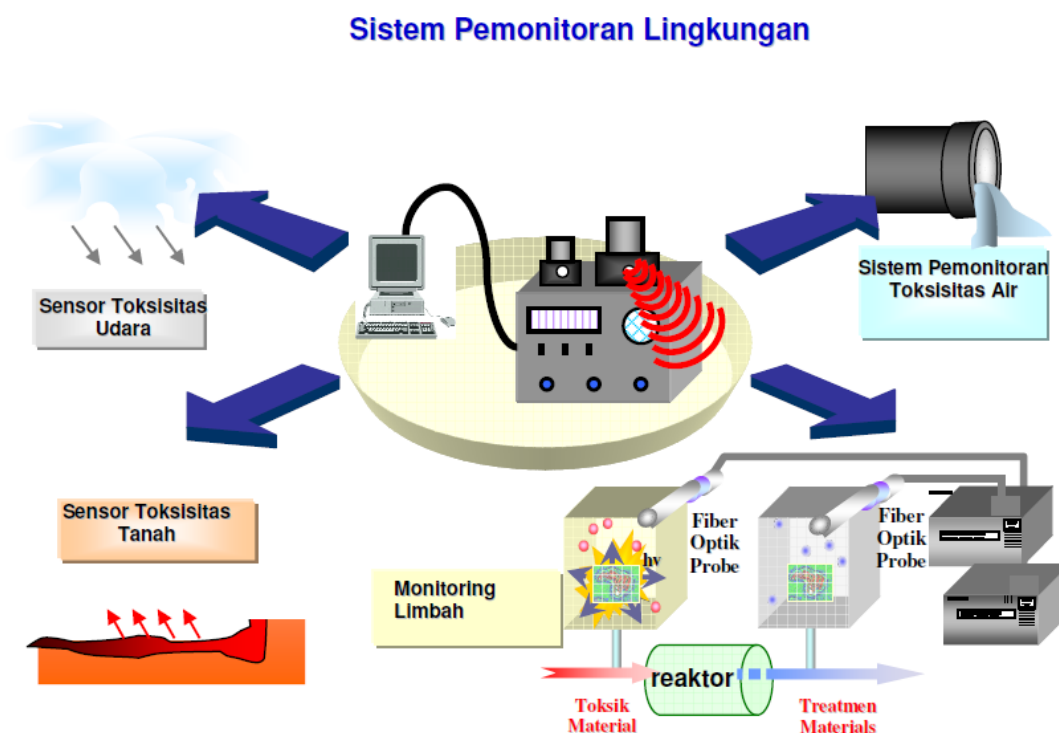


Gambar 5. Peran dan aplikasi sensor kimia dan biosensor.

Lingkungan

Dalam bidang lingkungan aplikasi sensor jenis ini dapat dilihat pada review tentang biosensor berbasis enzim untuk pemantauan lingkungan oleh Kuswandi dan Mascini (2005), demikian pula dengan enzim biosensor berbasis serat optik oleh Kuswandi dkk (2001). Sedangkan aplikasinya untuk deteksi logam berat ataupun buangan toksik lainnya dapat dilihat pada review tentang sensor kimia berbasis tripodal reseptor untuk deteksi kation dan anion oleh Kuswandi dkk (2006).

Beragam target polutan dapat dideteksi dengan sensor kimia atau biosensor, misalnya BOD (*biochemical oxygen demand*), nitrat, pestisida, fertiliser dan sebagainya. Monitoring lingkungan secara kontinyu sebenarnya sangat diperlukan untuk memastikan bahwa kadar polutan tertentu masih dalam taraf normal atau sudah diatas normal. Sehingga langkah pencegahan dapat dilakukan secepat dan sedini mungkin, untuk mengendalikan tingkatan polusi pada suatu daerah tertentu. Disamping itu, bidang lain sebagai sumber polutan, seperti industri, pertanian, perkebunan, peternakan dan pertambangan adalah area dimana sensor kimia dan biosensor dapat digunakan untuk memonitor buangan yang dihasilkan, sehingga pemantauan lingkungan bisa dilakukan secara terintegrasi dan terencana (Gambar 6) (Kuswandi dkk, 2007; Kuswandi & Sevilla III, 2008).

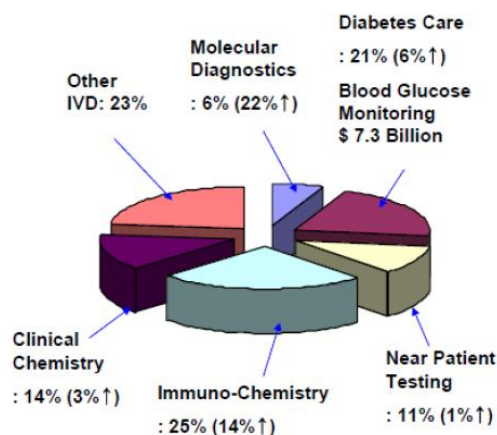


Gambar 6. Aplikasi sensor kimia optik dalam pemantauan lingkungan (toksisitas).

Saat ini telah banyak sensor kimia dan biosensor yang secara komersial tersedia untuk pengukuran di lapangan terhadap spesi-spesi kimia yang akan dimonitor, seperti sensor optik, sensor elektrokimia dan sebagainya. Beberapa dari sensor ini telah banyak digunakan untuk untuk monitoring lingkungan ataupun remediasi suatu daerah atau lahan tertentu. Salah satu aplikasi sensor kimia optik dalam bidang monitoring lingkungan dapat diberikan pada Gambar 6 diatas. Pada sistem monitoring lingkungan ini, sensor kimia serat optik dapat digunakan untuk memonitor tingkat toksisitas suatu sampel, baik sampel yang berasal dari udara, air dan tanah maupun air buangan atau limbah, sebagai sebuah sistem pemantauan lingkungan yang terintegrasi.

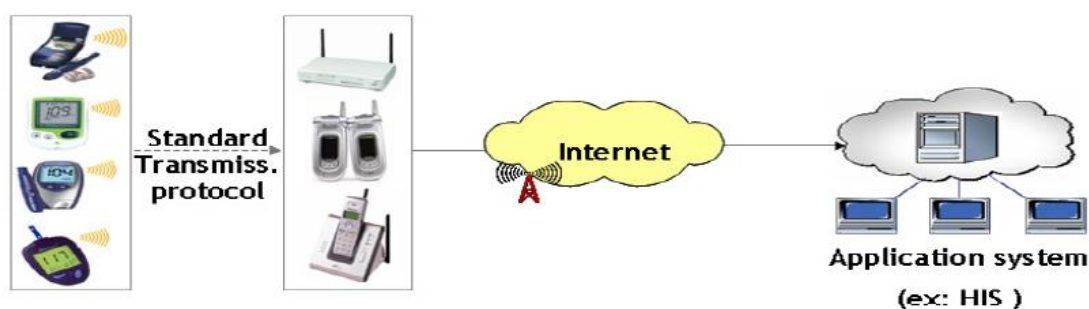
Kesehatan dan Medis

Pada bidang kesehatan khususnya bidang medis dan klinis, sensor kimia dan biosensor dapat diaplikasikan untuk memonitor gas-gas dalam darah dan pH (Misalnya invasive sensor elektrokimia, sensor serat optik dsb). Aplikasi lainnya, misalnya penentuan ion-ion (kation dan anion) dalam darah dan cairan sekresi lainnya. Monitoring pH/ pO₂ pada permukaan kulit dan aplikasi gas sensor lainnya (Spichiger-Keller, 1998). Menurut Boston Biomedical Consultant (2003), diperkirakan bahwa pasar untuk diagnosis klinis sebesar US \$ 25.6 Milyar, dan diperkirakan tumbuh 6 % setiap tahunnya (Gambar 7). Hal ini memperlihatkan bahwa kebutuhan akan piranti/divais untuk diagnosis klinis sangat tinggi baik untuk analisa darah, *self-diagnosis* (glucose, HIV), diagnosis molekuler maupun untuk analisa cairan tubuh lainnya.



Gambar 7. Beragam kebutuhan piranti untuk diagnosis klinis.

Disamping itu dengan meningkatnya usia harapan hidup, maka akan meningkatkan pula jumlah kebutuhan akan kondisi medis pasien, yang akan mendorong meningkatnya kebutuhan akan sensor kimia dan biosensor, sebagai tes diagnosis medis. Hal ini akan mendorong pula pengembangan sensor kimia dan biosensor sebagai tes diagnosis yang mampu memfasilitasi pengelolaan pasien secara lebih baik dan cepat. Demikian pula dengan pengelolaan penyakit kronis dan degeneratif seperti tekanan darah tinggi, diabet, penyakit jantung, Hypercholesterolemia dan sejenisnya. Disamping itu sensor kimia dibutuhkan pula dalam monitoring kehamilan (Pre-natal Care), pengelolaan obat (Drug Dispensing Management System) dan situasi darurat (Emergency Alert). Dengan bantuan teknologi informasi, khususnya internet maka aplikasi sensor kimia dalam bidang kesehatan akan bisa diarahkan pada e-Health yang sangat penting sebagai salah satu komponen dalam teknologi emergensi rumah tangga (Emerging Home Network Technology). Salah satu contoh dari ehealth untuk monitoring kesehatan, misalnya glukosa, dalam hal ini data glukosa pasien dari sebuah sensor bisa akuisisi pada sebuah komputer untuk selajutnya melalui internet bisa dikirim ke rumah sakit atau dokter, sehingga pemonitoran bisa dilakukan secara remote dan langsung (Gambar 8).



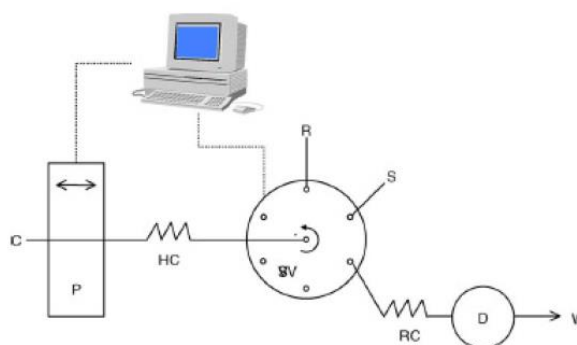
Gambar 8. Data glukosa pasien dari sensor bisa akuisisi pada sebuah komputer untuk selajutnya melalui internet bisa dikirim ke rumah sakit atau dokter.

Farmasi dan Industri

Dalam bidang farmasi dan industri, aplikasi sensor kimia dan biosensor banyak digunakan untuk bidang manufakturing dan uji kualitas obat dan kosmetik, kontrol kualitas dan kuatitas, serta deteksi zat-zat toksik yang mungkin terikut baik selama proses produksi, maupun paska proses produksi obat dan kosmetik tersebut. Analisis kualitas dari produk farmasi adalah faktor kunci keberhasilan dari pengembangan, produksi dan kualiti kontrol dari

produk-produk farmasi. Saat ini, regulasi yang terkait dengan kualiti kontrol dari obat-obatan sangat ketat diterapkan sesuai dengan standar pharmacope internasional (US atau Europe), membutuhkan analisis produk farmasi secara cepat, handal, akurat dan ekonomis. Persyaratan ini sangat terkait globalisasi ekonomi ataupun adaptasi dari strategi otomatisasi dan manipulasi dari sampel yang merupakan bagian dari industri farmasi (Kataoka, 2003; Rolli, 2003), dimana dalam hal ini sensor kimia dan biosensor bisa digunakan dan diaplikasikan untuk kepentingan tersebut.

Keunggulan sensor kimia dan biosensor yang banyak dipublikasikan akhir-akhir ini adalah terletak pada kemampuannya untuk digunakan sebagai analisis rutin pada analisis formulasi farmasetika, disamping pula kemampuannya untuk digunakan secara otomatis dan analisis multiparameter (Gambar 9) (Martínez, 1996; Kuswandi, 2010^a). Disamping itu, instrumentasi yang digunakan juga cukup kuat, simpel dan ekonomis, yang memungkinkan membangun sebuah sistem analisis yang stabil, dengan sedikit perawatan dan mampu digunakan untuk waktu yang lama. Karena hal inilah, maka kegunaan dan keunggulan sensor kimia dan biosensor akan terus dieksploitasi khususnya dalam bidang kontrol kualitas dari produk-produk farmasi, seperti uji kelarutan, kontrol proses dan sebagainya. Dengan keunggulan sensor jenis ini dalam pengembangan, produksi dan kontrol produk-produk farmasi, maka akan memungkinkan di masa mendatang sensor kimia dan biosensor menjadi salah satu teknik analisis standard dalam analisis obat-obatan, kosmetik dan produk farmasi lainnya.



Gambar 9. Skema dasar analisis rutin dan otomatis sedian farmasi dengan Analisis Alir Menggunakan Sensor Kimia dan Biosensor: C, carrier(pembawa); P, pompa, HC, holding coil (tempat koil); SV, (seleksi valve); R, reagen; S, sample; RC, Koil reaksi; D, detector; W, waste/buangan.

Pangan dan Pertanian

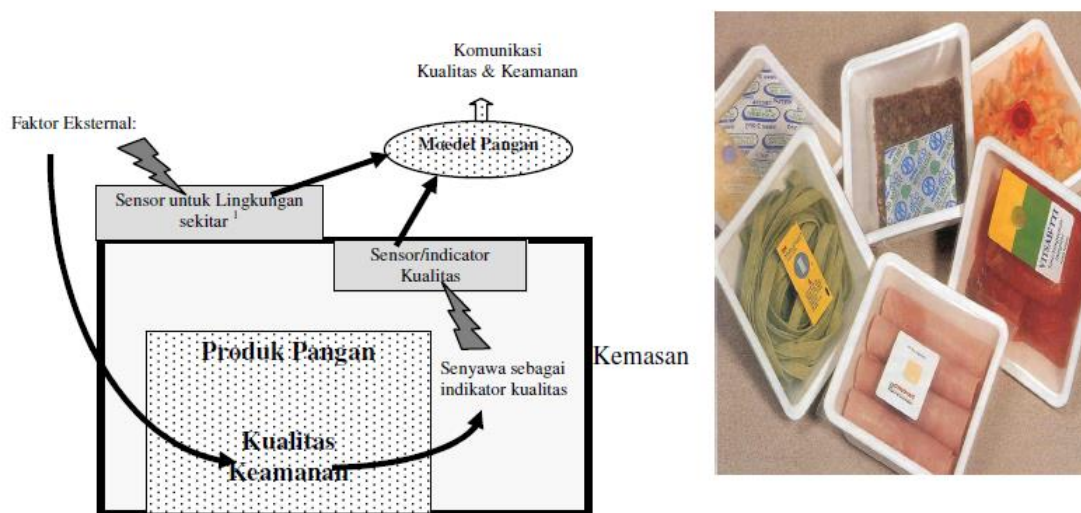
Saat ini banyak peneliti mengembangkan gas sensor, khususnya gas sensor arrays (satu devais dengan banyak probe/electrode) untuk mendeteksi dan mengenali berbagai senyawa dalam sampel makanan dan minuman. Umumnya, pendekatan pengenalan pola (*pattern recognition*) digunakan, dimana karakter sinyal sampel yang tidak diketahui dibandingkan karakter sampel yang telah diketahui sebelumnya. Dengan pendekatan ini, sensor kimia dan biosensor cukup berhasil untuk menentukan suatu senyawa, khususnya rasa dan aroma dari suatu senyawa tersebut. Oleh karenanya sensor jenis ini banyak digunakan dalam industri pangan, pertanian dan parfum/minyak wangi.

Sebagai salah satu contoh, sensor kimia untuk CO₂ berbasis perubahan pH telah dikembangkan dengan menggunakan dua luminofor untuk aplikasi pada pangan, khususnya pengukuran CO₂ pada makanan kaleng (von bultzingslown et al. 2002). Demikian pula dengan

sensor O₂ untuk pengendalian proses industri. Pada sensor ini waktu hidup luminesensi menjadi dasar pengukurannya, dimana signal yang dihasilkan berkorelasi dengan konsentrasi O₂ dengan menggunakan persamaan Stern-Volmer. Sensor ini banyak diaplikasikan untuk bidang bioteknologi dan pangan (Koneke et al. 1999).

Sensor kelembaban yang bisa diaplikasikan pada manufaktur dan storage dari produk pangan saat ini telah banyak dikembangkan oleh para peneliti (Moreno Bondi et al. 2004). Deteksi bakteri kontaminan dan pemerosesan pangan dengan sensor kimia telah pula banyak dikembangkan oleh peneliti (Wolfbeis 1995; Kuswandi, 2010^b). Salah satu contohnya adalah sensor kimia optik yang berbasis Mach-Zehnder interferometer yang digunakan untuk analisa produk minuman (Luff et al. 1998). Demikian pula dengan sensor kimia untuk bakteri volatil dalam analisa pangan dengan menggunakan sensor gas dan spektral sidik jari yang digunakan untuk mengidentifikasi mikroorganisme tertentu (Allocilja et al. 2002).

Dengan menggunakan analisis gas yang dihasilkan oleh produk pangan dan proses bioteknologi, saat ini banyak peneliti yang tengah mengembangkan sensor untuk aplikasi bagi kepentingan pangan, pertanian dan bioteknologi. Salah satu konsep yang saat ini sedang dikembangkan adalah kemasan pintar (*Smart Packaging*) (Gambar 10). Kemasan pintar dapat dinyatakan sebagai sistem kemasan yang mampu memberikan fungsi-fungsi tambahan semacam deteksi, sensoran, tracking dan komunikasi tentang kualitas dan keamanan dari suatu produk pangan (Kuswandi dkk, 2011). Karenanya, monitoring kualitas pangan dengan kemasan pintar dapat dilakukan dengan sensor yang terintegrasi dengan kemasan, yang dapat mengukur kondisi lingkungan sekitarnya, misal waktu/temperatur. Sehingga, pada sistem kemasan pintar kondisi internal dan eksternal dari suatu kemasan produk pangan dapat dimonitor secara seksama yang dapat digunakan sebagai indikator kondisi dari produk pangan tersebut. Sensor tersebut dapat juga dihubungkan dengan RFID (*Radio Frequency Identification Detector*) sebagai alat komunikasi selama proses pengiriman dan penyimpanan.

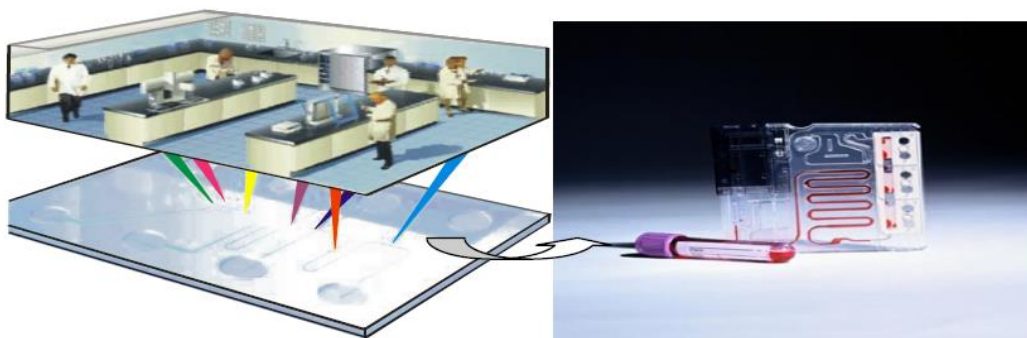


Gambar 10. Konsep kemasan pintar & produk kemasan pintar Kuswandi, (2013).

Bidang lainnya

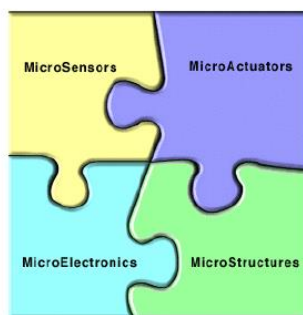
Saat ini tantangan yang sering dihadapi dalam riset pengembangan sensor kimia dan biosensor adalah apakah sensor tersebut dapat digunakan secara *non-invasive* (tanpa kontak langsung) ataupun dengan kontak langsung. Dalam banyak aplikasi dari sensor kimia dan biosensor di banyak bidang kehidupan, sering dituntut adanya sensor kimia yang memiliki

performansi dan reliabilitas yang tinggi tetapi memiliki ukuran yang sangat kecil, murah dan digerakkan oleh tenaga listrik yang kecil pula. Artinya efisiensi dan efektifitas dari sensor tersebut harus diutamakan dalam pengembangan dan aplikasinya di lapangan. Oleh karenanya untuk meningkatkan efisiensi dalam operasi dan *cost effective* dari sensor tersebut, maka saat ini pengembangan sensor kimia dan biosensor banyak diarahkan pada miniaturisasi sensor, seperti yang saat ini tengah dikembangkan yang dikenal dengan *Lab-On-Chip/LOC* (Lab dalam Kepingan/LDK), *microfluidics* (mikrofluida) atau *micrototal analysis* (μ TAS) (Gambar 11) (Kuswandi dkk, 2007). Disamping miniaturisasi dalam pengembangannya, tantangan lain yang juga harus diperhatikan adalah kecepatannya, membutuhkan energi yang kecil, "*smart*", *wireless*, *remote* (dapat dikendalikan jarak jauh) dan cocok untuk diaplikasikan secara langsung dilapangan (*in-situ*) dan mampu mendeteksi multi parameter (banyak target analit).



Gambar 11. Konsep Lab dalam Kepingan/LDK (kiri) dan salah satu model LDK (kanan).

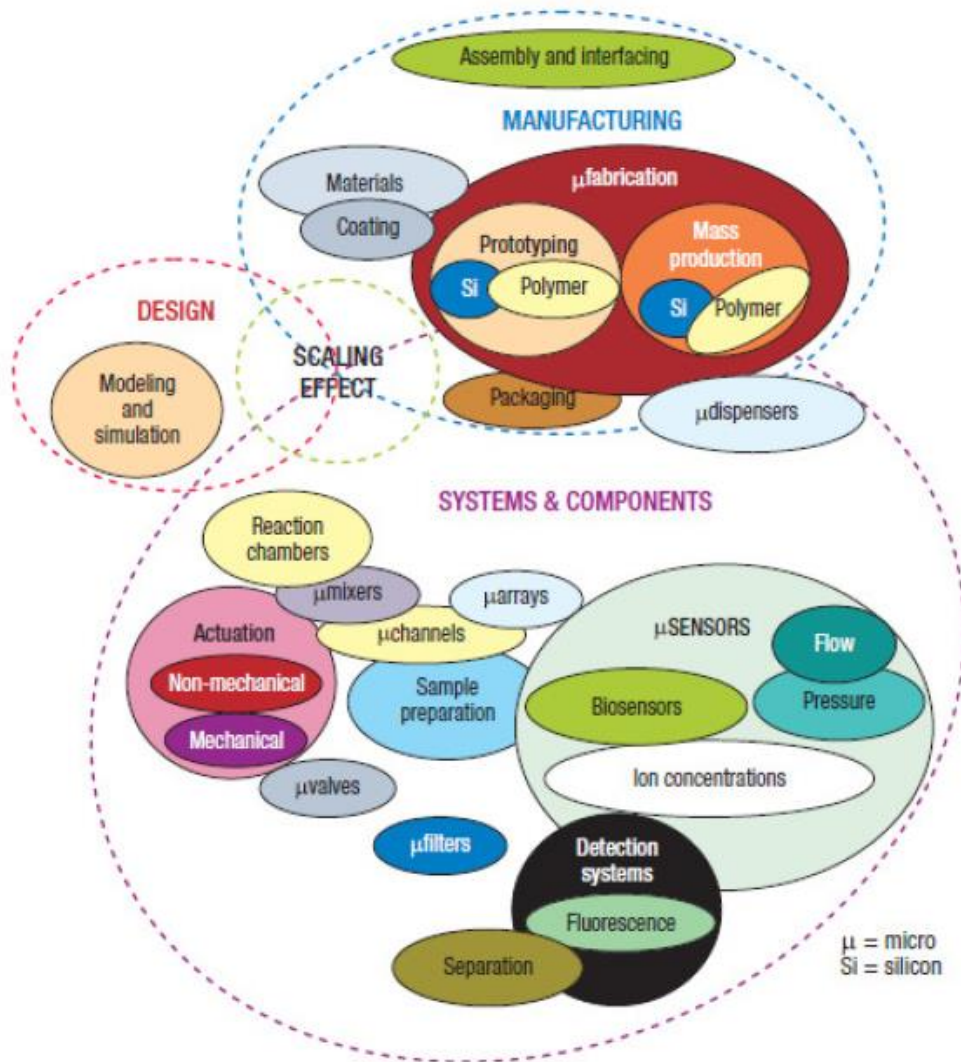
Mengingat perkembangan sensor kimia dan biosensor yang melibatkan banyak disiplin ilmu, maka perkembangan teknologi ini ke depan juga akan sejalan dengan perkembangan teknologi lainnya seperti elektronika dan bioteknologi. Saat ini teknologi yang sedang berkembang pesat adalah mikro dan nanoteknologi, sehingga teknologi ini akan mengarahkan sensor jenis ini menjadi berukuran nano terutama sensing areanya, seperti karbon-nanotube yang difabrikasi secara *Self-assembling*. Dengan pendekatan ini maka memungkinkan sensor untuk melakukan data analisis dan assimilasi secara otomatis, menaikkan miniaturisasi sehingga akan menurunkan harga, lebih awet dan kuat. Dibiidang fabrikasi elektronik saat ini juga tengah berkembang apa yang disebut dengan istilah MEMS (*Microelectronics Mechanical System*) (Gambar 12) yang sangat ideal untuk dikawinkan dengan pengembangan sensor kimia dan biosensor di masa mendatang baik yang berupa LOC, *microfluidics* ataupun *Integrated sensor* untuk beragam tujuan dan keperluan serta untuk beragam aplikasi di lapangan dan kehidupan nyata sehari-hari (Gambar 13).



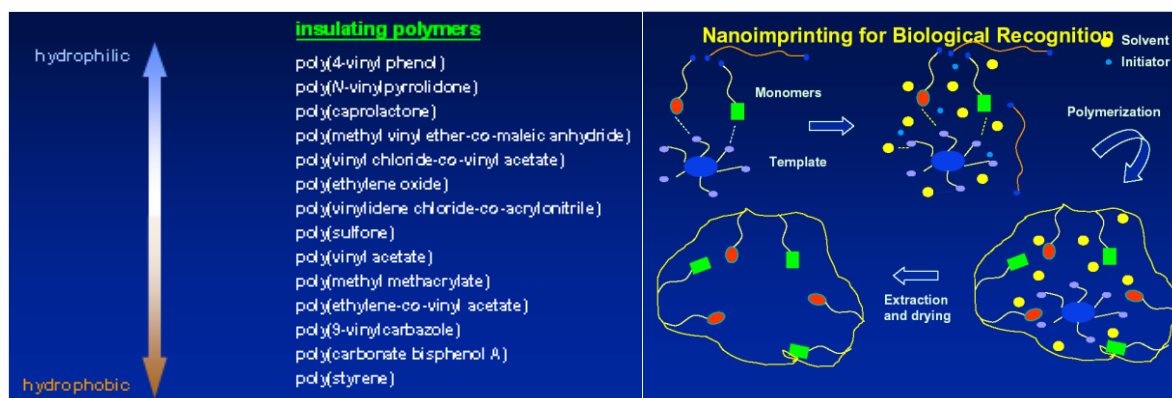
Gambar 12. Integrasi sistem sensor dengan MEMS.

Sedangkan di bidang kimia sendiri pengembangan material baru dan material pintar (*smart material*) baik yang berupa reagen, polimer dan reseptor sintesis akan terus

berkembang seiring dengan pekerbangan sensor kimia dan biosensor dengan beragam aplikasinya (Kuswandi, 2010a; Kuswandi, 2010b). Gambar 14 memperlihatkan beragam polimer dengan sifat yang berbeda sehingga sangat cocok digunakan dalam pengembangan sensor baik tunggal, multiple ataupun array. Disamping itu, teknologi polimer saat ini telah pula memungkinkan untuk mendesain polimer yang sangat sensitif dan selektif terhadap suatu analit tertentu, yang lebih dikenal dengan istilah MIP (*Molecular Imprinted Polymer*) (Gambar 14). Tentu disamping material ini, *smart material* dan nanomaterial lainnya (misalnya *nanoparticle*, *quantum dot*, *nanotube*, *nanowire*) akan terus pula bermunculan sejalan dengan perkembangan dan aplikasi dari sensor kimia dan biosensor pada berbagai bidang kehidupan.



Gambar 13. Integrasi sistem sensor dalam microfluidics (Kallio & J. Kuncova, 2004).



Gambar 14. Beragam polimer dengan sifat yang berbeda (kanan) dan konsep MIP (kiri).

PROJECT BASED LEARNING (PBL)

PBL merupakan model innovative dalam pembelajaran dan pengajaran, yang memusatkan pada konsep dan prinsip dari suatu disiplin ilmu, yang melibatkan mahasiswa/siswa pada investigasi penyelesaian masalah (problem-solving) yang terkait dengan kehidupan riil. Sehingga memungkinkan mahasiswa/siswa untuk bekerja secara mandiri untuk mengkonstruksi pengetahuan secara mandiri pula melalui inkuiri dan keterampilan pada proyek yang realistis tentang pengembangan pengetahuan serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (Bransford et al. 2000).

Dalam problem-based learning, sebuah sistem instruksional dikembangkan secara imultan antara strategi pemecahan masalah dan pengetahuan berdasarkan disiplin ilmu dan ketrampilan dengan menempatkan mahasiswa/siswa untuk bertindak aktif dalam memecahkan masalah terkait persoalan riil dalam kehidupan. Tugas-tugas khusus meliputi: (a) penentuan adanya masalah; (b) penentuan rumusan masalah; (c) identifikasi informasi yang dibutuhkan dalam memecahkan masalah; (d) identifikasi sumber yang diperlukan untuk mengumpulkan informasi; (e) membuat pemecahan masalah secara umum; (f) analisis solusinya; dan (g) mempresentasikan solusinya baik secara lisan dan tulisan.

Sedangkan inkuiri/pencarian adalah didefinisikan sebagai pencarian kebenaran, informasi, atau pengetahuan dengan mempertanyakannya (Thomas, 1998).. Manusia melalui proses pencarian ini mulai dari lahir hingga mati. Sejak lahir bayi mengamati wajah yang mendekatinya. Mereka mengambil barang di sekitarnya, memasukkan ke mulutnya, dan mencoba berkata-kata. Karenanya proses pencarian dimulai dengan mengumpulkan informasi dan data melalui panca indera, dengan melihat, mendengar, meraba, merasa dan membau. Lima tahapan (5E) dalam model instruksional untuk inkuiri telah direkomendasikan oleh John Layman of the College Entrance Examination Board, New York, and the National Research Council, Washington, DC. Tahapan (5E) tersebut adalah Engage (terlibat), explore (penggalan), explain (menjelaskan), elaborate (penjabaran), dan evaluate (penilaian) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Tahapan dalam pembelajaran berbasis inkuiri (5E)

Stage 1. Engage	Engage the students with activities that capture the students' interest and enable them to make connections with what they know and can do.
Stage 2. Explore the Concept	Have students participate in hands-on experiences to explore the concept further, defining the phenomena in their own words,

	discussing with other students their experiences and understandings.
Stage 3. Explain the Concept and Define the Terms	Introduce terms and scientific explanations to students, using them to describe what the students have experienced. Have students analyze and interpret data, synthesize their ideas, build models, and clarify the concepts.
Stage 4. Elaborate on the Subject	Give students opportunities to apply the concept in new situations or introduce students to related ideas to explore to gain a deeper understanding of the concept. Interaction between students is essential.
Stage 5. Evaluate Students' understanding of the Concept	Have students review and assess what they have learned and how they have learned it, communicating and justifying their explanations.

Sebagai sebuah contoh, Tabel 3 untuk model pembelajaran yang mengikuti model pembelajaran inkuiri dalam pengembangan sensor kimia dan biosensor.

Tabel 3. Pembelajaran berbasis proyek untuk pengembangan sensor kimia dan biosensor.

Stage 1. Engage	Start Your Journey provides compelling questions that the students will answer by completing the student activities. A connection to what they know is made by asking, "Have you ever wondered why releasing air from a balloon propels the balloon forward?"
Stage 2. Explore the Concept	Students are led through a hands-on controlled propulsion experiment with a balloon to help them understand the relationship of the volume of fuel to the distance the balloon travels.
Stage 3. Explain the Concept and Define the Terms	Rocket Research 101, 102, and 103 explain thrust, acceleration (speed), stability, and drag. Frequent, short, online quizzes assess students' readiness to move forward.
Stage 4. Elaborate on the Subject	The lessons give many opportunities for experimenting with the concepts via interactive animations and the 3D immersive simulation.
Stage 5. Evaluate Students' understanding of the Concept	Students will complete a post-assessment to compare with the results of the pre-assessment. They will be evaluated via a comparison of their computer-created designs with the bottle rocket's actual performance.

KESIMPULAN

REFERENSI

- B.J. Luff, K. Kawaguchi & J.S. Wilkinson, *Proc. Int. Soc. Opt. Eng.* **3539**, 10-16 (1998).
- B.Kuswandi, *Sensor Kimia: Teori, Praktek dan Aplikasi*, Jember Universitas Press, Jember (2010a).
- B.Kuswandi, *Biosensor: Konsep, Desain & Eksperimentasi*, Jember Universitas Press, Jember (2010b).
- B.Kuswandi, C.I. Fikriyah & A.A. Gani, *Talanta*, **74**, 613 (2007).
- B.Kuswandi & F. Sevilla III, *Sens. Trans.* **95**, 97-114 (2008).
- B.Kuswandi & Mascini, M. *Cur. Enz. Inh.*, **1**, 207-221(2005).
- B.Kuswandi, Nuriman, W. Verboom & D. N. Reinhoud, *Sensors*, **6**, 978-989 (2006).
- B.Kuswandi, Nuriman, D.N. Reinhoudt & W. Verboom, *Anal. Chim. Acta* **601**, 141-153 (2007).
- B.Kuswandi, R. Andres & R. Narayanaswamy, *Analyst*, **12**, 1469-1491(2001).
- B.R. Eggins, *Chemical Sensors and Biosensors*. John Wiley & Sons, Inc. New York, (2002).
- C. von Bultzingslowen, A.K. McEvoy, C. Mc Donagh, B.D. MacCraith, I. Klimant, C. Krause & O.S. Wolfbeis, *Analyst* **127**, 1478-1483 (2002).
- D. Diamond, (Ed.) *Principles of chemical and biological sensors*, J. Wiley, New York (1998).
- E.C. Alocilja, S.A. Marquie, C Meeusen, S.M. Younts & D.L. Grooms, U.S. Patent Application: US 2001-897542 20010702 (2002).
- F. Haber & Z. Klemensiewicz, *Z. Phys.Chem.*, **67**, 385, (1909).
- H. Kataoka, *Tr. Anal. Chem.* **22**, 232–244, (2003).
- J. Mart'inez Calatayud, *Flow Injection Analysis of Pharmaceuticals. Automation in the Laboratory*, Taylor & Francis, London, 1996.
- L.C. Clark & C. Lyons *Ann. N.Y.Acad. Sci.*, **102**, 29-45 (1962).
- M.C. Moreno-Bondi, G. Orellana & M. Bedoya, in *Optical Sensors*, Springer Series on *Chemical Sensors and Biosensors*,. Eds. R. Narayanaswamy & O.S. Wolfbeis, Springer-Verlag (2004).
- O.S. Wolfbeis, *Optical sensor techniques and applications. Proc. Eur. Conf. Food Chem*, Eds. G. Sontag and W. Pfannhause, 111-119 (1995).
- P. Kallio, J. Kuncova, *Microfluidics*, Tekes, National Technology Agency, Helsinki (2004).
- R. Koneke, A. Cornte, H. Jurgens, O. Kohls, H. Lam & T. Scheper, *Chem. Eng. Technol* **21**, 666-671 (1999).
- R.B.M. Schasfoort; A. J. Tudos, eds. (2008). *Handbook of Surface Plasmon Resonance*. RSC publishing
- R. Rolli, *J. Autom. Meth. Manage. Chem.* **25**, 7–15, (2003).
- U.E. Spichiger-Keller, *Chemical sensors and biosensors for medical and biological applications*, Wiley-VCH, Winheim(1998).
- W.Göpel, J. Hesse & J. N. Zemel, *Sensors: a comprehensive survey: Vol. 6. Chemical and biochemical sensors. Part 1* VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim (1991).
- W.Göpel, J. Hesse & J. N. Zemel, *Sensors: a comprehensive survey: Vol. 6. Vol. 8: Chemical and biochemical sensors. Part 2.* VCH Verlagsgesellschaft, Weinheim(1992).

MEKANISME HIPOKOLESTEROLEMIK FOS-INULIN UMBI YAKON: VARIASI LAMA PEREBUSAN

Leny Yuanita

Jurusan Kimia FMIPA Unesa Surabaya
Jl. Ketintang, Surabaya 60231

ABSTRAK

Lama perebusan umbi yakon menyebabkan penurunan efek hipokolesterolemik FOS-inulin yakon. Peran FOS-inulin yakon melalui beberapa mekanisme. 1. FOS-inulin yakon mengaktifkan mikroflora usus probiotik strain *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*, sehingga meningkatkan: a. aktivitas *bile salts hydrolase*, dan terjadi peningkatan asam empedu dekonyugasi, asam amino taurin dan glisin bebas diekskresi, serta menurunkan reabsorpsi asam empedu siklus enterohepatik dan kadar kolesterol darah; b. kadar propionat SCFA yang mempunyai kemampuan menghambat sintesis kolesterol di hati, melalui HMG-CoA sintase dan HMG-CoA reduktase; menghambat sintesis asam lemak dan menstimulasi sintesis asam empedu. 2. FOS-inulin yakon berperan sebagai *bile salt sequestrants*, meningkatkan ekskresi asam empedu sekunder dan katabolisme kolesterol hati. 3. FOS-inulin yakon menghambat ekspresi gen yang mengkode enzim lipogenik, diperantarai oleh SREBP-1, USF's, sehingga mereduksi lipogenesis *de novo* di hati; berkontribusi pada penurunan kadar trigliserida, kolesterol dan LDL darah.

Kata kunci: FOS-inulin yakon, hipokolesterolemik

Yakon disebut juga bengkuang Jepang, merupakan tumbuhan yang berasal dari pegunungan Andes, Peru, termasuk keluarga bunga matahari dan dapat tumbuh hingga 1,5-3 m. Yakon mempunyai umbi berwarna putih kekuningan yang dapat dimakan dan berasa manis. Dalam klasifikasi taksonomi, yakon termasuk dalam Family/suku Compositae = Asteraceae (Aster Family), dan spesies: *Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson. Umbi yakon merupakan sumber utama prebiotik FOS. Umbi yakon mengandung sakarida (terutama FOS), sekitar 70-80% berat kering (Viehmannova *et al.*, 2007). Tanaman yakon baru dibudidayakan di Indonesia sekitar tahun 2007 di Wonosobo dan Bandung.

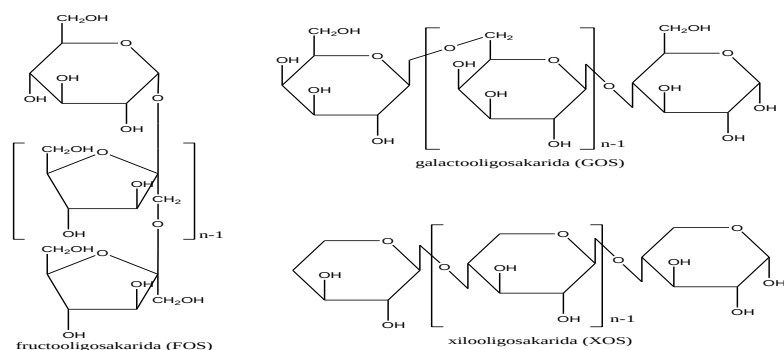
FOS - Inulin Umbi Yakon

Yakon merupakan tanaman umbi, digunakan sebagai pemanis alami atau pemanis antidiabetes, juga mengandung antioksidan polifenol terutama asam klorogenat (942 mg/kg berat kering). Sakarida umbi yakon membentuk 70-80% berat kering, terdiri dari fruktosa 350,1, glukosa 158,3, sukrosa 74,5, FOS (Fruktooligosakarida: GF2-GF9) 206,4, dan inulin 13,5 mg/kg berat kering (Lachman *et al.* 2003). FOS adalah oligosakarida dari unit fruktosil (derajat polimerisasi/DP 2-9) berikatan β -2,1 dengan glukosa; atau

merupakan hasil hidrolisis inulin (DP~60). Komponen utama FOS adalah 1-kestose (GF2), nystose (GF3), dan 1- β -D-fruktofuranosylnystose (GF4).

Sebagai serat pangan yang merupakan substrat utama bagi pertumbuhan mikroflora pada usus besar, FOS dan inulin bersifat larut terfermentasi dan berfungsi sebagai prebiotik. Prebiotik adalah bahan makanan tidak tercerna yang secara selektif menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas spesies spesifik bakteri usus besar seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli* yang menguntungkan bagi kesehatan *host*, ini disebut bakteri probiotik (Yeung, *et al.*, 2005). FOS-inulin tak dapat dicerna oleh asam lambung dan enzim saluran pencernaan sehingga dapat mencapai usus besar, dan di sekum secara lengkap terfermentasi oleh beberapa strain bakteri diantaranya *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* yang memproduksi β -fruktofuranosidase/ fructanase sehingga cepat dan selektif menstimulasi pertumbuhannya (Swennen *et al.*, 2006). Fermentasi anaerobik mikroflora usus terhadap serat pangan secara simultan akan menghasilkan CO₂, CH₄, H₂, asam lemak rantai pendek (SCFA= *short chain fattyacid*-asam asetat, propionat, butirrat, valerat) dan asam laktat sehingga menurunkan pH usus besar, menghasilkan hambatan enzimatik terhadap 7- α -dehidroksilase yang mengkatalisis pembentukan asam empedu sekunder sehingga mengurangi konsentrasi asam empedu sekunder (Sitipanuk and Caudill, 2013). pH kolon yang lebih rendah juga mengubah komposisi mikroorganisme saluran pencernaan, menguntungkan bagi perkembangan bakteri seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*, serta menekan pertumbuhan bakteri anerob patogen seperti *Clostridia* dan *Enterobacter* sehingga menurunkan zat karsinogenik saluran pencernaan. Menurut Shiga *et al.* (2003), penambahan serat pangan terfermentasi menurunkan pH sekum hewan coba secara signifikan.

Struktur beberapa oligosakarida tidak tercerna dan spesies bakteri kolon yang menghasilkan enzim hidrolitik terhadap oligosakarida tidak tercerna, terdapat pada Gambar 1 dan Tabel 1 berikut.



Gambar 1. Struktur Beberapa Oligosakarida Tidak Tercerna
(Swennen, *et.al.*, 2006)

Tabel 1. Enzim Glikolitik dari Bakteri Kolon (Swennen, *et.al.*, 2006)

NDOs	Enzim	Spesies Bakteri
β -Glukooligosakarida	β -Glukosidase	Bifidobacteria, Bacteroides
α -Glukooligosakarida	α -Glukosidase	<i>Bifidobacteria, Bacteroides</i>
Fruktooligosakarida	β - Fruktofuranosidase /fruktanase	<i>Bifidobacteria, Lactobacilli,</i> <i>Clostridia, Bacteroides</i>
β -galaktooligosakarida	β -Galaktosidase	<i>Bifidobacteria</i>
α -galaktooligosakarida	α -Galaktosidase	<i>Bifidobacteria, Lactobacilli,</i> <i>Bacteroides</i>

Umbi yacon dapat dikonsumsi mentah, berbentuk juice, sirup, selai, dikeringkan melalui sinar matahari, atau oven. Terjadinya hidrolisis partial FOS dan inulin dimulai secara singkat setelah pemetikan, dan dipengaruhi ketinggian suatu daerah. Perubahan kadar FOS dan sakarida tanaman pada penyimpanan merupakan peran enzim invertase dan sucrose 1-fructosyltransferase (1-SST). Pemanasan mempengaruhi struktur komponen serat pangan dan ikatan antar molekul. Menurut Graefe *et al.* (2006), penyimpanan 12 hari di tempat teduh, kadar FOS yacon turun dari 50-62 menjadi 27-39%; dan menjadi 29-44% pada pemanasan 6 hari oleh sinar matahari serta meningkatkan kadar sakarida (glukosa, fruktosa) dari 29-34 menjadi 45-51% berat kering akibat invertase.

Efek Hipokolesterolemik

Telah dilakukan penelitian pengaruh penggunaan umbi yacon terhadap kadar kolesterol total, LDL, trigliserida (TG) darah, asam amino taurin dan glisin feses hewan coba, serta pengikatan asam empedu primer (asam kolat) dan sekunder (asam deoksi kolat) oleh umbi yacon secara *in vitro*; sehingga dideskripsikan mekanisme hipokolesterolemik yang mungkin terjadi akibat FOS-inulin yacon. Umbi yacon perlakuan variasi lama perebusan (0, 30, 60, 90 menit) digunakan sebagai suplemen dalam pakan hewan coba *Rattus norvegicus* strain Wistar (jumlah 60 ekor). Berdasarkan kadar FOS dalam umbi yacon ± 65 mg/kg berat kering (Valentova *et al.* 2001), dibuat pakan yang mengandung FOS hingga 10% (Roberfroid, 2000). Diawali dengan pakan hiperkolesterol dan uji kadar kolesterol total hingga lebih tinggi daripada 54 mg/dl. Lama pakan perlakuan terhadap hewan coba 45 hari (Roberfroid, 2000). Variabel diamati: kadar TG, LDL, kolesterol total darah (mg/dl), kadar asam empedu dan asam amino bebas feses (μ g/g), asam empedu terikat secara *in vitro*.

Temuan hasil penelitian menunjukkan: 1. Terdapat pengaruh lama perebusan terhadap kadar kolesterol total, LDL, TG darah, asam amino taurin dan glisin bebas feses hewan coba, kapasitas pengikatan asam empedu primer dan sekunder secara *in vitro* ($p < 0.05$). Penggunaan yacon perebusan 90 menit kurang efektif menurunkan kadar kolesterol total/LDL ($p > 0.05$). Peningkatan lama perebusan menurunkan kadar asam amino taurin dan glisin, menurunkan kapasitas pengikatan empedu primer dan sekunder ($p > 0.05$). 2. Penggunaan yacon menghasilkan senyawa steroid feses yang lebih bervariasi

daripada kelompok pakan standar, sedangkan pada perlakuan perebusan yakon selama 90 menit menghasilkan variasi senyawa steroid feses menyerupai kelompok pakan standar.

Berdasarkan temuan tersebut, dideskripsikan mekanisme hipokolesterolemik sebagai berikut:

Umbi yakon mengandung FOS dan inulin sebagai serat pangan larut yang berperan sebagai prebiotik. Serat pangan larut mempunyai pengaruh metabolik dalam tubuh. Seperti halnya serat pangan larut, FOS-inulin dapat meningkatkan volume air kolon (Brannon 2011), walaupun tidak membentuk gel (Gibson et al., 1995). Menurut Kumar *et al.* (2012), inulin dan FOS merupakan senyawa larut tidak tercerna, viskus dan terfermentasi. FOS-inulin umbi yakon mempunyai kemampuan mengikat asam empedu primer dan sekunder, sehingga didapatkan asam empedu ekskresi pada feses. Didapatkan pula, senyawa steroid feses yang bervariasi dibandingkan kelompok kontrol; sedangkan pada perebusan 90 menit, variasi senyawa steroid feses menyerupai kelompok kontrol (Yuanita dkk., 2014). Sesuai Sayar *et al.* (2005), mekanisme interaksi asam empedu dengan serat larut adalah: a) serat mengikat asam empedu secara langsung, b) meningkatkan viskositas cairan ileum, dan c) dengan misel yang terbentuk dari asam empedu dan asam lemak. Pengikatan asam empedu oleh serat larut FOS-inulin, akan mempengaruhi siklus enterohepatik; mencegah reabsorpsi di ileum siklus enterohepatik, meningkatkan ekskresi asam empedu dan penggunaan kolesterol membentuk asam empedu, sehingga ikut berperan menurunkan kadar kolesterol darah.

Sebagai prebiotik, FOS-inulin meningkatkan aktivitas mikroflora usus *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. *Bifidobacteria* dan sebagian spesies *lactobacilli* menunjukkan aktivitas *bile salts hydrolase*. FOS-inulin meningkatkan mikroflora usus yang menghasilkan BSH. Pada proses biosintesis asam empedu akan terkonyugasi membentuk asam taurokolat, taurokenodeoksikolat, asam glikokolat, dan glikokenodeoksikolat. Enzim BSH yang dihasilkan oleh strain BSH aktif akan mengakibatkan biotransformasi. Hidrolisis asam glikodeoksikolat dan taurodeoksikolat terkonyugasi menghasilkan asam empedu dekonyugasi yaitu terbentuknya asam empedu dan asam amino bebas, pemindahan gugus OH C7, oksidasi reduksi gugus OH dan epimerisasi asam empedu, bersifat kurang larut dan mudah diekskresi (Kim dan Lee, 2005). Menurut Anandharaj *et al.* (2014), asam amino taurin dan glisin dibebaskan, dan akan kembali ke hati, asam empedu primer bebas diekskresi di feses, sedangkan gugus-gugus asam amino akan direabsorpsi oleh usus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan yakon meningkatkan proses dekonyugasi asam empedu sehingga dihasilkan asam amino taurin dan glisin bebas pada feses secara signifikan ($p < 0.05$). Asam empedu dekonyugasi, asam deoksikolat/DCA, tidak mudah diabsorpsi sehingga diekskresi pada feses. Peningkatan asam empedu diekskresi akan menurunkan reabsorpsi asam empedu pada siklus enterohepatik. DCA menghambat pembentukan asam empedu primer melalui aktivitas 7α -hydroxylase kolesterol hepatic dan menghambat aktivitas β -hydroxyl- β -methyl glutarate (HMG)-CoA reduktase, langkah penentu pada sintesis kolesterol.

Menurut Trautwein *et al.* (1998), peningkatan asam empedu feses, berarti gangguan pada sirkulasi enterohepatik memberi pengaruh utama pada hipokolesterolemik.

FOS-inulin menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*, yang berfungsi meningkatkan SCFA dan asam laktat saluran pencernaan. Penurunan pH usus besar menghasilkan hambatan enzimatik terhadap 7- α -dehidroksilase yang mengkatalisis pembentukan asam empedu sekunder sehingga mengurangi konsentrasi asam empedu sekunder (Sitipanuk and Caudill, 2013). Khususnya propionat SCFA menghambat sintesis kolesterol melalui enzim pembentukan kolesterol, 3-hydroxy-3-methyl-glutaryl-CoA (HMG-CoA) synthase dan HMG-CoA reduktase sebagai katalis pembentukan asam mevalonat yang berfungsi sebagai prekursor kolesterol (Cieslik, 2005). Menurut Imaizumi *et al.*, (1992), propionat SCFA juga berfungsi menstimulasi sintesis asam empedu sehingga mengalihkan pembentukan kolesterol ke pembentukan asam empedu. SCFA diabsorpsi pada saluran pencernaan kedalam sirkulasi enterohepatik dan menekan sintesis kolesterol di hati; namun propionat SCFA bukanlah faktor utama pada efek hipokolesterolemik (Levrat *et al.*, 1994). Menurut Beylot (2005), SCFA (C2, C3, dan C4) merupakan inhibitor pada sintesis lipida hepatic dan serum, termasuk asam lemak dan kolesterol, juga berfungsi menstimulasi sintesis asam empedu.

Hasil penelitian menunjukkan lama perebusan berpengaruh terhadap kadar kolesterol total/LDL, TG ($p < 0.05$); sedangkan penggunaan yacon perebusan 90 menit tidak efektif menurunkan kadar kolesterol total/LDL (Yuanita dkk., 2014). Pada peningkatan lama perebusan umbi yacon dihasilkan peningkatan kadar monomer FOS, yaitu glukosa dan fruktosa (Yuanita dkk., 2015). Roberfroid (2000) menunjukkan bahwa hepatosit tikus yang mengkonsumsi FOS memiliki kapasitas yang lebih rendah untuk esterifikasi palmitat [^{14}C] membentuk triasilgliserol, menurunkan 40% kapasitas sintesis triasilgliserol dari asetat [^{14}C]. Efek FOS terhadap penurunan TG-VLDL disebabkan 2 faktor. Pertama, FOS berperan menstimulasi pertumbuhan bakteri probiotik *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*, yang berfungsi meningkatkan SCFA saluran pencernaan. Hipotrigliseridemia menyebabkan penurunan konsentrasi dalam plasma VLDL. Ini merupakan hasil penurunan pada sintesis TG di hati daripada karena aktivitas lipase duodenum. Kedua, FOS menurunkan lipogenesis *de novo* di hati, mereduksi aktivitas semua enzim lipogenesis, disebabkan FOS mengurangi ekspresi gen yang mengkode enzim lipogenik. Menurut Kersten (2001), pengaruh berbagai bahan makanan dan hormon pada ekspresi gen lipogenik, diperantarai oleh *sterol regulatory element binding protein* SREBP-1, *upstream stimulatory factor* USF's (lipogenesis di hati), dan *peroxisome proliferator activated receptors* PPAR- γ (lipogenesis di adiposa). *Growth hormone* dan leptin juga menghambat lipogenesis, sebaliknya insulin menstimulasi lipogenesis.

Delzenne *et al.* (1999) mendapatkan pada penggunaan FOS 10% aktivitas enzim mengalami peningkatan, meliputi *lipogenic enzyme* GPAT (*glucose independent insulinotropic polypeptide*), PAP (*phosphatidate phosphohydrolase*) yang mengubah fosfatida menjadi diasilgliserol; sedangkan aktivitas mRNA *Fatty Acid Synthase* turun

sebesar 40%. Didapatkan pula konsentrasi gliserol-3 fosfat hepatic lebih tinggi secara signifikan, menunjukkan akibat penurunan penggunaannya untuk esterifikasi asam lemak. Roberfroid dan Delzenne (1998), Roberfroid (2000) dan Letexier *et al.* (2003) mendapatkan bahwa inulin menghambat lipogenesis pada hati; hal ini dimungkinkan efek FOS yang menurunkan sintesis *de novo* trigliserida pada hati, yang mana berkontribusi pada penurunan trigliserida dan VLDL-c (Van Loo, 2004; Venter, 2006).

LDL dibentuk dari VLDL/IDL, dan komponen utama LDL adalah kolesterol maupun bentuk esternya; LDL membawa sekitar 65% dari kolesterol serum. Oliviera *et al.* (2013), juga mendapatkan pada penggunaan ekstrak umbi yacon (0.76 gram senyawa fruktan per kg berat badan *wistar rat*) menurunkan total kolesterol, VLDL-c, LDL-c dan TG. Serat larut berfungsi meningkatkan ekskresi asam empedu dan mengakibatkan peningkatan katabolisme kolesterol di hati. Konsekwensinya konsentrasi kolesterol di hati menjadi lebih rendah, ini akan menstimulasi ekspresi reseptor LDL dan meningkatkan internalisasi LDL-c, sehingga menghasilkan penurunan kadar lipoprotein LDL serum. Internalisasi LDL-c akibat *down regulation* untuk pembentukan reseptor LDL merupakan kerja pada tingkat ekspresi gen saat penurunan kolesterol sel hati.

Pada peningkatan lama perebusan umbi yacon, diikuti peningkatan kadar trigliserida darah; hal ini akibat turunnya kadar dan peran FOS-inulin yacon pada perebusan. Peningkatan kadar glukosa dan fruktosa dalam umbi yacon pada perebusan merupakan akibat depolimerisasi dan degradasi FOS, akan menstimulasi meningkatnya kadar insulin dan mengaktifkan HMG-CoA sintase melalui defosforilasi, sehingga meningkatkan pembentukan kolesterol. Glukosa dan fruktosa akan memasuki jalur glikolisis dan sebagai prekursor pada pembentukan TG. Delzenne *et al.* (1999) mengemukakan bahwa transkripsi *fatty acid synthase* terutama diaktifkan oleh glukosa dan insulin. FOS juga memodulasi konsentrasi peptida intestinal, GIP (*glucose independent insulinotropic polypeptide*) dan GLP-1 (*glucagon like peptide- 1*), keduanya meregulasi pengeluaran *postprandial* insulin. Menurut Roberfroid (2000), pada kondisi meningkatnya kadar glukosa akan diikuti induksi enzim lipogenik, disebabkan insulin mempunyai kemampuan untuk meningkatkan transkripsi gen enzim lipogenik.

Kesimpulan

FOS-inulin umbi yacon berperan pada penurunan kolesterol total dan LDL darah, melalui beberapa jalur mekanisme. Sebagai serat pangan larut, FOS mampu mengikat asam empedu sehingga mempengaruhi siklus enterohepatik, dan teramati pada ekskresi senyawa steroid maupun asam amino bebas. Sebagai prebiotik, FOS-inulin meningkatkan peran probiotik mikroflora usus, melalui aktivitas BSH dan produksi SCFA. FOS-inulin juga berperan menurunkan lipogenesis *de novo* di hati, berkontribusi pada penurunan TG, LDL, dan kolesterol darah. Umbi yacon dapat dikonsumsi mentah, perebusan 30 atau 60 menit dengan efektivitas yang sama; sedangkan perebusan 90 menit mengakibatkan penurunan efek hipokolesterolemik FOS-inulin yacon.

Disamping efektivitas umbi yacon sebagai sumber FOS-inulin prebiotik, didapatkan umbi yacon mempunyai aktivitas menghambat pertumbuhan bakteri patogen *Salmonella thypii* dan *Escherichia coli*. Untuk meningkatkan efektivitas umbi yacon sebagai sumber prebiotik FOS-inulin, dapat dibentuk sinbiotik bersama bakteri probiotik (Yuanita dkk., 2015).

Hasil penelitian terhadap serat pangan larut FOS-inulin prebiotik menambah khasanah keilmuan dalam perkuliahan Biokimia di FMIPA Unesa. Sosialisasi kepada masyarakat akan bermanfaat bagi perbaikan status gizi masyarakat melalui pemanfaatan tanaman lokal yacon sebagai sumber FOS potensial yang dapat berfungsi sebagai prebiotik dan sinbiotik; sehingga diharapkan tanaman yacon dapat dibudidayakan pada berbagai tempat. Mengikuti paradigma *Education through Chemistry*, semoga penelitian-penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat memberi sumbang sih untuk membangun negeri ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anandharaj M., Sivasankari B., Rani RP. 2014. Effects of probiotics, probiotics, and Synbiotics on Hypercholesterolemia: A Review. *Chinese Journal of Biologi*. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/572754>.
- Beylot M. 2005. Effectsof Inulin Type Fructans on Lipid Metrabolism in Man and in AnimalModels. *Br.J. Nutr. Suppl.*1. S163-S168.
- Brannon CA. 2011. Prebiotics as Good Carbs. *Today's Dietitian*. Vol. 8 No.8 p.12.
- Cieslik E., Kopec A., Pisulewski PM. 2005. Effects of fructooligosaccharides and Long Chain Inulin on Serum Lipids in Rats. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. Vol 14/55. No 4. pp 437-441.
- Delzenne NM., Kok N. 1999. Biochemical Basis of Oligofructose- Induced Hypolipidemia in Animal Models. *J. Nutr.* Vol 129 No 7. 1467S-1470S.
- Gibson GR., Beatty ER., WangX. 1995. Selective Stimulation of Bifidobacteria in Human Colon by Oligofructose and inulin. *Gastroenterology*.108(4):975-982.
- Graefe S., Hermann M., Manrique I., Golombek S.,Buerkert A. 2006. Effects of Post-harvest Treatment on The Carbohydrate Composition of Yacon Roots in the Peruvian Andes. *Field Crops Research*. Institute of Crop Science, University of Kassel,Steinstr.19D-37213,Withzenhausen,Germany.<http://F:\2010FOS\fos2.htm>
- Imaizumi K., Hirata K., Yasni S., Sugano M. 1992. Prpionate Enhances Synthesis an Secretion of Bile Acids in Primary Cultured Rat Hepatocytes via Succinyl CoA. *Biosci.Biotechnol.Biochem*. 56:1894-1896.
- Kersten S. 2001. Mechanisms of Nutritional and Hormonal Regulation of Lipogenesis. *Embo Reports*. 2: 282-286.
- Kim GB. and Lee BH. 2005. Biochemical and Molecular insights Into Bile Salt Hydrolase in the Gactrointestinal Microflora. *Asian-Aust.J. Anim.Sci*. Vol 18. No10. 1505-1512.

- Kumar M., Nagpal R., Kumar R., Hemalatha R., Verma V.m Kumar A. *et al.* 2012. Cholesterol- Lowering Probiotics as Potensial Biotherapeutics for Metabolic Diseases. *Exp. Diabetes Res.* 20-12: 902917.
- Lachman J., Fernandez EC., Orsak M. 2003. Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. Et Endl.) H. Robinson] Chemical Composition and Use- A review. *Plant Soil Environ.*,49,(6):283-290.
- Levrat MA., Favier ML., Moundras C., Remesy C., Demigne C., Morand C. 1994. Role of Dietary Propionic Acid and Bile Acid Excretion in the Hypocholesterolemia Effects Oligosaccharides in Rats. *J. Nutr.* 124: 531-538.
- Oliveira GO., Braga CP., Fernandes AAH. 2013. Improvement of Biochemical Parameters in Type 1 Diabetic Rats After the Roots aqueous Extract of Yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.& Endl.)] Treatment. *Food and Chemical Toxicology* 59: 256-260.
- Roberfroid MB., Delzenne NM. 1998. Dietary Fructans *Ann.Rev. Nutr.* 18: 117-143.
- Letexier D., Diraison F., Beylot M. 2003. Addition of Inulin to a Moderately High-Carbohydrate Diet Reduce Hepatic Lipogenesis and Plasma Triacylglycerol Concentrations in Humans.*Am J Clin Nutr* 77:559-564.
- Roberfroid MB. 2000. Prebiotics and Probiotics: Are They Functional Foods. *American Journal of Clinical Nutrition.* Vol 71, No 6. 1682 S-1687 S.
- Sayar S, Jannink JI, White PJ, 2005. In Vitro Bile Acid Binding of Flours from Oat lines Varying in Percentage and Molecular Weight Distribution of β - Glucan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* Vol 53. No 22: 8797-8803.
- Shiga K., Hara H., Goroh Okano G., Aoyama. 2003. Ingestion of Water Soluble Soy Bean Fiber Prevents Gastrectomy- Induced Iron Malabsorption, Anemia and Impairment of Voluntary Running Exercise Performance in Rats. *J Nutr* 133: 1120-6.
- Sitipanuk MH., Caudill MA. 2013 *Biochemical, Physiological and Molecular Aspects of Human.* 3 rd Ed. USA. Elsevier Inc. p.200.
- Swennen K., M.Caurtin C., and Delcours A. 2006. Non-Digestible Oligosaccharides with Prebiotic Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 46:459-471.
- Trautwein EA., Rieckhoff D., Erbersdobler HF. 1998. Dietary Inulin Lowers Plasma Cholesterol and Triacylglycerol and Alters Biliary Bile Acid Profile in Hamsters. *J. Nutr.* 128:1937-1943.
- Valentova K., Frcck, J., Ulrichova J. 2001. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) and Maca (*Lepidium meyenii*), Traditional Andean Crops and New Functional Foods on the European Market. *Chem.Listy.* 95:594-601 (in Czech).
- Van Loo J. 2004. Prebiotics Promote Good health: The basis, The Potensial and The Emerging Evidence. *J. Clin Gastroenterol.* 38: 70-75
- Veihmannova I., Luigi M., Eloy CF., Lachman J. 2007. Chemical Composition of Tuberous Roots and Leaves of Yacon [*Smallanthus sonchifolius*(Poepp. Et Endl.) H. Robinson]. *Tropentag.* October 9-11.Witzenhausen.
- Venter CS.2006.Prebiotics for The Improvement of Human Health. *Hum.Ecol.*14:1-6.

- Yeung CK., Glahn RP., Welch RM., Miller DD. 2005. Prebiotics and Iron Bioavailability- Is There a Connection?. *J of Food Science*. Vol. 70 No. 5.
- Yuanita L., Hidayati SH., Wikandari PR. 2013. Efektivitas Fruktooligosakarida Umbi Yacon [*Smallanthus sonchifolia* Poepp.et Endl.) H.Robinson] sebagai Prebiotik dan Sinbiotik: Variasi Lama Penyimpanan dan Perebusan. *Laporan Penelitian Fundamental*. LPPM Unesa.
- Yuanita L., Wikandari PR. 2014. Mekanisme Hipokolesterolemik dan Hipoglikemik Prebiotik FOS-Inulin Umbi Yacon (*Smallanthus sonchifolia* (Poepp.et Endl.) H.Robinson) pada Variasi Lama Perebusan. *Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi*. LPPM Unesa.
- Yuanita L., Wikandari PR., Isnawati. 2015. FOS Umbi Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp.et Endl.) H.Robinson] sebagai Prebiotik dan Sinbiotik untuk Menghambat Pertumbuhan Bakteri Patogen. *Laporan Penelitian Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi*. IDB. LPPM Unesa

KONTRIBUSI PEMBELAJARAN KIMIA YANG MENDASAR DALAM MENCIPTAKAN GENERASI EMAS

Effendy

Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang 65145

Email: effendy.fmipa@um.ac.id

Gagasan tentang Generasi Emas dikemukakan oleh Menteri Pendidikan dan Kebudayaan pada sambutan Peringatan Hari Pendidikan Nasional pada tanggal 2 Mei 2012. Generasi Emas memiliki ciri-ciri tertentu, empat diantaranya adalah berkarakter, cerdas, produktif, dan kompetitif. Generasi Emas merupakan produk dari pembelajaran dengan karakteristik tertentu. Pembelajaran kimia merupakan salah satu kontributor dalam menciptakan generasi emas. Persoalannya, sampai saat ini terdapat banyak masalah dalam pembelajaran kimia yang cenderung mengakibatkan tidak efektifnya pembelajaran tersebut untuk memberikan kontribusi yang optimal dalam pembentukan Generasi Emas. Permasalahan tersebut adalah: (1) pembelajaran yang tidak mendasar; (2) pembelajaran yang sarat dengan kesalahan konsep; (3) belum dirancang untuk mengembangkan secara optimal keterampilan berpikir tinggi siswa; dan (4) belum dirancang secara sistematis untuk mengembangkan karakter siswa. Kontribusi pembelajaran kimia dalam menciptakan Generasi Emas diharapkan optimal apabila pembelajaran kimia dilakukan secara mendasar, tidak menimbulkan kesalahan konsep, optimal dalam mengembangkan karakter dan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa.

Pembelajaran kimia yang mendasar dapat diwujudkan apabila setiap fenomena kimia dijelaskan secara tepat penyebabnya, setiap senyawa kimia yang dijadikan contoh dipahami rumus dan namanya, pembelajaran dimulai dengan awal yang tepat, diberikan contoh yang tepat untuk setiap fenomena, penjelasan tentang suatu fenomena sesuai dengan tingkat pendidikan siswa, konsep dikonstruksi oleh siswa dengan arti yang tepat, pembahasan setiap fenomena mencakup aspek makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, setiap pertanyaan dirancang untuk menghasilkan lebih dari satu jawaban, setiap fenomena kimia dimanfaatkan untuk mengembangkan karakter siswa, serta optimal dalam pemanfaatan TIK. Pembelajaran yang mendasar tersebut dapat meminimalkan terjadinya kesalahan konsep, potensial untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa, dan optimal dalam mengembangkan karakter siswa sehingga memiliki kontribusi yang signifikan untuk menciptakan Generasi Emas.

**MAKALAH
PEMAKALAH PARALEL
BIDANG PENDIDIKAN KIMIA**

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR IPA-KIMIA SMP BERBASIS MODEL
PEMBELAJARAN SIKLUS BELAJAR (*LEARNING CYCLE*)
BERDASARKAN KURIKULUM 2013 DAN IMPLEMENTASINYA DALAM
PEMBELAJARAN**

Parlan dan I Wayan Dasna
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No. 5 Malang 65145

ABTRAK: Mulai tahun 2013 pemerintah Indonesia melalui kementerian Pendidikan dan Kebudayaan menerapkan Kurikulum 2013 yang merupakan perbaikan dari Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP). Salah satu perbedaan mendasar antara Kurikulum 2013 dengan kurikulum sebelumnya adalah pada standar proses, yang mengamanatkan digunakannya Pendekatan Saintifik (*scientific approach*). Untuk mendukung pelaksanaan Kurikulum 2013 diperlukan adanya bahan ajar yang penyajian materinya tergambar langkah-langkah pembelajaran yang mendukung pendekatan saintifik. Salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan bahan ajar yang mendukung pendekatan saintifik adalah model pembelajaran *learning cycle 3-E*. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan bahan ajar IPA-Kimia yang dapat digunakan untuk pembelajaran IPA di SMP/MTs sesuai Kurikulum 2013 dan mengetahui efektivitasnya dalam pembelajaran di kelas. Model penelitian ini merupakan penelitian pengembangan. Prosedur penelitian pengembangan ini mengadaptasi model pengembangan Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974) yakni *four D model* atau model 4-D. Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) dan *Disseminate* (penyebaran). Draf hasil pengembangan divalidasi oleh 4 validator ahli menggunakan instrumen validasi. Data hasil validasi terdiri dari dua jenis, yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Uji efektivitas bahan ajar dalam pembelajaran dilakukan dengan metode eksperimen. Hasil pengembangan berupa bahan ajar IPA-Kimia berbasis *Learning Cycle 3-E* dengan memasukkan komponen-komponen pendekatan saintifik untuk SMP/ MTs. Bahan ajarsiswa terdiri dari 3 bagian yaitu (1) pendahuluan, (2) bagian isi, dan (3) penutup. Bagian pendahuluan terdiri dari beberapa komponen yaitu (1) halaman sampul (*cover*), (2) kata pengantar, (3) daftar isi, (4) daftar gambar, (5) daftar tabel, dan (6) petunjuk penggunaan bahan ajar. Bagian isi bahan ajar berisi uraian materi yang disajikan dengan dengan langkah-langkah pembelajaran dalam model *Learning Cycle 3-E* dengan memasukkan komponen-komponen pendekatan saintifik. Pada setiap akhir bab dilengkapi dengan evaluasi untuk mengukur penguasaan siswa terhadap isi bahan ajar yang dipelajari. Buku Panduan Guru (Buku Guru) berisi (1) petunjuk penggunaan bahan ajar, (2) tinjauan kompetensi inti dan kompetensi dasar, (3) panduan pelaksanaan pembelajaran yang disertai dengan panduan penilaian aspek kognitif, afektif dan psikomotor, (4) silabus, (5) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), serta (6) kisi-kisi soal ulangan harian. Hasil validasi bahan ajar menunjukkan kriteria kelayakan sebesar 80,9% (buku siswa) dan 83,5% (buku panduan guru) dengan kriteria sangat layak. Hasil implementasi bahan ajar dalam pembelajaran IPA menunjukkan bahwa bahan ajar hasil pengembangan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan ini sangat layak pada berbagai kriteria sehingga dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran IPA SMP/MTs sesuai Kurikulum 2013.

Kata kunci: bahan ajar, *learning cycle*, IPA-Kimia, hasil belajar.

PENDAHULUAN

Hasil-hasil yang ditunjukkan oleh para siswa Indonesia pada ajang kompetisi internasional seperti TIMSS (*The International Mathematics and Science Study*) dan PISA

(*Program for International Student Assessments*) menunjukkan bahwa kemampuan berpikirnya hanya pada level rendah dan menengah, sehingga menempatkan Indonesia pada urutan bawah di antara negara-negara peserta. Fakta tersebut menjadi salah satu alasan dilakukannya perubahan Kurikulum 2006 (KTSP) menjadi Kurikulum 2013. Salah satu aspek penting dalam Kurikulum 2013 adalah digunakannya pendekatan ilmiah (*scientific approach*). Pendekatan ilmiah diyakini dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk meningkatkan ketrampilan dan kemampuan berpikirnya.

Pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dalam pembelajaran sebagaimana dimaksud dijabarkan menjadi lima langkah pembelajaran, yaitu mengamati, menanya, mencoba, mengkomunikasikan, dan membentuk jejaring untuk semua mata pelajaran. Agar kurikulum 2013 dapat di implementasikan dengan baik, dibutuhkan fasilitas dan sumber belajar (Mulyasa, 2013:49). Bahan ajar termasuk dalam kategori sumber belajar. Agar implementasi Kurikulum 2013 dapat berjalan dengan baik diperlukan bahan ajar yang sistem penyajiannya menggunakan pendekatan dan model pembelajaran yang sesuai dengan Kurikulum 2013.

Implementasi kurikulum 2013 dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan pendekatan konstruktivisme (*constructivism teaching and learning*). Pendekatan pembelajaran konstruktivisme menekankan pada proses membangun (*toconstruct*) pengetahuan siswa. Pengetahuan dibangun siswa secara mandiri melalui interaksi dengan sumber belajar dan lingkungannya yang akan diproses melalui pengalaman–pengalaman belajar untuk memperoleh pengetahuan baru.

Salah satu model pembelajaran dengan pendekatan konstruktivisme adalah daur belajar 3 fase atau *Learning Cycle* (LC) 3-E. Lawson (1995) mengembangkan *Learning Cycle* 3-E yang tahapannya sebagai berikut: *exploration*, *explanatioan/conceptintroduction*, dan *elaboration/concept application*. Pada model ini, tahap *conceptintroduction* dan *concept application* masing-masing disebut dengan *explanation* dan *elaboration*, sehingga *Learning cycle* 3 fase sering dijuluki LC3-E (*Exploration, Explanation, dan Elaboration*). Tahap-tahap pembelajaran pada *Learning Cycle* ini memungkinkan siswa untuk mengkonstruksi pemahamannya melalui serangkaian aktivitas sehingga diharapkan dapat meningkatkan penguasaan konsep pada diri siswa, yang pada akhirnya dapat meningkatkan prestasi belajarnya.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Development Research*) yang bertujuan untuk menghasilkan produk berupa bahan ajar IPA-Kimia berbasis *Learning Cycle* 3-E untuk SMP/MTs. Prosedur penelitian pengembangan ini mengadaptasi model pengembangan Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974) yakni *four D model* atau model 4-D. Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) dan *Disseminate* (penyebaran).

Produk hasil pengembangan ini diuji kelayakannya dengan cara melakukan validasi ahli dan uji coba produk dalam pembelajaran di kelas. Validator ahli dalam penelitian ini adalah 2 orang dosen dan 2 orang guru IPA SMP, sedangkan subyek uji coba produk ini adalah siswa SMP Negeri 1 Bululawang Kabupaten Malang (untuk uji keterbacaan) dan siswa SMP Negeri I Kauman Tulungagung untuk uji efektivitas penggunaan bahan ajar. Uji efektivitas penggunaan bahan ajar dilakukan dengan eksperimen menggunakan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Jenis data yang diperoleh dari hasil validasi berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa nilai rata-rata yang diperoleh dari angket validasi yang disusun dengan skala Likert 1 sampai 5. Data kualitatif berupa komentar dan saran dari validator terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Data hasil belajar diperoleh melalui tes (hasil belajar kognitif) dan observasi (data hasil belajar afektif dan psikomotor).

Hasil angket penilaian dengan skala Likert dianalisis menggunakan teknik analisis persentase rata-rata. Penentuan makna dari hasil analisis persentase tersebut menggunakan jenjang kriteria kelayakan. Persentase 0 % - 20 % merupakan kriteria tidak layak, 21% - 40 % kurang layak (revisi), 41% - 60 % Cukup Layak, 61% - 80 % layak, dan 81-100% adalah kriteria sangat layak (Riduan, 2005). Hasil belajar kognitif dianalisis dengan uji-t dan hasil belajar afektif dan psikomotor dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Bahan Ajar

Hasil Tahap *Define*

Tahap pendefinisian ini meliputi analisis awal dan analisis kebutuhan siswa. Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap bahan ajar yang sudah ada di lapangan. Berdasarkan hasil analisis pada bahan ajar yang sudah ada ini, diketahui bahwa dibutuhkan bahan ajar IPA-Kimia untuk SMP yang mendukung pelaksanaan Kurikulum 2013.

Langkah yang dilakukan selanjutnya pada tahap analisis awal adalah mengkaji Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) pada kurikulum 2013 yang digunakan sebagai panduan pengembangan bahan ajar. KI dan KD tersebut tercantum pada Lampiran Permendikbud No.68 Tahun 2013. Dari KI dan KD tersebut dihasilkan tujuan pembelajaran dan indikator yang akan dikembangkan dalam produk bahan ajar serta tugas-tugas yang perlu dilaksanakan siswa.

Hasil Tahap *Design*

Pada tahap perancangan dihasilkan *prototype* produk bahan ajar sesuai format yang direncanakan, yang kemudian dikembangkan menjadi bahan ajar. Hasil pengembangan bahan ajar IPA-Kimia berbasis *learning cycle 3-E* sesuai Kurikulum 2013 ini mencakup bahan ajar untuk siswa yang berupa Buku Siswa dan Buku Guru. Format buku siswa meliputi sampul, kata

pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, petunjuk penggunaan bahan ajar, Bab 1: unsur, senyawa, dan campuran, Bab 2: sifat fisika dan sifat kimia zat serta perubahan yang dialami zat, Bab 3: pemisahan campuran, Bab 4: mengenal sifat larutan, Bab 5: indikator asam basa, Bab 6: bahan kimia dalam makanan, Bab 7: zat adiktif dan psikotropika, dan daftar pustaka. Format buku guru meliputi sampul, kata pengantar daftar isi, petunjuk penggunaan bahan ajar, tinjauan kompetensi inti dan kompetensi dasar, uraian materi seperti dalam buku siswa, panduan pelaksanaan pembelajaran yang disertai dengan panduan penilaian aspek kognitif, afektif dan psikomotor, silabus, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP), serta kisi-kisi soal ulangan harian.

Bahan ajar ini disusun berbasis pada model pembelajaran *learning cycle 3-E* sehingga dalam kegiatan pembelajarannya terdiri dari tiga fase, yakni fase eksplorasi, fase pengenalan konsep dan fase aplikasi konsep. Di dalam fase-fase pembelajaran dimasukkan unsur-unsur pendekatan ilmiah (*scientific approach*) yakni mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi dan mengkomunikasikan. Berikut adalah contoh penyajian bagian-bagian bahan ajar. Bagian pendahuluan dapat dilihat pada Gambar 1.

Bagian pendahuluan berisi tentang sekilas materi yang akan dipelajari, yaitu hubungan materi yang akan dipelajari dengan kehidupan sehari-hari, sehingga siswa tertarik untuk mempelajari lebih lanjut tiap bab yang disajikan dalam bahan ajar. Bagian selanjutnya adalah fase-fase *learning cycle 3-E*.

Pendahuluan

Setiap hari kita selalu menggunakan benda-benda yang dihasilkan dari industri kimia. Mulai dari saat kita mandi menggunakan sabun, pasta gigi, shampo, saat sakit mengkonsumsi obat-obatan, dan juga saat kita belajar di sekolah, buku-buku, ballpoint, dan benda-benda lain yang kita gunakan merupakan contoh-contoh dari produk industri kimia. Perhatikan gambar di bawah ini.

Gambar 1.1
(a) Alat-alat tulis
(b) Obat-obatan
(c) Perlengkapan mandi.

Benda-benda tersebut sangat berguna bagi kehidupan. Bahan pembuatannya maupun cara pembuatannya tidak lepas dari ilmu kimia.



Sumber: atk-indonetwork.co.id

(a)



Sumber: hutantropis.com

(b)



Sumber: blogspot.com

(c)

Benda-benda di sekeliling kita dapat digolongkan sebagai materi. Materi adalah segala sesuatu yang memiliki massa dan menempati ruang. Materi di alam dapat berupa zat murni dan dapat juga berupa campuran. Logam besi dan gas oksigen merupakan contoh unsur. Air murni adalah contoh senyawa

Gambar 1. Bagian Pendahuluan

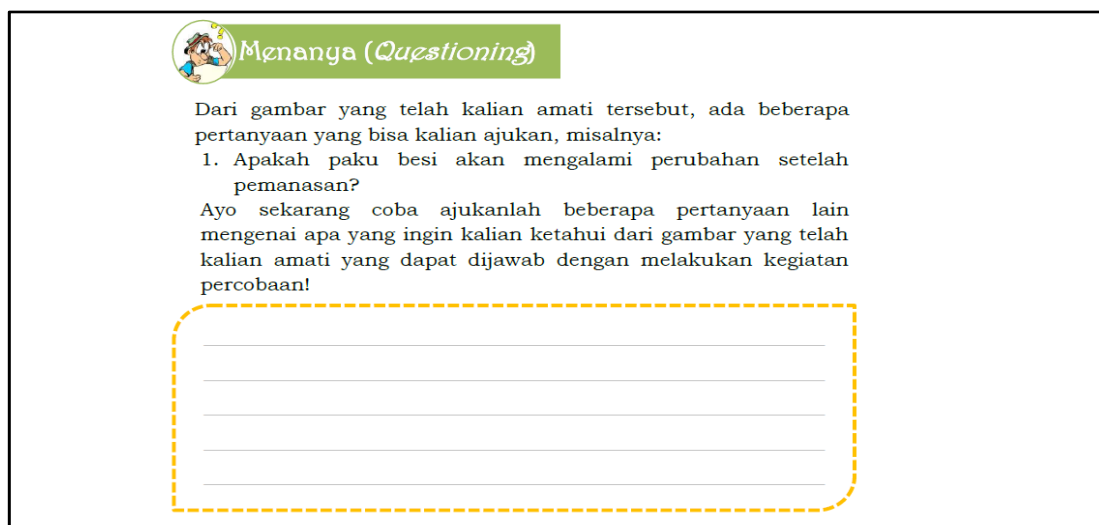
Di dalam fase-fase pembelajaran terdapat unsur-unsur pendekatan ilmiah (*scientific approach*) yakni mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi dan mengkomunikasikan. Fase

eksplorasi merupakan fase pertama dalam *learning cycle 3-E*, fase eksplorasi bertujuan untuk mengajak siswa memikirkan konsep-konsep yang berkaitan dengan materi yang akan diajarkan melalui keterlibatan siswa dalam mengeksplorasi obyek, peristiwa, atau situasi menarik yang dapat diamati. Dalam fase eksplorasi terdapat 3 kegiatan ilmiah, yakni mengamati, menanya, dan mencoba. Kegiatan mengamati merupakan kegiatan mengamati obyek, peristiwa, atau situasi menarik yang berhubungan dengan materi yang akan dibahas. Contoh lembar fase eksplorasi bagian kegiatan mengamati dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lembar Fase Eksplorasi Bagian Kegiatan Mengamati

Kegiatan selanjutnya dalam fase eksplorasi adalah menanya. Lembar fase eksplorasi bagian kegiatan menanya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lembar Fase Eksplorasi Bagian Kegiatan Menanya

Kegiatan menanya merupakan kegiatan menanyakan hal-hal yang ingin diketahui dari kegiatan mengamati. Agar memudahkan siswa dalam membuat pertanyaan, diberikan satu contoh pertanyaan. Setelah kegiatan menanya, kegiatan terakhir pada fase eksplorasi adalah kegiatan mencoba. Kegiatan mencoba merupakan kegiatan melakukan percobaan yang dilakukan siswa untuk menemukan/memperoleh konsep tentang materi yang sedang dipelajari. Kegiatan ini juga dapat digunakan untuk mencari jawaban dari pertanyaan yang diajukan pada langkah sebelumnya. Lembar fase eksplorasi bagian kegiatan mencoba dapat dilihat pada Gambar 4.



Mencoba (*Experimenting*)

Mari kita melakukan percobaan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan yang telah kalian buat!

☐ **Alat-alat yang digunakan**

No.	Jenis alat	Gambar alat
1.	Tabung reaksi	
2.	Lampu spiritus	
3.	Sendok kecil	

No.	Jenis alat	Gambar alat
4.	Penjepit tabung reaksi	
5.	Korek api	

Gambar 4. Lembar Fase Eksplorasi Bagian Kegiatan Mencoba

Fase kedua dalam *learning cycle 3-E* adalah fase *eksplanation*/pengenalan konsep. Fase pengenalan konsep merupakan fase dalam *Learning Cycle* yang berisi uraian materi yang berupa penjelasan konsep. Pada fase ini siswa terlibat dalam kegiatan untuk memaknai informasi atau data yang telah dikumpulkan sehingga diperoleh pemahaman/konsep baru. Pengenalan konsep bertujuan agar konsep yang telah dimiliki siswa di awal pada kegiatan eksplorasi sama dengan konsep umum yang disepakati. Pada fase ini juga dibahas hasil percobaan yang diperoleh siswa dari kegiatan mencoba, sehingga siswa dapat memahami hal-hal yang telah diamati pada kegiatan mencoba. Lembar fase pengenalan konsep dapat dilihat pada Gambar 5.

Fase terakhir dalam *learning cycle 3-E* adalah fase *elaboration*/aplikasi konsep. Pada fase ini siswa dihadapkan pada situasi baru agar dapat menerapkan pemahaman konsep yang telah dimiliki. Fase aplikasi konsep merupakan fase dalam *learning cycle* yang berisi persoalan yang berkaitan dengan materi. Dalam fase aplikasi konsep terdapat 2 kegiatan ilmiah, yakni mengasosiasi dan mengkomunikasikan. Kegiatan mengasosiasi merupakan kegiatan menerapkan konsep yang telah didapat dalam kehidupan sehari-hari.

Kegiatan mengkomunikasikan merupakan kegiatan mengkomunikasikan hasil kegiatan siswa, baik secara individu maupun kelompok. Lembar fase aplikasi konsep bagian kegiatan

mengasosiasi dan mengkomunikasikan dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Hasil Tahap *Develop*

Hasil dari tahap pengembangan (*develop*) ini adalah hasil validasi produk pengembangan dan hasil uji keterbacaan oleh siswa. Validasi terhadap bahan ajar berbasis *Learning Cycle 3-E* untuk SMP pada bahan kajian materi dan perubahannya sesuai Kurikulum 2013 dilakukan oleh 4 validator ahli yakni 2 orang dosen dan 2 orang guru IPA SMP, sedangkan uji keterbacaan dilakukan kepada 10 orang siswa. Setelah hasil validasi dan hasil uji keterbacaan dianalisis, diperoleh persentase tingkat kelayakan buku siswa sebesar 85% dan buku guru sebesar 83,5%. Hasil uji keterbacaan oleh siswa menunjukkan persentase tingkat kelayakan sebesar 90%. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar yang dihasilkan sangat layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran di kelas.

Fase Pengenalan Konsep

Nah setelah kalian melakukan percobaan dan menuliskan data pengamatan, perhatikan penjelasan berikut. Percobaan yang telah kalian lakukan sebelumnya bertujuan untuk membedakan unsur, senyawa dan campuran. Pemanasan yang dilakukan pada paku, gula dan campuran serbuk besi dengan serbuk batu bata dimaksudkan untuk menguraikan komponen masing-masing materi. Ketiga materi tersebut menimbulkan gejala yang berbeda saat dilakukan penguraian dengan cara pemanasan. Berikut adalah penjelasan selengkapnya.

A. Unsur

Pada saat kalian memanaskan paku besi maka yang terjadi adalah paku besi tersebut berpijar. Setelah dihentikan pemanasan, paku besi kembali seperti sebelum dipanaskan. Hal ini menunjukkan tidak terbentuk zat baru pada saat pemanasan, karena besi



Gambar 1.3
Unsur besi hanya tersusun atas partikel-partikel unsur besi.

Gambar 5. Lembar Fase Pengenalan Konsep

Fase Aplikasi Konsep

Mengasosiasi (*Associating*)

- Setelah kalian memahami apa yang dimaksud dengan unsur, senyawa dan campuran, coba kalian tuliskan unsur, senyawa dan campuran yang sering kalian jumpai dalam kehidupan sehari-hari!

Unsur	Manfaat dalam kehidupan



Gambar 6. Lembar Fase Aplikasi Konsep Bagian Kegiatan Mengasosiasi



Mengkomunikasikan (*Communicating*)

Setelah kalian mengisi jawaban pada kegiatan mengasosiasi, komunikasikan jawabanmu dengan cara mempresentasikannya pada teman satu kelompok, dan juga teman-teman sekelasmu!

Gambar 7 Lembar Fase Aplikasi Konsep Bab 1 Bagian Kegiatan Mengkomunikasikan

Implementasi Bahan Ajar dalam Pembelajaran

Deskripsi data hasil belajar kognitif siswa pada kelas kontrol (dibelajarkan dengan ekspositori) dan kelas eksperimen (dibelajarkan dengan model *learning cycle* menggunakan bahan ajar berbasis *learning cycle-3E*) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Deskripsi Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Uraian	Kelas	
	Kontrol	Eksperimen
Jumlah siswa	30	31
Rata-rata	69,96	80,16
Standar deviasi	12,16	6,24
Nilai tertinggi	90,00	90,00
Nilai terendah	43,30	66,70

Untuk mengetahui apakah perbedaan tersebut signifikan dilakukan uji beda (t-test) yang didahului dengan uji prasyarat analisis (uji normalitas dan homogenitas varians). Ringkasan hasil uji-t disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji-t Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Kelas	t-test for Equality of Means Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Kontrol Eksperimen	0,000	Ada perbedaan hasil belajar kognitif siswa

Tabel 3 menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran ekspositori dengan siswa yang dibelajarkan dengan bahan ajar IPA berbasis *Learning Cycle-3E* dan pada bahan kajian 'materi dan perubahannya'. Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif siswa yang dibelajarkan dengan bahan ajar IPA berbasis *Learning Cycle-3E* lebih baik dibandingkan kelas yang dibelajarkan dengan model ekspositori.

Pada pembelajaran dengan model ekspositori dilakukan dengan lima tahapan (Sanjaya, 2011), yaitu; 1) persiapan, berupa orientasi dan penyampaian tujuan pembelajaran, 2)

penyajian/presentasi yaitu penyajian materi oleh guru diikuti dengan tanya jawab, 3) menghubungkan/korelasi, yaitu menghubungkan materi yang dipelajari dengan pengetahuan siswa dan pemberian contoh, 4) menyimpulkan yaitu penyampaian kesimpulan terhadap materi yang telah disampaikan guru atau menyimpulkan hasil kegiatan praktikum, dan 5) penerapan, yaitu pemberian tugas atau tes yang relevan kepada siswa. Pembelajaran dengan model ekspositori kurang memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran, akibatnya proses belajar yang dialami siswa kurang bermakna.

Menurut Sanjaya (2011), ada beberapa penyebab model pembelajaran ekspositori yang memiliki penyampaian secara *direct instruction* ini memiliki kelemahan, diantaranya: (a) model pembelajaran ini efektif diterapkan hanya pada siswa yang memiliki kemampuan mendengar dan menyimak dengan baik, (b) gaya komunikasi pada model ini lebih banyak terjadi satu arah (*one-way communication*), sehingga mengakibatkan kesempatan untuk mengontrol pemahaman siswa akan pemahaman materi pembelajaran terbatas. Beberapa kelemahan tersebut yang kemudian menyebabkan hasil belajar kognitif siswa di kelas kontrol memiliki selisih yang lebih rendah daripada nilai kemampuan awalnya.

Dalam bahan ajar IPA berbasis model pembelajaran *learning cycle-3E*, penyajian materi di dalamnya mengacu pada langkah-langkah pembelajaran dalam model *learning cycle-3E* dan dipadukan dengan pendekatan saintifik seperti yang disarankan dalam Kurikulum 2013 (mengamati, menanya, mengobservasi, menalar, dan mengkomunikasikan). Perpaduan model pembelajaran *LC-3E* dengan pendekatan saintifik memungkinkan siswa untuk belajar secara bermakna. Siswa diberikan kesempatan untuk menggali pengetahuan dan memahami konsep seperti layaknya seorang ilmuwan menemukan ilmu.

Fase-fase dalam model pembelajaran *Learning Cycle 3E* yang dipadukan dengan tahapan pembelajaran dengan pendekatan saintifik secara berurutan membantu siswa dalam mengkonstruksi pengetahuannya sendiri sehingga pembelajaran lebih bermakna dan bertahan lama, karena setiap tahap pada model pembelajaran ini berurutan dan saling berkaitan.

Hasil belajar afektif siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Data Distribusi Siswa Berdasarkan Kriteria Ranah Afektif

Kriteria	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Jumlah	Presentase	Jumlah	Presentase
Sangat kurang	0	0%	0	0%
Kurang	0	0%	0	0%
Cukup	0	0%	1	3,22%
Baik	30	100%	25	80,65%
Sangat Baik	0	0%	5	16,13%

Tabel 3 menunjukkan bahwa persentase nilai afektif siswa kelas eksperimen terdistribusi dalam tiga kriteria yaitu cukup, baik dan sangat baik, sedangkan pada kelas kontrol hanya pada satu kriteria yaitu baik. Distribusi nilai tiap aspek afektif siswa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Distribusi Nilai Tiap Aspek Afektif Siswa

No	Aspek	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
1.	Ketelitian	67,50	72,58
2.	Kejujuran dan bertanggung jawab	91,11	90,32
3.	Kedisiplinan	91,66	93,28
4.	Keaktifan dalam mengemukakan pendapat	59,17	70,16
5.	Frekuensi bertanya	35,84	45,97
	Rata-rata	69,06	74,30

Tabel 4 menunjukkan bahwa ada tiga aspek nilai afektif pada kelas kontrol yang berbeda dengan kelas eksperimen, yaitu aspek ketelitian, keaktifan dalam mengemukakan pendapat, dan frekuensi bertanya. Nilai afektif pada ketiga aspek tersebut kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Sementara dua aspek yang lain yaitu kejujuran dan kedisiplinan hampir sama antara kelas kontrol dan kelas eksperimen. Rata-rata sebaran nilai afektif menunjukkan bahwa nilai rata-rata afektif siswa kelas eksperimen adalah 74,30, sedangkan nilai rata-rata pada kelas kontrol adalah 69,06.

Hasil belajar psikomotorik siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Belajar Psikomotorik Siswa

Rata-Rata Hasil Belajar Psikomotorik	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
	79,05	74,29

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar psikomotorik siswa kelas eksperimen lebih tinggi daripada hasil belajar psikomotorik kelas kontrol. Nilai psikomotorik siswa diperoleh dengan cara melakukan penilaian kinerja siswa saat kegiatan praktikum berlangsung oleh observer dengan mengisi lembar penilaian psikomotorik. Skor yang diberikan didasarkan pada rubrik yang tertera pada rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP). Pada penelitian ini setiap pertemuan dilakukan kegiatan praktikum pada kelas eksperimen, sementara kegiatan praktikum di kelas kontrol dilakukan pada pertemuan kedua dan ketiga. Skor yang diperoleh siswa dihitung rata-ratanya berdasarkan nilai kelompok dan persentasenya merujuk pada Tabel 5

Persentase rata-rata nilai psikomotorik siswa yang dibelajarkan bahan ajar IPA berbasis *Learning Cycle 3E* lebih tinggi daripada rata-rata nilai psikomotorik siswa yang dibelajarkan

dengan model pembelajaran ekspositori. Hal tersebut terjadi karena kelas eksperimen telah mendapatkan bimbingan dari guru sesuai dengan petunjuk yang ada pada buku siswa dengan tahapan-tahapan yang sistematis, sehingga siswa lebih mudah mengkonstruksi pemahaman awalnya sendiri dan menemukan pengetahuan berdasarkan arahan kegiatan yang ada dalam buku siswa. Berbeda pada kelas kontrol, siswa hanya diberikan apersepsi awal dan penjelasan satu arah dari guru ke siswa, sehingga hanya siswa yang memiliki kemampuan menyimak dan mendengarkan dengan baik yang dapat menerima apa yang disampaikan guru. Sementara siswa yang suka berbicara sendiri dengan temannya dan kurang menyimak akan kurang paham dengan yang dijelaskan oleh guru. Hal ini yang menjadi salah satu penyebab siswa mengalami kesulitan dalam melakukan praktikum yang mengakibatkan nilai psikomotorik siswa tersebut rendah.

PENUTUP

Kesimpulan

Hasil validasi bahan ajar menunjukkan kriteria kelayakan sebesar 80,9% untuk buku siswa dan 83,5% untuk buku guru. Uji keterbacaan siswa menunjukkan kriteria kelayakan sebesar 83,5%. Kesimpulan dari hasil validasi dan hasil uji keterbacaan menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis *Learning Cycle 3-E* untuk SMP pada bahan kajian materi dan perubahannya sesuai Kurikulum 2013 ini sangat layak pada berbagai kriteria. Hasil implementasi bahan ajar dalam pembelajaran IPA menunjukkan bahwa bahan ajar hasil pengembangan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan ini sangat layak pada berbagai kriteria sehingga dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran IPA SMP/MTs sesuai Kurikulum 2013.

Saran

Pengembangan bahan ajar IPA-Kimia berbasis *Learning Cycle 3-E* sesuai Kurikulum 2013 menunjukkan bahwa efektif digunakan dalam pembelajaran dan dapat meningkatkan hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Oleh karena itu perlu diupayakan pengembangan bahan ajar IPA pada bahan kajian biologi dan fisika yang dikemas secara terpadu berbasis *Learning Cycle 3-E*.

DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, G. V., & Krathwohl, D. R. 1956. Three Domains- Cognitive, Affective, and Psychomotor. Dalam David Mc. (Ed.), *Taxonomy of Educational Objectives* (hlm.7). Canada: United State of America.
- Blank, L. M. 1999. *A Metacognitive Learning Cycle: A Better Warranty for Student Understanding*, (Online), (<http://www.researchgate.net>), diakses 21 April 2015.
- Bransford, J., A. Brown, and R. Cocking. 2001. *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.

Bybee, R.W. et al, 1989. *The 5E Learning Cycle Model*. Inquiry Approach, 65: 1-2.

Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and Development of Thinking*. Belmont, CA, USA:Wadsworth.

Mulyasa, E. 2013. *Pengembangan dan Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/ Madrasah Tsanawiyah. (Online), (http://http://www.4shared.com/get/LZRBh80j/06_B_Salinan_Lampiran_Permendi.html?simpleLogin=true&startDownload=true). Diakses 16 April 2014.

Thiagarajan, S., Semmel, D.S & Semmel, M.I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Blommington: Indiana University.

**PENGEMBANGAN MODEL LEMBAR KERJA SISWA DENGAN ALUR
PENALARAN INDUKTIF UNTUK PEMBELAJARAN KIMIA KELAS X SMA
SEMESTER 1**

Abudarin^{a,*} dan Sri Wahyutami^a

^a *Prodi Pendidikan Kimia Universitas Palangka Raya*

Jl. Yos Sudarso Palangka Raya 73112

^{*}*E-mail: salsabilaasri@gmail.com*

ABSTRAK: Paradigma baru pembelajaran menghendaki siswa mampu mengkonstruksi sendiri pengetahuan yang harus mereka kuasai. Dalam hal ini siswa memerlukan bimbingan, arahan, tuntunan, atau panduan agar mereka secara mandiri mampu memperoleh pengetahuan yang harus mereka pahami. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model Lembar Kerja Siswa dengan alur penalaran induktif (LKS-induktif) untuk memandu aktivitas belajar siswa guna memperoleh pengetahuan pada pembelajaran kimia kelas X SMA Semester 1. Penelitian secara garis besar dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: (1) perancangan model LKS; (2) penilaian terhadap rancangan LKS oleh calon guru sebagai calon pengguna; (3) ujicoba terbatas dan revisi. Pengembangan LKS dilakukan menggunakan model pengembangan Dick & Carey. Pengumpulan data dilakukan melalui penyebaran angket dan analisis dokumen. Data dianalisis secara kualitatif untuk memaparkan kondisi obyektif model LKS yang telah dikembangkan berdasarkan penilaian calon pengguna dan berdasarkan hasil ujicoba terbatas. Dengan mengacu kepada karakteristik materi subyek, dalam penelitian ini telah dikembangkan dua model LKS dengan alur penalaran induktif, yaitu: (1) LKS-induktif berbasis data empiris yang harus dicari sendiri oleh siswa; dan (2) model LKS-induktif berbasis data atau informasi tersaji. Berdasarkan penilaian calon pengguna (guru kimia) LKS dengan alur penalaran induktif yang dikembangkan dalam penelitian ini dinyatakan: (a) mudah dibaca, mudah dipahami, dan disusun secara sistematis; (b) mudah dilaksanakan dalam pembelajaran; (c) dapat memandu siswa menemukan pengetahuan kimia yang harus mereka kuasai, namun memerlukan waktu belajar yang lebih lama. Dari hasil uji coba terbatas, efektifitas LKS yang dikembangkan dalam memandu siswa menemukan pengetahuan kimia tergolong baik dengan prosentase keberhasilan sebesar 87,85%.

Kata kunci: *pembelajaran kimia, lembar kerja siswa, penalaran induktif*

PENDAHULUAN

Hasil penelitian terdahulu (Abudarin dan Arifin, 2005:38; Abudarin, 2011:42) menunjukkan bahwa sebagian besar konsep kimia yang dipahami siswa diperoleh dari penjelasan

guru, hanya sebagian kecil yang merupakan hasil pemikiran atau penalaran yang mereka lakukan. Kondisi ini telah berdampak pada rendahnya kemampuan siswa untuk menalar atau berpikir ilmiah. Hasil studi TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) tahun 2011 yang menempatkan Indonesia pada urutan 38 dari 42 negara untuk bidang matematika dan urutan 40 dari 42 negara untuk bidang sains cukup menjelaskan betapa rendahnya keterampilan berpikir atau menalar siswa-siswa kita. Hal ini tentu cukup meprihatinkan dan sudah seharusnya menjadi peringatan bagi dunia pendidikan untuk segera berbenah diri.

Dalam proses pembelajaran, keterampilan berpikir atau menalar dapat ditumbuhkan secara efektif antara lain melalui belajar penemuan (*discovery learning*) sebagaimana dikembangkan oleh Jerome Bruner. Menurut Bruner (Trianto, 2009:38) dalam proses pembelajaran siswa hendaknya secara aktif menggunakan konsep-konsep atau prinsip-prinsip yang telah mereka kuasai dan melakukan penyelidikan atau eksperimen untuk menemukan konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang baru.

Proses menemukan konsep atau prinsip dalam pembelajaran dapat mengikuti kerangka pikir atau penalaran induktif maupun deduktif sesuai karakteristik substansi yang dipelajari. Penalaran induktif menurut Poespoprodjo dan Gilarso (2006:22) adalah proses pemikiran di dalam akal kita dari pengetahuan tentang kejadian/peristiwa atau hal-hal yang konkrit dan khusus untuk menyimpulkan pengetahuan yang lebih umum. Sedangkan penalaran deduktif adalah proses pemikiran dari pengetahuan yang lebih umum untuk menyimpulkan pengetahuan yang lebih khusus.

Dalam aktivitas belajar untuk “menemukan” ini siswa dituntut sekaligus dilatih untuk menalar atau berpikir ilmiah. Sudah barang tentu ini bukan perkara mudah bagi siswa yang telah terbiasa menerima pengetahuan dari penjelasan guru. Dalam konteks ini tugas utama guru adalah membuat siswa “mampu menemukan sendiri” pengetahuan yang harus mereka kuasai. Dalam belajar penemuan, siswa memerlukan bimbingan, tuntunan, dan arahan agar mereka mampu melakukan olah pikir untuk menemukan sendiri pengetahuan yang harus mereka kuasai. Bertolak dari kenyataan di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model LKS yang “memampukan” siswa untuk melakukan penalaran induktif guna menemukan konsep-konsep kimia yang harus mereka kuasai.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model LKS pada pembelajaran kimia kelas X SMA Semester 1 untuk memandu siswa melakukan penalaran induktif guna menemukan pengetahuan kimia yang harus mereka kuasai. Penelitian tahap pertama bertujuan untuk membuat rancangan LKS, sedangkan penelitian tahap kedua bertujuan untuk ujicoba implementasi LKS secara luas.

Kegunaan praktis hasil penelitian ini adalah bahwa model LKS yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan daya nalar siswa yang akan berdampak pada pemahaman kimia

yang lebih baik. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis yaitu untuk memperkaya kajian teoritis dan empiris tentang strategi pembelajaran yang berorientasi pada pengembangan kemampuan siswa mengkonstruksi pengetahuannya secara mandiri.

METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan model LKS-induktif ini melibatkan 11 guru kimia di Kalimantan Tengah sebagai responden untuk menilai rancangan LKS yang dikembangkan serta 1 kelas siswa SMA negeri (SMAN 4 Palangka Raya) dan 1 kelas siswa SMA swasta (SMA Kristen Palangka Raya) sebagai subyek ujicoba terbatas penggunaan LKS dalam pembelajaran kimia.

Pengembangan LKS dalam penelitian ini mengadopsi model pengembangan Dick & Carrey (Trianto, 2009:196). Pengembangan LKS dilakukan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut: (1) Analisis kurikulum mata pelajaran kimia untuk memetakan karakteristik materi subyek atau topik-topik pembelajaran kelas X SMA Semester 1 serta merumuskan tujuan pembelajaran; (2) Analisis belajar untuk memilih tipe belajar yang sesuai strategi pembelajaran untuk memilih sesuai karakter materi subyek; (3) Analisis kemampuan awal siswa; (4) Perumusan indikator hasil belajar; (5) Penyusunan instrumen penilaian untuk mengukur ketercapaian indikator hasil belajar; (6) Pengembangan strategi (langkah-langkah) belajar yang efektif yang dikemas dalam bentuk LKS; (7) Penilaian terhadap rancangan model LKS oleh pakar dan calon pengguna; (8) Uji coba implementasi secara terbatas; (9) Perbaikan rancangan LKS.

Data kondisi obyektif rancangan model LKS, yang mencakup keterbacaan, keterlaksanaan, dan kemanfaatan LKS dikumpulkan menggunakan angket yang disebarkan kepada pakar dan calon pengguna. Kemampuan siswa memperoleh pengetahuan kimia dikumpulkan dari hasil pekerjaan siswa pada LKS pada saat uji coba implementasi secara terbatas.

Data kondisi obyektif rancangan model LKS yang dihimpun melalui metode angket dikuatifikasi menggunakan skala Likert untuk mendeskripsikan level (baik-buruk) dari aspek keterbacaan, keterlaksanaan, dan kemanfaatan LKS. Data berupa hasil pekerjaan siswa pada LKS dinilai (benar-salah) untuk menentukan kemampuan siswa memperoleh (menemukan) pengetahuan kimia melalui penalaran induktif. Perhitungan matematis dilakukan untuk menentukan rata-rata proporsi siswa yang mampu memperoleh pengetahuan kimia melalui penalaran induktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengembangan Model LKS

LKS yang dikembangkan dalam penelitian ini ditujukan untuk memandu (membimbing, mengarahkan, menuntun) aktivitas belajar siswa dalam menemukan pengetahuan kimia yang harus mereka pahami melalui penalaran induktif. LKS dirancang sedemikian rupa agar siswa mampu menalar secara induktif untuk menemukan sendiri (atau melalui kerja kelompok) pengetahuan

kimia yang harus mereka kuasai.

Dalam belajar melalui penalaran induktif diperlukan data atau informasi (yang bersifat khusus) yang harus diolah untuk menarik kesimpulan yang bersifat umum. Berdasarkan cara memperoleh data atau informasi yang diperlukan siswa untuk menarik kesimpulan, dalam penelitian ini telah dikembangkan dua model LKS, yaitu:

- 1) Model LKS-induktif berbasis data empiris yang harus dicari sendiri oleh siswa

Dalam model LKStipe ini, data atau informasi yang relevan dengan pengetahuan yang dipelajari harus dicari sendiri oleh siswa melalui kegiatan pengamatan (eksperimen atau survey). Prosedur mencari dan mengolah data/ informasi tersebut dapat disediakan oleh guru atau dirancang sendiri oleh siswa.

- 2) Model LKS-induktif berbasis data atau informasi tersaji.

Sebagian data empiris yang diperlukan siswa untuk menarik kesimpulan tidak dapat diperoleh siswa melalui pengamatan karena keterbatasan peralatan atau atas pertimbangan tertentu. Selain itu sebagian pengetahuan kimia tidak dibangun berdasarkan data empiris tetapi dikembangkan atas dasar gagasan atau ide yang kemudian menghasilkan postulat atau teori. Dalam hal demikian diperlukan strategi pembelajarannya yang berbeda untuk mempelajarinya. Melalui penelitian ini telah dikembangkan model LKS-induktif berbasis data atau informasi tersaji.

b. Hasil Penilaian LKS

LKS yang telah dikembangkan dalam penelitian ini telah dievaluasi untuk mengetahui keterbacaan dan potensi keterlaksanaannya. Data keterbacaan LKS, potensi keterlaksanaan, dan kemanfaatan LKS hanya didasarkan atas penilaian para guru (calon pengguna). Berikut ini dipaparkan data keterbacaan, potensi keterlaksanaan, dan kemanfaatan LKS yang dikembangkan.

Keterbacaan LKS

Data tentang keterbacaan LKS dijamin menggunakan angket dengan empat aspek penilaian, yakni: (1) kemudahan membaca berdasarkan ukuran huruf yang digunakan, (2) kemudahan memahami kata-kata yang digunakan, (3) kemudahan dalam memahami isi/pesan, (4) sistematika penulisan. Data skor rata-rata keterbacaan LKS dipaparkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-Rata Skor Penilaian Terhadap Keterbacaan LKS

Pernyataan Mengenai Aspek yang Dinilai	Rata-rata Skor
Ukuran huruf yang digunakan dapat dibaca dengan baik	4,64
Kata-kata yang digunakan mudah dipahami	4,73
Isi/pesan dari setiap kalimat mudah dipahami	4,64
LKS disusun mengikuti urutan yang sistematis	4,18
Rata-rata Skor Keterbacaan LKS	4,55

Tampak dari Tabel 1 bahwa rerata skor keterbacaan LKS sebesar 4,55 (lebih besar dari

median skala Likert 2,5) menunjukkan bahwa keterbacaan LKS dinilai baik oleh guru. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa LKS yang dikembangkan mudah dibaca, mudah dipahami, dan disusun secara sistematis.

Potensi Keterlaksanaan

Potensi keterlaksanaan aktivitas belajar yang termuat dalam LKS dijangka melalui tiga aspek penilaian, yakni: (1) daya dukung sarana belajar; (2) peluang untuk menggunakan LKS dalam pembelajaran; dan (3) kemudahan melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan LKS. Data skor rata-rata penilaian responden terhadap aspek keterlaksanaan dan manfaat LKS disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Skor Penilaian Responden Terhadap Keterlaksanaan LKS

Aspek yang Dinilai	Rata-rata skor
Daya dukung sarana belajar	4,36
Peluang untuk menggunakan LKS-induktif dalam pembelajaran kimia	4,36
Kemudahan melaksanakan pembelajaran dengan menggunakan LKS	4,00
Kecukupan waktu yang diperlukan untuk pelaksanaan pembelajaran	3,27
Rata-rata Skor Keterlaksanaan LKS	4,00

Keterlaksanaan LKS dari penilaian guru mendapatkan skor rata-rata sebesar 4,00 (lebih besar dari median skala Likert 2,5), artinya bahwa potensi keterlaksanaan aktivitas belajar yang termuat dalam LKS pada pembelajaran kimia tergolong baik. Namun demikian hampir semua guru responden (90,90%) mengatakan bahwa waktu belajar yang diperlukan menjadi lebih lama. Hal ini wajar karena kompetensi yang dikembangkan lebih banyak dari pada pembelajaran dengan alur penalaran deduktif. Sebagian guru responden (36,36%) juga menyatakan bahwa sekolahnya tidak memiliki sarana laboratorium yang memadai, terutama bahan-bahan kimia untuk percobaan. Masalah yang ditimbulkan akibat keterbatasan bahan kimia ini sesungguhnya dapat diminimalisir dengan menggunakan bahan-bahan alternatif sebagaimana dilaporkan dalam penelitian terdahulu (Abudarin, 2000; Abudarin dkk; 2007:31-39).

Manfaat LKS

Data kemanfaatan LKS dijangka melalui lima aspek penilaian, yakni: (1) manfaat LKS bagi guru dalam melaksanakan pembelajaran yang berorientasi pada penemuan konsep; (2) efektifitas LKS dalam memandu siswa untuk menemukan konsep/prinsip kimia; (3) peluang siswa untuk menemukan konsep/prinsip kimia; (4) potensi internalisasi konsep/prinsip kimia yang diperoleh siswa melalui penalaran induktif menggunakan panduan LKS; (5) potensi strategi belajar melalui penalaran induktif dengan panduan LKS dalam mengembangkan keterampilan berfikir. Data skor rata-rata penilaian responden terhadap aspek keterlaksanaan dan manfaat LKS disajikan pada Tabel 3.

Dari tabel 3 tampak bahwa rerata skor manfaat LKS sebesar 4,48, dengan demikian dapat dikatakan bahwa manfaat LKS yang dikembangkan dinilai baik oleh guru. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa LKS yang dikembangkan dapat memandu siswa untuk menemukan konsep/prinsip yang harus mereka kuasai dalam pembelajaran kimia dan sekaligus dapat mengembangkan keterampilan berfikir.

Tabel 3. Rata-Rata Skor Penilaian Responden Terhadap Manfaat LKS

Aspek yang Dinilai	Rata-rata Skor
Manfaat LKS bagi guru untuk melaksanakan pembelajaran yang berorientasi pada penemuan konsep/prinsip	4,45
Efektifitas LKS dalam memandu siswa untuk menemukan konsep/prinsip	4,55
Peluang siswa untuk menemukan konsep/ prinsip	4,09
Potensi internalisasi konsep/pengetahuan kimia yang yang diperoleh siswa melalui penalaran induktif menggunakan panduan LKS	4,09
Potensi strategi belajar melalui penalaran induktif dengan panduan LKS dalam mengembangkan keterampilan berfikir	4,73
Rata-rata Skor Manfaat LKS	4,38

Tabel 4. Proporsi Kelompok Belajar yang Berhasil Menemukan Konsep/prinsip Menggunakan Penalaran Induktif dengan Bantuan LKS

Topik Pembelajaran	Jumlah Kelompok Siswa	Kelompok yang Berhasil Menemukan Konsep/Prinsip	
		Jumlah	Persentase
a. LKS Berbasis Data Empiris yang Dicari Sendiri Siswa			
1. Menentukan partikel dasar atom dan membedakan isotop, isobar, dan isoton	9	8	88,89
2. Konfigurasi Elektron dan Elektron Valensi	9	7	77,78
3. Menentukan Letak Unsur-Unsur dalam Sistem Periodik Modern	9	8	88,89
4. Keteraturan jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron dan keelektronegatifan	9	8	88,89
5. Perbandingan Volume gas-gas	12	10	83,33
6. Menentukan Perbandingan Massa Unsur-unsur dalam Senyawa	12	12	100,00
b. LKS Berbasis data Tersaji			
7. Mengenali Senyawa Polar dan Non Polar	8	8	100,00
8. Menyelidiki Massa Zat-Zat dalam Reaksi Kimia	8	6	75,00
Rata-rata Keberhasilan Menemukan Konsep/prinsip			87,85

c. Hasil Ujicoba Terbatas

LKS yang dikembangkan dalam penelitian ini telah diujicoba secara terbatas, yaitu di SMA Kristen Palangka Raya dan di SMAN 4 Palangka Raya. Ujicoba terbatas ini dimaksudkan hanya untuk mengetahui efektifitas LKS dalam memandu siswa menemukan pengetahuan kimia. Dalam

hal ini kemampuan siswa menemukan konsep/prinsip kimia didasarkan pada keberhasilan siswa memperoleh kesimpulan yang benar dalam setiap topik pembelajaran, berdasarkan data yang dicari sendiri atau yang telah disajikan dalam LKS. Selanjutnya efektifitas LKS diukur dari proporsi kelompok siswa yang berhasil menemukan konsep/prinsip kimia.

Hasil uji coba terbatas menunjukkan bahwa melalui kerja kelompok rata-rata keberhasilan siswa menemukan pengetahuan kimia berupa konsep atau prinsip melalui penalaran induktif dengan bantuan LKS sebesar 87,85%, yang termasuk dalam kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa dengan panduan yang memadai siswa mampu menemukan sendiri konsep/prinsip kimia yang harus mereka kuasai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian pengembangan model LKS penemuan dalam pembelajaran kimia kelas X SMA ini terbagi dalam dua tahap. Dari hasil penelitian tahap pertama ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan penilaian calon pengguna (guru kimia) LKS dengan alur penalaran induktif yang dikembangkan dalam penelitian ini dinyatakan: (a) mudah dibaca, mudah dipahami, dan disusun secara sistematis; (b) mudah dilaksanakan dalam pembelajaran; (c) dapat memandu siswa menemukan pengetahuan kimia yang harus mereka kuasai, namun memerlukan waktu belajar yang lebih lama.
- 2) Dari hasil uji coba terbatas, efektifitas LKS yang dikembangkan dalam memandu siswa menemukan pengetahuan kimia tergolong baik dengan prosentase keberhasilan sebesar 87,85%.

Saran

Dengan panduan belajar yang memadai siswa mampu menemukan sendiri pengetahuan kimia yang harus mereka kuasai, oleh karena itu guru hendaknya mampu mengembangkan LKS yang efektif untuk memandu siswa mengkonstruksi sendiri pengetahuan kimia yang mereka pelajari sekaligus mengembangkan kemampuan siswa dalam menalar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abudarin. (2011). *Tindakan Pedagogi Guru dalam Pembelajaran Kimia di SMA yang Tidak Memiliki Sarana Laboratorium (Suatu Studi Pembelajaran Kimia di SMA Daerah Pinggiran)*. Palangka Raya: (Laporan Penelitian, tidak diterbitkan), 42-43.
- Abudarin dan Arifin. (2005). *Studi Keterlaksanaan Eksperimen Dalam Pembelajaran Kimia SMA di Kalimantan Tengah*. Palangka Raya: (Laporan Penelitian, tidak diterbitkan), 38-39.
- Abudarin. 2000. Peningkatan Efisiensi Penggunaan Bahan Kimia untuk Percobaan Kimia Kelas 1 SMU. *Jurnal Ilmiah MIPA, BKS-PTN Wilayah Barat* Vol. III No. 1
- Abudarin, Arifin, Abdul Hadjranul Fatah. (2007). *Pengembangan Panduan Pembelajaran Kimia Dengan Metode Eksperimen Berbasis Lingkungan Sekitar Untuk Mengembangkan*

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

Kompetensi Kerja Ilmiah Dan Penguasaan Konsep Secara Simultan. Palangka Raya: (Laporan Penelitian, tidak diterbitkan), 31-39.

Poespoprodjo dan Gilarso. (2009). *Logika Ilmu Menalar. Dasar-dasar Berpikir Tertib, Logis, Kritis, Analitis, Dialektis*. Bandung: Pustaka Grafika, 22.

Trianto. 2009. *Mendesain Pembelajaran Inovatif Progresif. Konsep Landasan dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Jakarta: Kencana, 186.

DESAIN MODEL PEMBELAJARAN UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN ARGUMENTASI DAN PEMAHAMAN KONSEP IPA SISWA SMP

Rini Nafsiati Astuti¹, Suyono², Mohamand Nur³

Prodi Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah (PGMI),

UIN MALIKI MALANG, Jalan Gajayana 50 Malang

Prodi S3 Pendidikan Sains, Universitas Negeri Surabaya

Kampus Unesa Ketintang Gedung K.9 Surabaya 60231

Email Penulis: rini.nafsiati@gmail.com

ABSTRAK: Beberapa penelitian yang telah dilakukan tentang pembelajaran argumentasi pada pembelajaran IPA didapatkan bahwa pembelajaran IPA yang melibatkan argumentasi dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA siswa. Penelitian ini digunakan untuk memperoleh model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA siswa SMP. Model yang dikembangkan difokuskan pada empat indikator keterampilan argumentasi, yaitu (1) menentukan klaim, (2) menunjukkan bukti yang mendukung klaim, (3) menyusun alasan, dan (4) menyusun kontraargumen. Model pembelajaran didesain berdasarkan hasil studi lapangan, penelaahan terhadap literatur, dan divalidasi oleh para pakar pembelajaran IPA melalui kegiatan Focus Group Discussion (FGD). Melalui kegiatan Focus Group Discussion (FGD) diperoleh hasil, yaitu (1) model pembelajaran yang dikembangkan didasari oleh teori belajar Piaget, teori konstruktivis sosial Vygotsky, dan teori keterampilan argumentasi, (2) kegiatan guru dan siswa terdiri dari lima tahapan, yaitu orientasi, eksplorasi, praargumen, argumen dan kontraargumen, refleksi dan (3) model pembelajaran didukung dengan lingkungan belajar.

Kata kunci: *model pembelajaran, keterampilan argumentasi, pemahaman konsep*

ABSTRACT: Several studies been done, obtained that learning which involve argumentation can improve students' argumentation skills and concept understanding. This research used to get learning model that can improve junior high students' argumentation skills and science concepts understanding. A model that developed is focusing on 4 indicators of argumentations skills are, (1) deciding claim, (2) giving supporting evidence according to the claim, (3) organize reason, (4) organize counter-argument. The learning model is designed based on the results of field studies, review of the literatures and theoretically validated through Focus Group Discussion (FGD). The results obtained from that program. First, the basic theory that underlies this model is Piaget theory, Vygotsky's social constructivist learning theory, and the theory argumentation skills. Second, learning syntax (teacher and student-activities) consist of five phases, which are orientation, exploration, pre-argument, argument and counter-argument, and last reflection. Third, learning environment.

Key word: *learning model, argumentation skills, concept understanding*

PENDAHULUAN

Salah satu kemampuan penting yang diperlukan siswa untuk dapat sukses menghadapi kehidupan yang lebih kompleks di abad 21 adalah keterampilan berpikir kritis. Menurut Piraz (2007) untuk dapat menghadapi tantangan di abad 21 dibutuhkan keterampilan bernalar dan berpikir kritis. Pendapat lain, Facione (1990) menyatakan bahwa kemampuan dalam menganalisis klaim, bukti, dan argumen merupakan bagian dari berpikir kritis. Dengan demikian Basham *et al.* (2008) mengatakan bahwa kemampuan berpikir kritis yang harus diajarkan pada siswa adalah kemampuan menilai klaim, menyusun argumen, dan menganalisis argumen.

Pendapat tersebut selaras dengan salah satu tujuan yang ingin dicapai dalam mata pelajaran IPA di SMP dalam Kurikulum 2013. Salah satu tujuan mata pelajaran IPA di SMP tersebut adalah menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; **kritis**; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan pengamatan, percobaan, dan berdiskusi. Berdasarkan uraian tersebut, untuk mencapai tujuan mata pelajaran IPA di SMP seperti yang diharapkan dalam Kurikulum 2013, maka kemampuan menilai klaim, menentukan bukti, menyusun alasan yang mendukung klaim, dan menyusun kontraargumen merupakan kemampuan penting yang harus diajarkan dalam kelas.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan oleh Astuti dkk, 2013 di salah satu SMP di kota Malang diperoleh temuan bahwa kemampuan siswa dalam menentukan klaim, menunjukkan bukti, dan menyusun alasan yang dapat mendukung klaim masih rendah diperoleh rata-rata skor masing-masing 35,35%; 30,41%; dan 25,67%. Begitu juga dengan hasil penelitian pendahuluan di salah satu SMPN di kota Surabaya mendapatkan bahwa keterampilan argumentasi siswa SMPN masih rendah pada setiap indikator, yaitu menentukan klaim, menunjukkan bukti, menyusun alasan yang mendukung klaim, dan menyusun kontraargumen pada konsep perubahan fisika dan perubahan kimia dengan rata-rata skor masing-masing 49,84%; 38,53%; 30,80% dan 17,31%. Hasil yang telah diperoleh menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah melalui aktivitas menilai klaim, menunjukkan bukti, menyusun alasan yang mendukung klaim, dan menyusun kontraargumen. Proses pembelajaran masih didominasi aktivitas untuk menghafal informasi dan siswa belum diberi kesempatan untuk mengemukakan ide atau gagasan dengan menentukan klaim, menunjukkan bukti, menyusun alasan yang mendukung klaim, dan menyusun kontraargumen dalam memecahkan masalah. Hal ini terlihat pada kepasifan dan keragu-raguan siswa dalam mengemukakan ide atau gagasan melalui penyusunan argumen. Bahkan ketika siswa diberi suatu permasalahan siswa kesulitan memberikan alasan yang didukung bukti. Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang memberikan kesempatan siswa mengemukakan ide atau gagasan dalam memecahkan masalah melalui aktivitas menentukan klaim, menunjukkan bukti, menyusun alasan

yang mendukung, dan menyusun kontraargumen sehingga dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA siswa SMP.

METODE

Model pembelajaran yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep kimia telah dikembangkan oleh Chin dan Osborne (2010) dalam pembelajaran kimia di SMP, yaitu model QA (*Question Argumentation*). Model QA merupakan model pembelajaran argumentasi dengan berfokus pada mekanisme langkah potensial proses penyusunan argumen. Langkah potensial proses penyusunan argumen yang dimaksudkan dalam model QA adalah langkah-langkah (tahapan) yang harus dilalui oleh siswa dalam menyusun argumen untuk menjelaskan ide bahwa klaim yang telah disusun didukung oleh bukti sehingga klaim tersebut dapat dibenarkan .

Mekanisme langkah potensial dalam model QA terdiri atas tiga langkah utama, yaitu langkah pra argumen (menyusun pertanyaan), menyusun argumen (menjawab pertanyaan dan menyusun penjelasan), dan menggabungkan ide yang bertentangan. Aktivitas dalam langkah pra argumen antara lain (1) siswa diberikan penjelasan tentang definisi dari klaim, bukti, dan argumen serta cara menyusun argumen dengan benar; (2) siswa diminta untuk menentukan klaim dengan memilih salah satu dari dua grafik yang berbeda; (3) siswa diminta menyusun pertanyaan yang terkait dengan dua fenomena grafik yang diberikan, (4) siswa diberikan beberapa pernyataan bukti yang dapat digunakan untuk mendukung klaim yang dipilih; (5) siswa diminta menentukan bukti yang dapat digunakan untuk mendukung klaim yang telah disusun. Langkah kedua dalam model QA, yaitu (1) siswa dalam kelompok kecil yang terdiri dari empat orang siswa mendiskusikan klaim, (2) siswa mengeksplorasi ide satu sama lain tentang bukti yang dapat digunakan untuk mendukung klaim, (3) siswa menyusun alasan untuk menjelaskan bahwa bukti yang telah dipilih dapat mendukung klaim, (4) siswa berdiskusi tentang argumennya untuk menjelaskan ide. Langkah ketiga dari model QA adalah siswa menggabungkan ide yang berbeda menjadi argumen formal dan mengusulkan menjadi sebuah teori.

Model QA memiliki beberapa kelebihan, yaitu (1) menyediakan langkah-langkah potensial dalam penyusunan argumen, (2) memberikan kesempatan siswa melakukan interaksi dialogis tentang ide-ide siswa, baik dengan guru maupun dengan teman, dan (3) secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep. Meskipun model pembelajaran QA tersebut lebih menekankan pada langkah kedua, yaitu langkah menyusun argumen (menjawab pertanyaan dan menyusun penjelasan) pada langkah ke-3 dan 4, tetapi model QA masih mempunyai beberapa kelemahan, yaitu (1) belum menyediakan langkah untuk melakukan eksplorasi konsep sebelum proses penyusunan argumen, (2) belum menyediakan langkah kontraargumen (menyusun argumen yang berlawanan), dan (3) belum menyediakan langkah

refleksi untuk memberikan umpan balik terhadap argumen yang telah disusun siswa.

Simon *et al.* (2008) mengembangkan strategi pembelajaran keterampilan argumentasi pada konten IPA di SMP. Strategi tersebut berfokus pada empat langkah pembelajaran, yaitu (1) menjelaskan makna argumen, (2) menyusun argumen, (3) menyusun kontraargumen, dan (4) melakukan refleksi. Hasil yang diperoleh menunjukkan terjadi peningkatan kemampuan berargumentasi ilmiah siswa dan langkah refleksi merupakan langkah penting dalam pembelajaran argumentasi. Langkah refleksi penting karena memberikan umpan balik terhadap argumen yang telah disusun siswa dan mengetahui perubahan posisi siswa setelah pembelajaran keterampilan argumentasi.

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan model QA yang telah diuraikan di atas, maka model tersebut akan dikembangkan lebih lanjut dengan mempertimbangkan langkah eksplorasi konsep dan langkah kontraargumen yang diungkapkan oleh Dawson dan Venville (2010), langkah refleksi seperti diungkapkan Simon *et al.* (2008) sehingga dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep siswa. Pengembangan model ini diharapkan akan menghasilkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA di SMP.

Metode yang digunakan untuk merancang model pembelajaran terdiri dari dua tahap. Tahap pertama, yaitu tahap pendahuluan. Tahap pendahuluan terdiri dari dua kegiatan, yaitu (1) melakukan studi literatur untuk mempelajari teori-teori dan konsep-konsep tentang pembelajaran IPA yang melibatkan keterampilan argumentasi, dan (2) melakukan uji pendahuluan untuk memperoleh data awal tentang kemampuan argumentasi siswa pada materi perubahan fisika dan kimia serta pelaksanaan pembelajaran IPA di SMP. Berdasarkan hasil dari kedua kegiatan tersebut disusunlah draf produk awal atau rancangan model pembelajaran yang akan dikembangkan lebih lanjut pada tahap pengembangan.

Tahap kedua, yaitu tahap pengembangan model. Pada tahap ini draft rancangan model akan divalidasi oleh para pakar pembelajaran IPA supaya diperoleh model yang valid. Proses validasi model melalui kegiatan Focus Group Discussion (FGD) dengan menggunakan buku model, CD pembelajaran yang berisi contoh pembelajaran dari model yang dikembangkan, dan lembar penilaian. Hasil penilaian dari para ahli memungkinkan tiga hal, yaitu pertama, hasil penilaian menunjukkan bahwa komponen yang dikembangkan dalam model adalah valid/layak atau dapat digunakan. Kedua, hasil penilaian menunjukkan kurang valid atau dapat digunakan dengan revisi terlebih dahulu. Jika demikian, maka rancangan model yang dikembangkan perlu direvisi sesuai saran para ahli. Ketiga, hasil penilaian menunjukkan bahwa komponen dari model yang dikembangkan tidak valid atau tidak dapat digunakan, sehingga model tersebut perlu direvisi dan divalidasi lagi oleh para pakar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada tahap pendahuluan merupakan model hipotetik, yaitu model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA siswa SMP. Berdasar teori Arends bahwa model pembelajaran memiliki empat ciri khusus yang tidak dimiliki oleh strategi atau prosedur tertentu. Keempat ciri khusus tersebut, yaitu: (1) tujuan yang akan dicapai; (2) landasan pemikiran tentang apa yang hendak dicapai dalam pembelajaran dan bagaimana siswa belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran; (3) aktivitas mengajar yang diperlukan agar model dapat dilaksanakan dengan berhasil; (4) lingkungan belajar yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Langkah berikutnya, model pembelajaran hipotetik yang telah dirumuskan divalidasi melalui kegiatan Focus Group Discussion. Hasil yang diperoleh dari kegiatan FGD adalah model pembelajaran hipotetik yang dirumuskan untuk meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA siswa SMP dapat digunakan dengan beberapa revisi. Hasil validasi model dengan revisi sebagai berikut.

Hasil pertama, yaitu model pembelajaran yang dikembangkan didasari oleh teori belajar Piaget, teori konstruktivis sosial Vygotsky, dan teori keterampilan argumentasi. Ketiga teori tersebut digunakan sebagai dasar dalam pengembangan langkah-langkah (sintak) yang harus dilakukan guru dan siswa selama proses pembelajaran keterampilan argumentasi. Tahapan dalam model pembelajaran keterampilan argumentasi adalah sebagai berikut.

Tahap pertama, yaitu orientasi. Tahap orientasi bertujuan untuk menfokuskan perhatiannya dengan mendemonstrasikan peristiwa yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari untuk merangsang rasa ingin tahu dan menimbulkan masalah yang harus dipecahkan melalui penentuan klaim awal. Fase orientasi didukung oleh teori Piaget bahwa pada tahap operasional formal (mulai usia 11 tahun dan seterusnya) anak mampu berpikir abstrak, yaitu berpikir mengenai ide dan memikirkan berbagai alternatif pemecahan masalah sehingga anak mampu bekerja secara efektif dan sistematis serta menarik generalisasi secara mendasar. Menurut Arends (1997) terdapat hal-hal tertentu dari sintak suatu model pembelajaran akan mempunyai kemiripan dengan model pembelajaran lain. Misalnya, hampir semua pembelajaran dimulai dengan memfokuskan perhatian siswa dan memberikan motivasi siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran.

Tahap kedua, yaitu eksplorasi. Tahap eksplorasi bertujuan memberikan kesempatan siswa melakukan eksplorasi konsep untuk membenarkan klaim awal dengan menentukan bukti yang dapat mendukung klaim. Aktivitas yang dilakukan siswa adalah melakukan praktikum, menggali informasi melalui bahan ajar kimia SMP kelas VII yang telah disediakan, mendengarkan penjelasan guru, dan berdiskusi. Tahap ini didukung oleh teori Piaget bahwa faktor aktivitas (pengalaman fisik) dapat meningkatkan kecepatan perkembangan pengetahuan anak. Apabila anak

mengeksplorasi, menguji, mengobservasi, dan mengorganisasikan informasi maka dapat mengubah proses berpikir anak dan menyebabkan pikiran yang lebih kompleks (Woolfolk, 2009). Fase eksplorasi juga didukung oleh teori konstruktivisme sosial bahwa siswa belajar melalui interaksi dengan orang lain atau teman sebaya yang lebih mampu, pengetahuan dan pengertian dikonstruksi bila seseorang terlibat secara sosial dalam dialog dan aktif dalam percobaan-percobaan (Slavin 2008). Pendapat lain yang mendukung, Suyono dan Harianto (2011) belajar akan lebih berhasil jika disesuaikan dengan perkembangan kognitif siswa. Siswa hendaknya diberi kesempatan untuk melakukan eksperimen dengan objek fisik yang ditunjang dengan interaksi teman sebaya.

Tahap ketiga, yaitu pra argumen. Tahap pra argumen merupakan tahap yang memberikan kesempatan siswa melakukan diskusi dengan anggota kelompoknya untuk membahas hasil penyusunan klaim awal, bukti yang telah diperoleh, menyusun alasan yang mendukung klaim awal, dan menyusun kontraargumen dalam bentuk diagram argumen. Tahap ini didukung oleh teori Piaget bahwa faktor transmisi sosial atau belajar dari orang lain melalui interaksi dengan teman-teman di sekitarnya dapat meningkatkan kecepatan perkembangan pengetahuan anak (Woolfolk, 2009). Teori lain yang mendukung adalah teori konstruktivisme sosial tentang scaffolding bahwa siswa diberikan tugas-tugas kompleks dan sulit, selanjutnya diberikan bantuan secukupnya untuk menyelesaikan tugas-tugas tersebut (Slavin, 2011). Pendapat lain yang mendukung, Jonassen dan Kim (2010) bahwa memberikan kesempatan kepada siswa menyusun argumen maka siswa dapat menyusun alasan yang rasional disertai yang didukung oleh bukti untuk menjelaskan kepada teman sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa.

Tahap keempat, yaitu argumen dan kontraargumen. Tahap argumen dan kontraargumen bertujuan memberikan kesempatan siswa mengembangkan keterampilan argumentasi dengan melakukan diskusi kelas tentang hasil penyusunan diagram argumen. Tahap ini didukung oleh prinsip kedua dari teori konstruktivisme sosial Vygotsky bahwa siswa belajar konsep paling baik apabila konsep itu berada dalam tentang zona perkembangan terdekat (*zone of proximal development*), pemecahan masalah melalui bimbingan orang dewasa dengan cara berkolaborasi dengan teman-teman sebaya (Nur, 2008). Pada fase argumen dan kontraargumen terjadi interaksi sosial antara siswa, guru, dan teman sebaya dalam menyelesaikan tugas dan berdiskusi untuk mencapai pemahaman yang sama tentang konsep yang sedang dipelajari. Fase keempat juga dilandasi oleh teori Piaget bahwa tingkat-tingkat kognitif yang lebih tinggi dapat tercapai melalui proses asimilasi dan akomodasi. Proses asimilasi terjadi ketika siswa menyusun argumen untuk mengembangkan ide ketika siswa memahami pengetahuan baru dengan mencocokkan dengan pengetahuan yang sudah diketahui. Proses akomodasi terjadi pada saat siswa terlibat dalam pertukaran pendapat yang berlawanan yang mengharuskan siswa mengubah skema-skema yang sudah ada untuk merespon situasi baru (Woolfolk, 2009).

Menurut Chin dan Osborne (2010) pembelajaran keterampilan argumentasi melibatkan

proses asimilasi dan akomodasi. Proses asimilasi terjadi pada saat terjadi peningkatan ide siswa dalam menyelesaikan masalah dengan menggunakan konsep yang telah diketahui sebelumnya, sedangkan proses akomodasi terjadi ketika terjadi konflik antara teman untuk mempertahankan pendapat melalui argumentasi dan penalaran. Pendapat yang senada oleh Crowell & Kuhn (2012) menyatakan bahwa memberikan kesempatan kepada siswa menyusun argumen dan kontraargumen dapat membantu mempertahankan argumen dan mengidentifikasi kelemahan argumen lain sehingga meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Tahap kelima, yaitu refleksi. Tahap refleksi bertujuan untuk memberikan penilaian dan umpan balik terhadap proses penyusunan argumen dan diagram argumen. Simon *et al.* (2008) menyatakan bahwa pada akhir pembelajaran argumentasi guru dapat menanyakan perubahan pemahaman yang dialami siswa melalui refleksi terhadap proses diskusi dalam menyusun argumen untuk memecahkan masalah. Demikian juga, menurut Erduran dan Jimenez-Aleixandre (2008) pembelajaran argumentasi menekankan pada penjelasan ilmiah dengan melibatkan siswa dalam refleksi pengetahuan dalam proses pembelajaran.

Hasil kedua, yaitu adanya lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran dapat tercapai. Menurut Arends (1997) menangani perilaku buruk dengan cepat, memperluas partisipasi, meningkatkan sikap saling menghormati antar pribadi, dan mempertinggi pemikiran di kelas ketika proses pembelajaran berlangsung. Ramsden (2004) juga menyatakan bahwa terdapat enam prinsip utama pengajaran yang efektif untuk menghasilkan suasana pembelajaran yang kondusif, yaitu (1) minat dan penjelasan; (2) keprihatinan terhadap siswa dan pembelajaran siswa; (3) penilaian umpan balik; (4) tujuan yang jelas dan tantangan intelektual; (5) kebebasan, pendampingan, dan penglibatan aktif; (6) belajar dari guru. Demikian juga, Joyce *et al.* (2009) menyatakan semakin sering guru melatih siswa untuk aktif menyusun gagasan, dan mendapatkan informasi tentang gagasan tersebut semakin meningkatkan potensi siswa. Berdasarkan pendapat tersebut, maka pengelolaan lingkungan belajar dalam model pembelajaran argumentasi adalah dengan memberikan motivasi, arahan, dan bimbingan pada siswa untuk aktif ikut mengemukakan ide atau gagasan selama proses berargumen yang meliputi aktivitas menilai klaim, menentukan bukti, menyusun alasan, dan menyusun kontraargumen melalui pembuatan diagram argumen, menangani perilaku yang menyimpang secara cepat dan hati-hati, memfokuskan kembali bila terjadi penyimpangan, dan sikap saling menghormati.

KESIMPULAN

Hasil yang diperoleh dari validasi model melalui kegiatan Focus Group Discussion (FGD) adalah model pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan argumentasi memiliki lima tahapan pembelajaran. Kelima tahap pembelajaran antara lain, orientasi, eksplorasi, praargumen, argumen

dan kontraargumen, serta refleksi. Kelima tahapan dalam model pembelajaran ini didasari oleh teori belajar Piaget, teori konstruktivis sosial Vygotsky, dan teori keterampilan argumentasi serta didukung dengan lingkungan belajar sehingga diharapkan dapat meningkatkan keterampilan argumentasi dan pemahaman konsep IPA siswa SMP.

DAFTAR RUJUKAN

- Arends, R. I. 1997. *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Astuti, R.N., Suyono., dan Nur, M., 2013. Keterampilan Argumentasi Siswa SMP dalam Pembelajaran Sains (Kimia), Studi Pendahuluan Pengembangan Model Pembelajaran untuk Meningkatkan Keterampilan Argumentasi dan Pemahaman Konsep Kimia Siswa. *Artikel, Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*, PPs Unesa: Surabaya.
- Bassham, G., W. Irwin, H. Nardone, dan J.M. Wallace.(2008). *Critical Thinking a Student's Introduction*. Boston: McGraw-Hill.
- Chin, M., & Osborne, J. 2010. Supporting Argumenation Through Student's Question: Case Studies in Science Classroom. *Journal of The Learning Science*, 19(2), 230 – 284.
- Crowell, A, and Kuhn, D. 2012. Developing Dialog Argumentation Skills: A Three Year Intervention Study. *Journal of Cognition and Development*, 25(7), 123-154.
- Dawson, M., V, and Venville, G. 2010. Teaching Strategies for Developing Students' Argumenation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Journal of Research Science Education*. 40(2),133 – 148.
- Erduran, S. & Jimenes-Aleixandre, M. P. 2008. *Argumentation in Science Education: Perspective from Classroom – Based Rsearch*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Facione, P.,A. 1990. The Disposition Toward Critical Thinking: Its Character, Measurement, and Relation to Critical Thinking Skills. *Informal Logic*, 20(1),61-84.
- Jonassen, H. D. and Kim, B. 2010. Arguing to Learn and Learning to Arque: Design Justification and guidelines. *Journal of Education Teaching Research Development*. 58 : 439 – 457.
- Joyce, B., Weil M., & Calhoun Emily. (2009). *Models of Teaching*, New Jersey, Prentice Hall, Inc.
- Nur, Mohamad, (2008). *Pengajaran Berpusat pada Siswa dan Pendekatan Konstruktivis dalam Pengajaran*. Pusat Sains dan Matematika Sekolah. Surabaya. UNESA Press.
- Permendikbud Nomor 68 tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Pertama/ Madrasah Tsanawiyah.
- Ramsden, P. 2004. *Learning To Teach in Higher Education. 2nd Edition*. London & New York: RoutledgeFalmer.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2008). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International journal of Science Education*, 28(2-3), 235-260.
- Slavin, Robert E. (2000). *Educational Psychology: Theory and Practice*. 6th Edition. Boston: Allyn and Bacon Publisher.
- Suyono dan Harianto. 2011. *Belajar dan Pembelajaran. Bandung*: Remaja Rosdakarya.
- Woolfolk, Anita. 2009. *Educational Psychology Bagian Pertama*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

PENGEMBANGAN BUKU PETUNJUK PRAKTIKUM IPA KIMIA SMP/MTs KELAS VII BERBASIS INKUIRI TERBIMBING

Amalia Cahyarini*, Dermawan Afandy, & Muntholib

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang 65145

**Corresponding author: amaliacahyarini@gmail.com*

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Buku Petunjuk Praktikum IPA Kimia kelas VII SMP/MTs berbasis inkuiri terbimbing serta mengetahui kelayakannya. Pengembangan ini dilakukan menggunakan model pengembangan Borg dan Gall yang terdiri dari sepuluh langkah pengembangan. Akan tetapi, karena pertimbangan keterbatasan waktu dan biaya, maka model pengembangan yang digunakan hanya meliputi tiga langkah yaitu penelitian dan pengumpulan data, perencanaan pengembangan produk, dan pengembangan produk awal. Validasi produk dilakukan menggunakan teknik analisis rerata. Produk dari penelitian pengembangan ini adalah Buku Petunjuk Praktikum berbasis inkuiri terbimbing untuk siswa kelas VII SMP/MTs. Hasil validasi menunjukkan bahwa nilai rata-rata penilaian validator ahli adalah 3,31 dengan kriteria sangat valid, sehingga hasil pengembangan ini layak untuk diuji coba lapangan.

Kata kunci: buku petunjuk praktikum, inkuiri terbimbing, IPA Kimia SMP/MTs

ABSTRACT: The aim of this research is to develop and determine the feasibility of *Experimental Guidelines Book of Chemistry Science for 7th grade based on guided inquiry*. This research and development was carried out using Borg and Gall model that consists of ten development steps. However, because of time and cost limits, this research only used three of ten steps which are research and data collection, product development planning, and initial product development. The product was validated using average technique analysis. The result of research development is an *Experimental Guidelines Book based on guided inquiry for 7th grade*. The validation result shows that the average scores of validator assessment is 3.31 with the valid criteria, therefore the developed experimental guidelines book is feasible to be implemented for a pilot project.

Keywords: experimental guidelines book, guided inquiry, chemistry science for SMP/MTs

PENDAHULUAN

Kualitas suatu bangsa ditentukan oleh kualitas sumber daya manusia yang dimilikinya. Kualitas SDM yang baik tidak lepas dari kualitas pendidikan yang ada dalam suatu bangsa. Menurut Mulyasa (2006), pendidikan memegang peranan yang amat penting untuk menjamin kelangsungan hidup negara dan bangsa, karena pendidikan merupakan wahana untuk meningkatkan dan mengembangkan kualitas sumber daya manusia. Hal inilah yang mendorong pemerintah untuk memperbaiki kualitas pendidikan di Indonesia yang salah satunya dilakukan dengan memperbaiki kurikulum terus menerus.

Menurut Efendi (2009), sejak zaman kemerdekaan, bangsa Indonesia telah mengalami

delapan kali perubahan kurikulum, mulai dari kurikulum 1947 hingga kurikulum 2006 (KTSP). Perubahan yang signifikan pada pendidikan di Indonesia dimulai dengan munculnya Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) pada tahun 2004 yang disempurnakan menjadi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) pada tahun 2006. Winny dan Ramalis (2008) menyebutkan bahwa Depdiknas pada tahun 2004 telah mengembangkan Kurikulum Berbasis Kompetensi (KBK) untuk sekolah dasar dan menengah. Pada tahun 2006, kurikulum tersebut disempurnakan dengan menerapkan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yang mulai dilaksanakan pada tahun ajaran 2006/2007. Munculnya KBK pada 2004 yang disempurnakan menjadi KTSP pada 2006 adalah titik balik terjadinya perubahan paradigma pembelajaran di Indonesia dari behavioristik menjadi konstruktivistik. Perubahan ini tentu saja berakibat besar pada proses belajar mengajar dari yang semula *teacher oriented* menjadi *student oriented*.

Salah satu perubahan yang menonjol pada KTSP adalah adanya bidang kajian kimia di tingkat SMP/MTs yang masuk ke dalam mata pelajaran IPA Terpadu. IPA terpadu adalah IPA sebagai satu kesatuan yang tidak terpisahkan. Dalam mata pelajaran IPA terdapat bidang kajian kimia, fisika dan biologi yang disatukan menjadi satu kesatuan. Munculnya bidang kajian kimia dalam mata pelajaran IPA Terpadu ini membuat guru berjuang lebih keras untuk mengantarkan siswa mendapatkan konsep yang benar karena bidang kajian kimia di SMP/MTs menjadi dasar bagi materi kimia di tingkat selanjutnya, yaitu tingkat SMA. Ilmu kimia merupakan ilmu yang diperoleh dan dikembangkan berdasarkan percobaan untuk mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana gejala-gejala alam; khususnya yang berkaitan dengan komposisi, struktur dan sifat, transformasi, dinamika dan energetika zat. Oleh karena itu, mata pelajaran IPA bidang kajian kimia di SMP/MTs perlu diajarkan untuk meningkatkan pengetahuan, konsep, pemahaman prinsip kimia dari berbagai macam aktivitas dan perubahan alam, serta peristiwa kimia di alam yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Badan Standar Nasional Pendidikan (2006) menyebutkan bahwa pembelajaran IPA, termasuk kimia, menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah. Pembelajaran dengan keterampilan proses dan pengalaman langsung salah satunya dapat dilaksanakan melalui kegiatan praktikum. Bidang kajian kimia dalam mata pelajaran IPA Terpadu tidak bisa dipisahkan dari percobaan di laboratorium, karena menurut Soebagio (2006), ilmu kimia adalah ilmu pengetahuan berlandaskan percobaan yang lahir dan terus berkembang atas percobaan-percobaan di laboratorium. Oleh karena itu, dalam mempelajari ilmu kimia siswa tidak cukup hanya mendengar penjelasan dari guru mengenai fakta dan konsep kimia (metode *ekspositori*), tetapi siswa juga diberi kesempatan untuk mengalami secara langsung fenomena yang terjadi dalam ilmu kimia. Dengan pengalaman langsung, siswa akan lebih memahami apa yang dipelajari.

Praktikum kimia dapat berorientasi pada dua pendekatan yaitu verifikasi dan inkuiri. Praktikum verifikasi adalah kegiatan praktikum yang diarahkan untuk menguji materi pelajaran yang telah disampaikan oleh guru sebelumnya, sedangkan praktikum inkuiri adalah kegiatan praktikum yang diarahkan untuk memperoleh pengetahuan yang berhubungan dengan percobaan. Badan Standar Nasional Pendidikan (2006) menyarankan untuk pembelajaran IPA, termasuk kimia, sebaiknya dibelajarkan dengan inkuiri ilmiah (*scientific inquiry*) agar dapat menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja, dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan hidup. Menurut Kaltakci dan Oktay (2011), inkuiri adalah salah satu pendekatan pembelajaran dimana siswa menemukan, mengambil keputusan, dan menggunakan berbagai sumber informasi dan ide, untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap suatu topik, masalah atau fenomena. Inkuiri merupakan pendekatan pembelajaran yang menekankan pada keterampilan proses, sehingga inkuiri dianggap paling tepat untuk mengajarkan konsep dan fakta kepada siswa melalui percobaan.

Menurut Hassard (2005, dalam Bilgin, 2009), pembelajaran inkuiri pada umumnya dilaksanakan dalam dua bentuk yaitu inkuiri terbuka (*open inquiry*) dan inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Pada inkuiri terbuka, siswa diberi kebebasan untuk menentukan rumusan masalah yang akan diselidiki serta merencanakan/ memilih prosedur yang akan dilakukan, sedangkan pada inkuiri terbimbing, rumusan masalah diberikan oleh guru, sementara prosedur direncanakan/ dipilih oleh siswa dengan bantuan guru (Bellet *al.*, 2005).

Apabila pembelajaran dengan inkuiri terbuka diterapkan pada pembelajaran kimia di SMP/MTs, dapat dipastikan siswa akan mengalami banyak kesulitan karena siswa belum mampu memilih masalah sendiri, mengingat dalam merumuskan masalah seseorang harus sudah memahami materi pelajaran yang akan dipelajari. Oleh karena itu, dalam mengajarkan praktikum bidang kajian kimia di SMP/MTs, guru sebaiknya menggunakan inkuiri terbimbing. Dengan inkuiri terbimbing, diharapkan siswa lebih terarah dalam menyelidiki dan mengorganisasi pikirannya untuk menemukan konsep dan prinsip dengan dibimbing oleh guru dengan pertanyaan-pertanyaan untuk membantu siswa dalam membangun pengetahuannya. Dengan demikian, pembelajaran inkuiri terbimbing lebih tepat digunakan dalam pembelajaran kimia di tingkat SMP/MTs.

Dalam melaksanakan praktikum, siswa memerlukan panduan berupa buku petunjuk praktikum. Buku petunjuk praktikum merupakan buku yang berisi tahapan/ langkah kegiatan laboratorium yang dilengkapi dengan diskusi seperlunya tentang prosedur dan saran-saran dalam melaporkan data (Subiyanto, 1988). Dengan adanya buku petunjuk praktikum diharapkan siswa dapat melaksanakan praktikum sesuai dengan tahapan/ langkah yang ada sehingga pelaksanaan praktikum menjadi bagian dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang di atas, peneliti bermaksud mengembangkan buku petunjuk praktikum IPA Terpadu bidang kajian kimia SMP/MTs berbasis inkuiri terbimbing yang dapat

membantu guru dan siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum yang bersifat konstruktivistik. Penelitian pengembangan ini bertujuan untuk: (1) menghasilkan Buku Petunjuk Praktikum IPA Kimia SMP/MTs Kelas VII berbasis inkuiri terbimbing dan (2) mengetahui kelayakan buku petunjuk praktikum yang dikembangkan.

METODE PENELITIAN

Pengembangan buku petunjuk praktikum ini menggunakan model pengembangan Borg dan Gall. Menurut Borg dan Gall (1989, dalam Sukmadinata, 2005), terdapat 10 langkah pengembangan, antara lain penelitian dan pengumpulan data; perencanaan pengembangan produk; pengembangan produk awal; uji coba lapangan awal; revisi hasil uji coba; uji lapangan; penyempurnaan produk uji lapangan; uji pelaksanaan lapangan; penyempurnaan produk akhir; dan diseminasi dan implementasi. Tetapi karena pertimbangan keterbatasan waktu dan biaya, maka model pengembangan yang digunakan hanya meliputi 3 langkah yaitu: (1) penelitian dan pengumpulan data, yang meliputi pengukuran kebutuhan, studi pustaka, dan penelitian dalam skala kecil; (2) perencanaan pengembangan produk, yang meliputi rancangan produk yang mencakup tujuan penggunaan produk, siapa pengguna produk, komponen-komponen produk, dan perencanaan proses pengembangan dengan mempertimbangkan biaya, waktu, orang-orang yang berpartisipasi dalam pengembangan, serta alat dan bahan yang diperlukan; dan (3) pengembangan produk awal, yang meliputi penyusunan produk awal dan dilanjutkan dengan validasi isi yang diperlukan untuk merevisi produk.

Validasi dalam pengembangan petunjuk praktikum hanya dilakukan sampai tahap validasi isi. Validasi isi dilakukan oleh dua orang guru IPA SMP dan dua orang dosen kimia. Instrumen validasi yang digunakan berupa angket penilaian yang dirancang dalam bentuk pernyataan-pernyataan yang disertai skala penilaian minimal 1 dan maksimum 4. Selain itu, disediakan pula lembaran kosong yang digunakan untuk memberi komentar dan saran terhadap buku petunjuk praktikum yang dikembangkan. Data hasil validasi tersebut dianalisis menggunakan teknik analisis rerata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Buku petunjuk praktikum ini terdiri dari tiga bagian yaitu bagian pendahuluan, bagian isi, dan bagian akhir. Bagian pendahuluan terdiri dari halaman muka (*cover*), kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, petunjuk penggunaan, dan tata tertib di laboratorium. Bagian isi merupakan kegiatan percobaan yang terdiri dari judul praktikum, standar kompetensi, kompetensi dasar, tujuan praktikum, materi pengantar, rumusan masalah, hipotesis, alat dan bahan, prosedur kerja yang masih acak, data pengamatan, analisis data, dan kesimpulan. Bagian akhir berisi daftar pustaka serta lampiran yang berupa gambar peralatan laboratorium yang digunakan dan kunci

jawaban pertanyaan-pertanyaan yang ada di dalam buku petunjuk praktikum.

Validasi isi dilakukan oleh empat orang validator ahli yang terdiri dari dua orang dosen jurusan kimia dan dua orang guru IPA SMP. Data hasil validasi isi diperoleh dari angket penilaian yang disertai dengan lembar komentar dan saran. Data yang diperoleh dari angket penilaian berupa angka-angka yang kemudian dianalisis dan diinterpretasikan untuk mengetahui tingkat kevalidan setiap kriteria dalam buku petunjuk praktikum, sedangkan komentar dan saran dari validator digunakan untuk memperbaiki kualitas dan isi buku petunjuk praktikum yang dikembangkan. Rangkuman data yang diperoleh dari angket penilaian disajikan dalam **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Hasil Validasi Isi

No.	Judul Praktikum	Nilai Rata-Rata	Kriteria
1.	Identifikasi Sifat Larutan Asam, Larutan Basa, dan Larutan Garam Menggunakan Kertas Lakmus	3,25	Valid
2.	Identifikasi Sifat Larutan Asam, Larutan Basa, dan Larutan Garam Menggunakan Indikator Alami	3,30	Sangat valid
3.	Membandingkan Sifat Unsur dan Senyawa	3,20	Valid
4.	Membedakan Larutan, Suspensi, dan Koloid	3,30	Sangat valid
5.	Pemisahan Campuran Dengan Metode Dekantasi	3,40	Sangat valid
6.	Pemisahan Campuran Dengan Metode Filtrasi	3,40	Sangat valid
7.	Pemisahan Campuran Dengan Metode Penguapan	3,25	Valid
8.	Pemisahan Campuran Dengan Metode Sublimasi	3,25	Valid
9.	Pemisahan Campuran Dengan Metode Kromatografi Kertas	3,35	Sangat valid
10.	Ciri-Ciri Perubahan Kimia dan Perubahan Fisika	3,40	Sangat valid
11.	Ciri-Ciri Reaksi Kimia	3,30	Sangat valid

Kriteria validasi untuk nilai rata-rata dengan skala 1,00-1,75 adalah sangat kurang valid dan harus direvisi total. Kriteria validasi untuk nilai rata-rata 1,76-2,50 adalah kurang valid dan harus direvisi sebagian. Kriteria validasi untuk nilai rata-rata dengan skala 2,51-3,25 adalah valid sehingga tidak perlu direvisi. Kriteria validasi untuk nilai rata-rata dengan skala 3,26-4,00 adalah sangat valid sehingga tidak perlu direvisi. Data hasil validasi isi menunjukkan bahwa komponen-komponen dalam buku petunjuk praktikum yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat valid.

Berdasarkan hasil validasi, secara keseluruhan diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,31. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum yang dikembangkan sangat valid sehingga layak untuk diuji coba lapangan. Revisi telah dilakukan pada bagian-bagian tertentu dari buku petunjuk praktikum berdasarkan saran dari validator.

KESIMPULAN

Buku petunjuk praktikum yang dikembangkan terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian pendahuluan, bagian isi, dan bagian akhir. Bagian pendahuluan halaman muka (*cover*), kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, petunjuk penggunaan, dan tata tertib di laboratorium. Bagian isi merupakan kegiatan percobaan yang terdiri dari judul praktikum, standar kompetensi, kompetensi dasar, tujuan praktikum, materi pengantar, rumusan masalah, hipotesis, alat dan bahan, prosedur kerja yang masih acak, data pengamatan, analisis data, dan kesimpulan. Sedangkan bagian akhir berisi daftar pustaka serta lampiran yang berupa gambar peralatan laboratorium yang digunakan dan kunci jawaban pertanyaan-pertanyaan yang ada di dalam buku petunjuk praktikum. Petunjuk praktikum yang dikembangkan berbasis inkuiri terbimbing yang ditunjukkan dengan adanya pertanyaan atau bimbingan yang mengarahkan siswa untuk melakukan tahap-tahap dalam metode ilmiah. Berdasarkan hasil validasi, secara keseluruhan diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,31 dengan skala minimal 1 dan skala maksimum 4. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum yang dikembangkan sangat valid. Revisi telah dilakukan pada bagian-bagian tertentu dari buku petunjuk praktikum berdasarkan saran dari validator. Hal ini menunjukkan bahwa buku petunjuk praktikum yang dikembangkan sudah layak untuk diuji coba lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, R.L., Smetana, L. & Binns, I. 2005. Simplifying Inquiry Instruction. *National Science Teacher Association*, (Online), (<http://www.nsta.org>), diakses 5 Juni 2012.
- Bilgin, I. 2009. The Effects of Guided Inquiry Instruction Incorporating a Cooperative Learning Approach on University Students' Achievement of Acid and Bases Concepts and Attitude toward Guided Inquiry Instruction. *Scientific Research and Essay*, 4(10): 1038-1046.
- BSNP. 2006. *Standar Isi Mata Pelajaran IPA SMP/MTs*. Jakarta:BSNP.
- Efendi, M. 2009. *Kurikulum dan Pembelajaran: Pengantar ke Arah Pemahaman KBK, KTSP, dan SBI*. Malang: Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang.
- Kaltakci, D & Oktay, O. 2011. *A Guided-Inquiry Laboratory Experiment to Reveal Students' Comprehension of Friction Concept: A Qualitative Study*. Turkey: Bogazici University Press.
- Mulyasa, E. 2006. *Kurikulum Berbasis Kompetensi Konsep, Karakteristik, dan Implementasi*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Soebagio. 2006. *Buku Petunjuk Teknis Praktik Pengalaman Lapangan Bidang Studi Pendidikan Kimia*. Malang: UPT Program Pengalaman Lapangan.
- Subiyanto. 1988. *Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Sukmadinata, N.S. 2008. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.

**PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN KIMIA
BERDASARKAN PERSEPSI KONSEP SUKAR DAN KESALAHAN KONSEP PADA
MATERI LARUTAN BUFFER DENGAN BASIS MODEL
DAUR BELAJAR 3 FASE UNTUK MATAKULIAH KIMIA DASAR II**

Yusrotul Nisa Ansori¹, Suhadi Ibnu², dan Fariati³

^{1,2,3}*Prodi Pendidikan Kimia, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang*

Jl. Semarang 5, Malang 65145, Telp: 0341-551334

Email: yna.yusnisaansori@gmail.com; suhadi_ibnu2007@yahoo.com; f4riati@gmail.com

ABSTRAK: Hasil tes diagnostik penelitian terdahulu yang diberikan kepada peserta didik kelas XI SMA Negeri 5 Malang dan MAN Malang II Batu menghasilkan data persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep pada materi larutan buffer. Tes diagnostik yang sama diujikan kepada mahasiswa Kimia Dasar II jurusan Kimia FMIPA UB Malang. Hasil tes menunjukkan kemiripan data konsep sukar dan kesalahan konsep dengan hasil penelitian sebelumnya. Dari hasil penelitian tersebut disusunlah peta pikiran (*mind map*) sehingga diketahui hierarki konsep, analogi, dan diagram. Urutan kegiatan belajar dalam modul mengikuti sintaks daur belajar 3 fase. Pengembangan modul mengadaptasi model 4D dari Thiagarajan *dkk* yang dilakukan hingga langkah validasi empiris. Tujuan penelitian untuk (1) menghasilkan modul larutan buffer, (2) mengetahui kelayakan modul berdasarkan hasil validasi isi dan uji keterbacaan, dan (3) mengetahui keefektifan modul berdasarkan hasil validasi empiris. Hasil penelitian menunjukkan: (1) validasi isi adalah 91,92% (sangat valid); (2) tingkat keterbacaan oleh mahasiswa sebesar 75,23% (valid); dan (3) validasi empiris menunjukkan modul efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep dengan memperbaiki persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa.

Kata kunci: pengembangan modul, persepsi konsep sukar, kesalahan konsep, larutan buffer, daur belajar 3 fase

ABSTRACT: The results of diagnostic test on a pilot study, given to high school students in SMAN 5 Malang and MAN Malang II Batu produced the data of perceived difficult concepts and misconceptions of buffer solution. The same diagnostic test that was given to general chemistry students of FMIPA UB. The result of test showed that student's perceived difficult concepts and misconceptions were similar with the result of the pilot study. From those result could be arranged mind map so could be known the hierarchy concept, analogy, and diagrams. Learning activity in the module followed the syntax of 3 phase learning cycle. The module's development adopted 4D model by Thiagarajan et al. and was done up to empiric validation stage. The study aims were (1) to produce a module of buffer solution, (2) to assess the module quality through content validation and readability test, and (3) to know the module effectiveness through empiric validation. The results of this study were (1) content validation of the module was 91.92% (very valid); (2) readability test by students was 75.23% (valid); and (3) empiric validation result showed that the modul was effective to increase student's concept mastery by rectifying the perceived difficult concepts and misconceptions.

Keywords: developing module, perceived difficult concept, misconception, buffer solution, 3 phase learning cycle

PENDAHULUAN

Materi larutan buffer merupakan salah satu materi yang disajikan pada matakuliah Kimia Dasar II. Untuk dapat mempelajari materi larutan buffer dibutuhkan pemahaman yang benar terhadap konsep yang mendasarinya. Konsep dasar tersebut adalah konsep kesetimbangan, stoikiometri, asam-basa Arrhenius dan Bronsted-Lowry, tetapan ionisasi asam dan basa (K_a dan K_b), serta konsep pH. Selain itu, pemahaman pada tiga tingkat representasi, yakni tingkat submikroskopik, makroskopik, dan simbolik, juga diperlukan mahasiswa dalam memahami materi larutan buffer secara tuntas. Kompleksitas pembelajaran materi larutan buffer tersebut dapat menyebabkan mahasiswa mengalami persepsi konsep sukar, yakni mahasiswa menganggap bahwa materi larutan buffer merupakan konsep yang sukar untuk dipahami.

Konsep sukar yang dimiliki oleh mahasiswa berpotensi menimbulkan kesalahan konsep jika terjadi berulang-ulang. Persepsi konsep sukar didefinisikan sebagai persepsi mahasiswa terhadap konsep yang dianggapnya sukar, dan dalam penelitian diukur oleh soal diagnostik dengan persentase jawaban salah (*PJS*) mahasiswa lebih besar atau sama dengan 61% (Devinta *dkk*, 2011). Kekonsistenan menjawab salah pada konsep yang dipersepsikan sukar merupakan indikator adanya kesalahan konsep. Kesalahan konsep adalah kesalahan pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep yang terjadi secara konsisten (Berg, 1991). Penelitian terdahulu tentang konsep sukar atau kesulitan dan kesalahan konsep pada konsep dan perhitungan larutan buffer telah dilakukan oleh Orgill & Sutherland (2008), Sesen & Tarhan (2011), Arofah (2012), dan Ansori (2013).

Orgill & Sutherland (2008) melakukan penelitian kepada mahasiswa *Western research university*. Hasil penelitiannya mengungkapkan bahwa mahasiswa Kimia Dasar, Kimia Analitik, dan Biokimia mengalami kesukaran dalam memahami konsep dan perhitungan buffer. Kesulitan mahasiswa yaitu sukar dalam menuliskan persamaan reaksi dan mengidentifikasi pH buffer, mendefinisikan asam-basa lemah dan basa-asam konjugatnya, serta menjelaskan hubungan antara pH, konsentrasi ion hidronium, dan K_a . Selain itu, ditemukan kesalahan konsep mahasiswa yang menganggap bahwa (1) buffer dapat mengandung asam dan basa sembarang dalam sembarang proporsi; (2) asam kuat dapat menjadi komponen penyusun buffer; (3) buffer adalah substansi tunggal; (4) buffer merupakan sistem statis; (5) buffer merupakan campuran asam dan basa yang tidak saling berinteraksi; dan (6) buffer mempertahankan pH netral.

Sesen & Tarhan (2011) melaporkan bahwa peserta didik SMA di Turki mengalami kesalahan konsep dengan menganggap (1) buffer hanya dapat dibentuk dari asam lemah dan garamnya; (2) buffer dibentuk dari asam dan garamnya, bukan dari basa konjugatnya; (3) buffer adalah larutan netral; (4) buffer dapat dibuat menggunakan HCl dan NaCl; dan (5) buffer dapat dibuat menggunakan berbagai macam larutan asam atau basa dan garamnya.

Penelitian yang dilakukan Arofah (2012) pada peserta didik kelas XI SMAN 5 Malang tahun ajaran 2011/2012 menemukan peserta didik sukar dalam (1) menentukan campuran asam dan

basa, asam dan garam, atau basa dan garam yang dapat membentuk buffer; (2) menentukan sifat asam atau basa buffer; (3) menentukan pengaruh ion senama terhadap konsentrasi dan kesetimbangan; dan (4) menjelaskan prinsip kerja buffer dalam mempertahankan pH setelah terjadi penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat. Kesalahan konsep yang dialami peserta didik ialah peserta didik menganggap (1) komponen penyusun buffer asam terdiri dari asam lemah dan basa konjugatnya (akseptor lebih dari satu proton); (2) sifat asam atau basa buffer ditentukan oleh asam atau basa kuat sebagai komponen penyusunnya; (3) ion senama tidak mempengaruhi pergeseran kesetimbangan; (4) asam kuat yang ditambahkan tidak bereaksi dengan buffer yang juga bersifat asam sehingga pH buffer konstan; (5) spesi basa kuat yang ditambahkan menetralkan buffer yang bersifat asam; (6) OH^- dari basa kuat dinetralisasi oleh spesi H^+ dari buffer; dan (7) harga K_a turun jika larutan diencerkan.

Ansori (2013) yang melakukan penelitian pada materi perhitungan buffer dengan subjek penelitian peserta didik kelas XI MAN Malang II Batu tahun ajaran 2012/2013 memaparkan kesukaran peserta didik dalam (a) menghitung konsentrasi H_3O^+ dalam larutan asam kuat dan asam lemah; (b) menghitung konsentrasi H_3O^+ pada larutan asam setelah diencerkan; (c) menentukan pengaruh pengenceran pada larutan buffer; (d) menghitung konsentrasi H_3O^+ larutan asam setelah penambahan ion senama; (e) menghitung konsentrasi H_3O^+ dalam larutan buffer dan nonbuffer; (f) perhitungan stoikiometri dan kesetimbangan pada campuran larutan asam-basa kuat-lemah; (g) perhitungan stoikiometri dan kesetimbangan untuk menghitung pH buffer setelah ditambahkan asam atau basa kuat. Selain itu, dilaporkan juga salah konsep yang dialami peserta didik, yaitu menganggap (a) konsentrasi H_3O^+ dalam larutan asam lemah dapat ditentukan dari perbandingan stoikiometri antara H_3O^+ dan asamnya; (b) harga K_a atau K_b dapat berubah akibat efek pengenceran atau ion senama; (c) pengenceran tidak mempengaruhi konsentrasi zat terlarut; (d) volume larutan setelah pengenceran sama dengan volume air yang ditambahkan; (e) buffer dapat dibuat dari pasangan asam kuat dan basa konjugasinya; (f) sifat buffer ditentukan oleh asam atau basa kuat yang menjadi komponen penyusunnya; (g) asam atau basa lemah yang berlebih bereaksi seluruhnya dengan basa atau asam kuat membentuk garam; dan (h) mengabaikan jumlah mol zat mula-mula yang dapat mempengaruhi jumlah mol zat pada keadaan setimbang baru.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kesukaran dan kesalahan konsep pada materi larutan buffer (konsep dan perhitungannya) dapat dialami oleh peserta didik SMA/MA maupun mahasiswa perguruan tinggi, dapat terjadi di dalam ataupun di luar negeri, serta tipe kesukaran dan kesalahan yang ditemukan hampir mirip. Tes diagnostik yang digunakan pada penelitian Arofah (2012) dan Ansori (2013) diujikan lagi kepadamahasiswa Kimia Dasar II jurusan Kimia FMIPA UB Malang. Tes dilakukan sebelum mahasiswa mempelajari materi larutan buffer pada perkuliahan Kimia Dasar II sehingga hasil yang diperoleh benar-benar menunjukkan pemahaman mahasiswa sebagai hasil pengalaman belajarnya di SMA/MA. Hasil tes secara umum

menunjukkan bahwa mahasiswa Kimia Dasar II UB Malang mengalami persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep yang sama dengan peserta didik SMA/MA subjek penelitian Arofah (2012) dan Ansori (2013). Adapun jenis konsep sukar yang baru ditemukan pada mahasiswa UB Malang adalah konsep K_a dan K_b , yaitu sebanyak 74% mahasiswa sukar dalam menganalisis perubahan harga K_a terhadap suatu perlakuan dan menentukan harga K_a atau K_b suatu spesi. Kesalahan konsep baru yang teridentifikasi pada mahasiswa yaitu sebanyak 3,1% mahasiswa menganggap bahwa asam yang memiliki harga K_a merupakan asam yang lemah. Konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa Kimia Dasar II UB selengkapnya dapat dilihat berturut-turut pada Tabel 7 dan 8.

Konsep sukar dan kesalahan konsep yang dimiliki mahasiswa Kimia Dasar II pada materi larutan buffer perlu diperbaiki karena materi larutan buffer merupakan materi dasar untuk mempelajari materi kimia yang berkaitan dan berjenjang lebih lanjut, seperti materi titrasi asam basa pada matakuliah Kimia Analitik serta materi fungsi dan struktur biomolekul pada matakuliah Biokimia. Penguasaan mahasiswa yang lemah terhadap materi larutan buffer akan menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam mempelajari materi tersebut. Oleh karena itu, perkuliahan larutan buffer pada matakuliah Kimia Dasar II perlu difokuskan untuk membantu mahasiswa memperoleh pemahaman materi larutan buffer yang runut, tuntas, dan benar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan mengembangkan modul pembelajaran materi larutan buffer untuk matakuliah Kimia Dasar II. Data konsep sukar dan kesalahan konsep hasil penelitian terdahulu oleh Arofah (2012) dan Ansori (2013), serta data konsep sukar dan kesalahan konsep yang baru ditemukan pada mahasiswa Kimia Dasar II UB Malang dijadikan sebagai dasar penyusunan peta pikiran. Dari peta pikiran dikembangkan modul larutan buffer dengan basis model daur belajar 3 fase. Daer belajar 3 fase terdiri dari fase eksplorasi, pengenalan konsep, dan aplikasi konsep. Model daur belajar dipilih karena berdasarkan hasil penelitian Lawson (2011) dan Turkmen & Usta (2007), model daur belajar efektif dalam merunut dan memperbaiki kesalahan konsep. Dipilih daur belajar paling sederhana (3 fase) agar pemaparan materi lebih mudah dilakukan dan tetap dapat membimbing mahasiswa menemukan konsep yang dipelajari. Diharapkan persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa Kimia Dasar II pada materi larutan buffer dapat diperbaiki dengan pembelajaran modul. Berdasarkan uraian di atas, penelitian yang dilakukan bertujuan untuk (1) menghasilkan modul larutan buffer berdasarkan data konsep sukar dan kesalahan konsep penelitian sebelum, pola kegiatan belajar dalam modul mengikuti sintaks daur belajar 3 fase, dan dikembangkan dengan model 4D dari Thiagarajan *et al.*, (2) mengetahui kelayakan modul berdasarkan hasil validasi isi dan uji keterbacaan, dan (3) mengetahui keefektifan modul berdasarkan hasil validasi empiris.

METODE PENELITIAN

Pengembangan modul larutan buffer menggunakan model 4D dari Thiagarajan *dkk* (1974). Model 4D terdiri dari empat tahap, yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebarluasan (*disseminate*). Tiap tahap terdiri dari beberapa langkah. Pengembangan modul hanya mengadaptasi model 4D hingga langkah validasi empiris. Langkah pengemasan dan penyebaran belum dilakukan karena keterbatasan penelitian.

Pada tahap pendefinisian dilakukan (1) analisis ujung depan, yaitu mengkaji hasil penelitian terdahulu oleh Arofah (2012) dan Ansori (2013) mengenai masalah pembelajaran larutan buffer serta penyebab timbulnya masalah tersebut; (2) analisis mahasiswa, dilakukan tes diagnostik kepada mahasiswa Kimia Dasar II FMIPA UB Malang untuk mengidentifikasi persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa pada materi larutan buffer; (3) analisis tugas, mengkaji standar kompetensi perkuliahan Kimia Dasar II; (4) analisis konsep, dilakukan dengan membuat peta pikiran dari data konsep sukar dan salah konsep hasil penelitian Arofah (2012) dan Ansori (2013) hingga diketahui hierarki konsep; dan (5) perumusan tujuan pembelajaran agar mahasiswa mengetahui pengetahuan yang dapat dikuasai setelah mempelajari setiap kegiatan belajar dalam modul.

Tahap perancangan diawali dengan (1) penyusunan tes acuan patokan, namun tidak dilakukan karena menggunakan soal diagnostik hasil penelitian Arofah (2012) dan Ansori (2013). Soal tes diagnostik terdiri dari 29 butir soal pilihan ganda dengan validitas isi 91,38% dan reliabilitas 0,869. (2) Pemilihan media, menetapkan modul sebagai bahan ajar cetak. (4) Pemilihan format, menentukan pola kegiatan belajar dalam modul, yakni mengikuti sintaks daur belajar 3 fase. Setelah format ditentukan, dikembangkan rancangan awal modul.

Tahap ketiga yaitu pengembangan yang meliputi validasi isi dan uji keterbacaan. Validasi isi dilakukan untuk memperoleh data berupa penilaian dan saran dari validator sehingga diketahui tingkat kelayakan modul larutan buffer. Angket validasi isi diisi oleh 2 orang dosen kimia FMIPA UM. Modul yang telah direvisi berdasarkan komentar dan saran validator kemudian diuji keterbacaannya oleh 9 orang mahasiswa kimia UM. Hasil uji keterbacaan menunjukkan tingkat kemenarikan dan kemudahan mahasiswa mempelajari modul larutan buffer.

Pada tahap penyebarluasan dilakukan validasi empiris. Validasi empiris diterapkan kepada 32 orang mahasiswa jurusan kimia FMIPA UB Malang yang belum mendapatkan materi larutan buffer pada matakuliah Kimia Dasar II. Validasi empiris menggunakan rancangan satu-kelompok pretes-postes (*one-group pretest-posttest design*). Rancangan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1. Soal pretes dan postes menggunakan soal tes diagnostik yang dikembangkan dan digunakan pada

penelitian Arofah (2012) dan Ansori (2013). Hasil pretes dan postes menunjukkan tingkat keefektifan modul larutan buffer dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa.

Tabel 1 Rancangan Penelitian Satu-Kelompok Pretes-Postes

Subyek	Pretes	Perlakuan	Postes
Mahasiswa matakuliah Kimia Dasar II FMIPA UB	O1	X	O2

Keterangan:

O1 : Pretes (tes awal)

X : Pembelajaran dengan modul hasil larutan buffer

O2: Postes (tes akhir)

Kelayakan modul yang dikembangkan ditentukan dari hasil perhitungan persentase rata-rata validasi isi dan uji keterbacaan. Modul dikatakan layak bila memenuhi kriteria kelayakan isi, bahasa, dan penyajian serta memenuhi tingkat keterbacaan mahasiswa. Modul layak digunakan bila persentase kelayakannya berada pada rentang 61%-80%, dan dikatakan sangat layak jika persentase kelayakan yang diperoleh lebih besar atau sama dengan 81% (Riduwan, 2007). Modul dianggap efektif jika terjadi peningkatan penguasaan konsep mahasiswa setelah belajar menggunakan modul. Peningkatan penguasaan konsep diukur dengan (1) menghitung nilai perolehan ternormalisasi; (2) menguji perbedaan antara skor pretes dan postes; serta (3) menghitung penurunan persentase jawaban salah (*PJS*) dan persentase kesalahan (*PK*) mahasiswa. Peningkatan penguasaan konsep berdasarkan nilai perolehan ternormalisasi mengikuti kriteria dari Hake (1998), yakni kriteria peningkatan penguasaan tinggi jika nilai perolehan ternormalisasi lebih besar dari 0,7. Nilai perolehan ternormalisasi pada rentang 0,3-0,7 menunjukkan peningkatan pemahaman sedang, sedangkan peningkatan pemahaman rendah ditunjukkan jika nilai perolehan ternormalisasi kurang dari 0,3. Keefektifan pembelajaran modul dalam memperbaiki konsep sukar dan kesalahan konsep termasuk dalam kategori tinggi jika persentase keefektifan yang diperoleh lebih besar dari 70%, kategori rendah jika dalam rentang 31%-70%, dan kategori rendah jika persentase keefektifannya lebih kecil atau sama dengan 30%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Modul Larutan Buffer

Penelitian yang dilakukan menghasilkan produk akhir berupa modul larutan buffer. Modul terdiri dari 3 bagian, yaitu bagian pendahuluan, isi, dan penutup. Bagian pendahuluan mencakup halaman muka, kata pengantar, daftar isi, model pembelajaran dalam modul (daur belajar 3 fase), dan petunjuk penggunaan modul. Halaman muka dilengkapi dengan gambar berwarna untuk

menambah nuansa estetika dan kemenarikan pengguna.

Bagian isi memuat komponen utama dalam modul yang disusun untuk dapat meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa dengan memperbaiki konsep sukar dan kesalahan konsep yang dialami mahasiswa. Komponen utama terdiri atas komponen analisis konsep, interpretasi konsep, dan uji diri. Selain komponen utama, juga disajikan komponen pelengkap yang terdiri dari peta pikiran, kemampuan prasyarat, dan analogi. Peta pikiran menunjukkan hubungan antar topik dalam modul sehingga memudahkan mahasiswa melihat ruang lingkup materi dan keterkaitan antar konsep. Peta pikiran dikembangkan dengan mengacu pada dua peta konsep hasil penelitian Arofah (2012) dan Ansori (2013). Isi modul yang mencakup konsep prasyarat, analogi, konsep dan perhitungan dikembangkan berdasarkan peta pikiran. Tampak pada peta pikiran (Gambar 1a) bahwa materi larutan buffer berkaitan dengan materi sebelumnya, yaitu materi kesetimbangan kimia, teori asam-basa Bronsted-Lowry, dan efek ion senama.

Komponen kemampuan prasyarat menyajikan konsep yang perlu diingat dan dikuasai mahasiswa sebelum mempelajari materi. Contoh kemampuan prasyarat yang terdapat dalam modul adalah konsep asam kuat dan asam lemah (Gambar 1b). Konsep asam kuat dan asam lemah diberikan karena mahasiswa kesulitan dalam menentukan campuran larutan yang dapat membentuk buffer seperti yang diungkapkan oleh Orgill & Sutherland (2008) dan Arofah (2012).

Komponen analogi menguraikan contoh dalam kehidupan sehari-hari yang menggunakan prinsip yang sama dengan materi. Salah satu contoh analogi yang disajikan adalah pH darah sehingga mahasiswa dapat memahami dengan mudah konsep pengenceran dan penambahan asam atau basa kuat ke dalam buffer. Alasan pemberian komponen analogi dalam modul diperkuat oleh pernyataan Christoper (2013) yang mengatakan bahwa analogi dapat membantu memahami konsep yang sukar dipelajari. Tampilan komponen analogi ditunjukkan pada Gambar 1c.

Terdapat empat kegiatan belajar pada bagian isi modul, yakni (1) buffer asam; (2) buffer basa; (3) ciri larutan buffer; dan (4) reaksi asam dan basa. Setiap kegiatan belajar terdiri dari satu siklus belajar yang sesuai dengan langkah-langkah model daur belajar 3 fase, yaitu fase eksplorasi, pengenalan konsep, dan aplikasi konsep.

Pada fase eksplorasi, mahasiswa terlibat secara aktif dalam serangkaian kegiatan penggalan konsep dengan mengerjakan komponen analisis konsep. Materi pada analisis konsep ditekankan pada konsep yang dianggap sukar dan sering menimbulkan kesalahan konsep. Komponen analisis konsep berisi sejumlah langkah untuk mempelajari suatu konsep serta mengandung pertanyaan yang harus dikerjakan oleh mahasiswa. Persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep diharapkan dapat diperbaiki melalui komponen analisis konsep. Sebagai contoh, Analisis Konsep 1.1 (Gambar 1d) diberikan karena berdasarkan hasil pretes teridentifikasi bahwa mahasiswa mengalami kesukaran dalam memahami konsep dan perhitungan pH larutan asam lemah. Kesukaran yang dialami mahasiswa membuat mahasiswa salah konsep dengan menganggap bahwa (1) asam yang

memiliki harga K_a termasuk asam lemah, dan (2) konsentrasi H_3O^+ dalam larutan asam lemah dapat ditentukan dari perbandingan stoikiometri antara H_3O^+ dan asamnya (seperti pada asam kuat). Konsep sukar dan kesalahan konsep yang serupa pernah dilaporkan oleh Arofah (2012) dan Ansori (2013). Oleh karena itu, pada Analisis Konsep 1.1 diberikan langkah-langkah penyelesaian perhitungan pH larutan asam lemah sehingga mahasiswa dapat menguasai konsep dan perhitungan pH larutan asam lemah dengan tepat.

Kegiatan belajar pada fase eksplorasi kemudian dilanjutkan dengan fase pengenalan konsep. Pada fase pengenalan konsep, mahasiswa mengerjakan komponen interpretasi konsep. Komponen interpretasi konsep juga berisi pertanyaan yang harus dilengkapi mahasiswa. Uraian pada komponen interpretasi konsep diarahkan untuk menyamakan persepsi, definisi, atau hubungan antar konsep. Melalui komponen interpretasi konsep diharapkan mahasiswa mendapatkan penguatan terhadap konsep yang telah diperoleh pada fase eksplorasi. Pada Gambar 1e dapat dilihat contoh tampilan Interpretasi Konsep 1.1. Dengan mengerjakan komponen Interpretasi Konsep 1.1, mahasiswa dapat menghubungkan konsep yang diperolehnya dari kegiatan eksplorasi tentang konsep buffer asam.

Fase terakhir adalah fase aplikasi konsep yang dirumuskan dalam bentuk komponen uji diri. Komponen uji diri berisi soal uraian yang harus dikerjakan oleh mahasiswa. Penyajian komponen uji diri ditujukan agar mahasiswa dapat menerapkan konsep yang telah dipelajari pada submateri tertentu. Salah satu contoh tampilan uji diri dapat dibaca pada Gambar 1f. Uji Diri 1.1 diberikan agar mahasiswa dapat menerapkan konsep buffer asam melalui kegiatan *problem solving*, yaitu menghitung pH buffer asam.

Komponen lain yang terdapat dalam bagian isi modul yaitu (1) tujuan pembelajaran, agar mahasiswa mengetahui arah tiap proses pembelajaran dalam modul; (2) rangkuman yang memuat ringkasan keseluruhan materi; (3) soal latihan; serta (4) umpan balik yang berisi cara menghitung nilai yang diperoleh mahasiswa dan tindak lanjut terhadap kegiatan pembelajaran.

Bagian penutup mencakup soal evaluasi, daftar pustaka, daftar istilah, indeks, dan lampiran. Lampiran berisi daftar harga K_a pada temperatur 25°C. Modul untuk dosen juga dilengkapi dengan kunci jawaban modul, data konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa, dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP).

Kelayakan Modul Larutan Buffer

Kelayakan modul larutan buffer didasarkan pada penilaian validator dan subjek uji keterbacaan. Data penilaian validator dan subjek uji keterbacaan berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3. Persentase kelayakan rata-rata modul hasil pengembangan berdasarkan hasil validasi isi sebesar 91,92 % yang termasuk kriteria sangat valid dengan interpreteasi sangat layak dari aspek isi, penyajian, dan bahasa. Artinya, kaitan antara tujuan, paparan konsep, dan model daur belajar

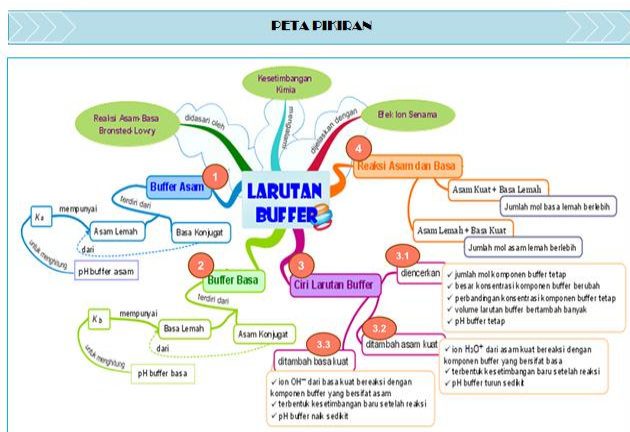
telah sesuai. Dari hasil uji keterbacaan diperoleh persentase kelayakan rata-rata sebesar 75,23% dengan kriteria valid yang berarti modul larutan buffer cukup menarik dan mudah dipahami. Hasil tersebut menunjukkan bahwa modul larutan buffer layak digunakan sebagai salah satu sumber belajar materi larutan buffer pada matakuliah Kimia Dasar II. Revisi kecil dilakukan berdasarkan komentar dan saran dari validator dan mahasiswa agar modul lebih baik dan layak digunakan.

Tabel 2 Hasil Validasi Isi oleh Validator

No.	Aspek	Skor	
		X ₁	X ₂
1	Kelayakan isi	3,80	3,50
2	Kelayakan bahasa	3,50	3,75
3	Kelayakan penyajian	4,00	3,50
Rata-rata		3,68	
Persentase kelayakan rata-rata		91,92%	
Kriteria kelayakan		Sangat Layak	

Keterangan:

X_n = Skor yang diberikan oleh validator ke-n



(a)

Kemampuan Prasyarat 1.2
Asam Kuat dan Asam Lemah

- Menentukan suatu asam termasuk asam kuat atau asam lemah berdasarkan harga K_a .
- Tabel 1.1 menyajikan perbedaan asam kuat dan asam lemah. Harga K_a diberikan pada Lampiran 1.

Tabel 1.1 Perbedaan Asam Kuat dan Asam Lemah

Aspek	Asam Kuat	Asam Lemah
Harga K_a	> 1	< 1
Harga pK_a	< 0	> 0

- Reaksi asam-basa Bronsted-Lowry antara asam kuat dan lemah dengan air ditunjukkan pada Gambar 1.1.

(b)

Analogi 3.1 Pengenceran dan Penambahan Asam atau Basa Kuat pada Buffer

Darah manusia bersifat sedikit basa dengan pH sekitar 7,35 – 7,45 pada 25°C. Perubahan sebesar ± 0,2 unit pH pada pH darah menyebabkan penyakit bahkan kematian (Gambar 3.1). pH darah dapat berubah ketika minum air, jus jeruk, atau air soda (*soft drink*). Mengapa Anda tidak jatuh sakit setelah minum air, jus jeruk, atau air soda?

Anda tidak jatuh sakit setelah minum air, jus jeruk, atau air soda, karena dalam darah manusia terdapat larutan buffer atau penyangga atau *dapur*. Sistem buffer bekerja dengan cara mencegah upaya penurunan atau peningkatan pH darah secara drastis, sehingga pH darah dapat dijaga tetap normal. Contoh buffer darah yang penting ialah buffer karbonat. Buffer karbonat tersusun atas asam karbonat dan ion bikarbonat dengan perbandingan konsentrasi sebesar 1:20.

(c)

ANALISIS KONSEP 1.1
Menghitung pH Larutan Asam Lemah (Mula-mula sebelum ditambah CH_3COONa)

Langkah penyelesaian:

- Menuliskan data yang diketahui.
Volume larutan = _____ $K_a \text{ CH}_3\text{COOH} = \text{_____}$ (Lampiran 1)
 $[\text{CH}_3\text{COOH}]_0 = \text{_____}$
- Menuliskan reaksi asam-basa Bronsted-Lowry antara CH_3COOH dengan H_2O (Kemampuan Prasyarat 1.1 dan 1.2) sebagai persamaan reaksi 1.1.
- Memasukkan data yang diketahui ke dalam persamaan reaksi 1.1 untuk menghitung $[\text{H}_3\text{O}^+]$ dan pH larutan (Kemampuan Prasyarat 1.4).

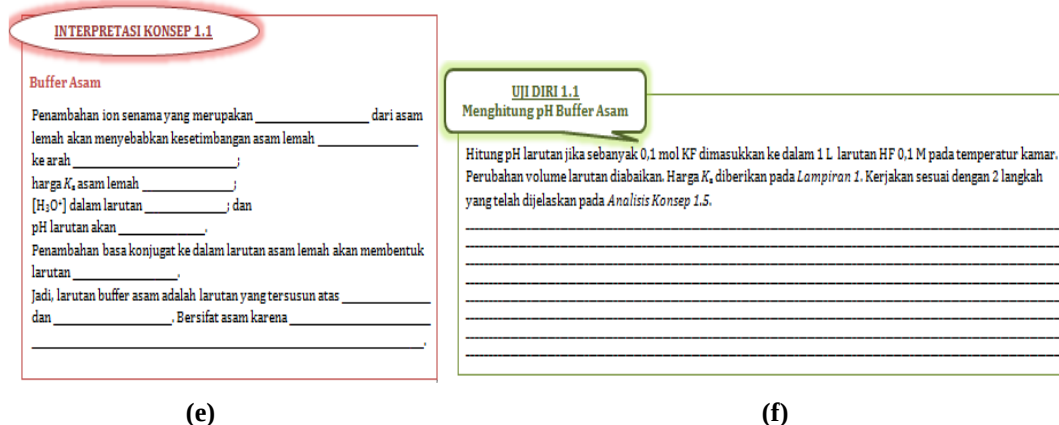
$$\text{CH}_3\text{COOH}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{_____} + \text{_____} \quad K_a = \text{_____} \quad (1.1)$$

► Mula-Mula _____ M _____ M _____ M
► Terion _____ M _____ M _____ M
► Setimbang _____ M _____ M _____ M

$K_a = \text{_____} = \text{_____}$
 $x = [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{_____} \rightarrow \text{pH} = \text{_____}$

Dari reaksi 1.1, dapat diketahui:
 $[\text{CH}_3\text{COOH}]_e = \text{_____}$
 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]_e = \text{_____}$
 $[\text{H}_3\text{O}^+]_e = \text{_____}$ pH 1 L larutan CH_3COOH 0,1 M = _____

(d)



Gambar 1 Tampilan Komponen (a) Peta Pikiran; (b) Kemampuan Prasyarat; (c) Analogi; (d) Analisis Konsep; (e) Interpretasi Konsep; (f) Uji Diri

Tabel 3 Hasil Uji Keterbacaan

No.	Aspek	Skor
1	Kemenarikan modul	3,26
2	Kemudahan memahami isi modul	2,76
Rata-rata		3,01
Persentase kelayakan rata-rata		75,23%
Kriteria kelayakan		Layak

Keefektifan Modul Larutan Buffer

Hasil pretes dan postes mahasiswa diberikan pada Tabel 4. Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil pembelajaran dengan modul larutan buffer meningkat dari rata-rata nilai pretes 17,5 menjadi 43,5 saat postes dengan nilai perolehan ternormalisasi sebesar 0,32 yang termasuk kategori sedang.

Tabel 4 Hasil Pretes dan Postes Materi Larutan Buffer

No.	Data	Rata-rata nilai	Nilai tertinggi	Nilai terendah	Nilai perolehan ternormalisasi	Kriteria nilai perolehan ternormalisasi
1	Pretes	17,5	34	7		
2	Postes	43,5	69	34	0,32	Sedang

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan teknik statistik yang digunakan pada pengujian hipotesis. Hasil uji normalitas untuk data skor pretes dan postes dapat dibaca pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Normalitas pada Skor Pretes dan Postes

No.	Data	H ₀	Kriteria Pengujian	Nilai Signifikansi	Kesimpulan
1	Skor pretes	Skor pretes terdistribusi normal	Terima H ₀ jika signifikansi > 0,05	0,160	H ₀ diterima
2	Skor postes	Skor postes terdistribusi normal	Terima H ₀ jika signifikansi > 0,05	0,161	H ₀ diterima

Berdasarkan data pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa data skor pretes maupun postes terdistribusi normal. Oleh sebab itu, pengujian hipotesis dilakukan dengan teknik statistik parametrik, yaitu melalui uji-t. Hasil uji-t dua sampel berpasangan pretes-postes ditunjukkan pada Tabel 6. Hipotesis yang dirumuskan adalah

H₀ : Tidak ada perbedaan rata-rata nilai tes sebelum dan sesudah diadakan pembelajaran dengan modul larutan buffer

H₁: Ada perbedaan rata-rata nilai tes sebelum dan sesudah diadakan pembelajaran dengan modul larutan buffer

Tabel 6 Hasil Uji Hipotesis

Hipotesis yang diuji	Metode Statistik	Kriteria Pengujian	t _{tabel}	t _{hitung}	Nilai Signifikansi	Kesimpulan
H ₀	Uji-t	Terima H ₀ jika $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan signifikansi > 0,05	-1,999	-21,755	0,000	H ₀ ditolak

Data pada Tabel 6 memberikan informasi bahwa terdapat perbedaan rata-rata nilai tes sebelum dan sesudah diadakan pembelajaran dengan modul larutan buffer. Hasil yang diperoleh sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Musanni *dkk* (2015) yang melaporkan bahwa bahan ajar fisika berbasis daur belajar 3 fase efektif untuk meningkatkan hasil belajar fisika.

Hasil uji-t dan nilai perolehan ternormalisasi (N-gain) merupakan data awal untuk menunjukkan keefektifan modul larutan buffer. Analisis lebih lanjut dilakukan untuk menelusuri lebih jauh persentase keefektifan modul dalam memperbaiki persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa. Dari hasil pretes yang dilakukan, teridentifikasi persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa pada materi larutan buffer yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Berdasarkan data hasil pretes pada Tabel 7 diketahui bahwa mahasiswa mengalami konsep sukar pada semua konsep yang diujikan dengan *PJS* bervariasi. Konsep yang dipersepsikan sukar saat pretes ialah konsep buffer, efek ion senama, prinsip kerja buffer, asam-basa kuat-lemah, K_a atau K_b , pengenceran, serta reaksi asam dan basa. Saat postes, jumlah konsep yang dianggap sukar oleh mahasiswa berkurang dari 83% menjadi 56%. Berkurangnya jumlah konsep sukar menunjukkan telah terjadi peningkatan penguasaan konsep mahasiswa. Selain itu, peningkatan penguasaan konsep juga ditunjukkan dari angka *PJS* mahasiswa pada tiap konsep yang menjadi lebih sedikit. Persentase keefektifan rata-rata yang diperoleh sebesar 33%. Hal ini membuktikan

bahwa modul larutan buffer efektif memperbaiki konsep yang dipersepsikan sukar oleh mahasiswa dengan kategori sedang.

Tabel 7 Persepsi Konsep Sukar Mahasiswa Saat Pretes dan Postes

No.	Konsep yang diukur	No Soal	PJS (%)		E (%)	Kategori Keefektifan
			Pretes	Postes		
Soal Konsep						
1	Komponen Penyusun Buffer	1, 10, 8, 22	90	59	35	Sedang
2	Penentuan Sifat Buffer	4, 20	93	67	27	Rendah
3	Efek ion senama	5, 9, 11	89	65	26	Rendah
4	Prinsip kerja buffer	7, 13, 6, 15, 12, 29, 2, 3	74	43	41	Sedang
Soal Perhitungan						
1	Asam-basa kuat-lemah	18	94	84	10	Rendah
2	K_a atau K_b	24	72	19	74	Tinggi
3	Pengenceran	19, 26	75	61	19	Rendah
4	Efek ion senama	14, 16	97	78	19	Rendah
5	Campuran larutan asam dan basa	17, 21, 23, 27	73	48	41	Sedang
6	pH buffer	28, 25	96	78	18	Rendah
Rata-rata			83	56	33	Sedang

Keterangan:

E = Persentase keefektifan modul larutan buffer dalam memperbaiki persepsi konsep sukar

PJS = Persentase jawaban salah mahasiswa

Tabel 8 Persentase Kesalahan (PK) Mahasiswa Saat Pretes dan Postes

No.	Kesalahan Konsep	PK (%)		Penurunan PK (%)	Persentase Keefektifan	Kategori Keefektifan
		Pretes	Postes			
1	Mahasiswa menganggap komponen penyusun buffer asam terdiri dari asam lemah dan basa konjugatnya (akseptor lebih dari satu proton)	9,4	0	9,4	100	Tinggi
2	Mahasiswa menganggap buffer dapat dibuat dari pasangan asam kuat dan basa konjugatnya	25,0	6,3	18,8	75,2	Tinggi
3	Mahasiswa menganggap penambahan ion senama tidak mempengaruhi pergeseran kesetimbangan	3,1	0	3,1	100	Tinggi
4	Mahasiswa menganggap penambahan ion senama dapat mengubah harga K_a dan K_b	21,9	9,4	12,5	57,1	Sedang
5	Mahasiswa menganggap asam kuat yang ditambahkan tidak bereaksi dengan buffer yang juga bersifat asam sehingga pH buffer tidak berubah	9,4	3,1	6,3	67,0	Sedang
6	Mahasiswa menganggap OH^- dari basa kuat dinetralkan oleh spesi H_3O^+ dari buffer	12,5	0	12,5	100	Tinggi
7	Mahasiswa menganggap spesi basa kuat yang ditambahkan menetralkan buffer yang bersifat asam	6,3	3,1	3,1	49,2	Sedang
8	Mahasiswa menganggap $[\text{H}_3\text{O}^+]$ dalam larutan asam lemah dapat ditentukan dengan menggunakan perbandingan stoikiometri antara H_3O^+ dan asamnya (seperti pada asam kuat)	12,5	3,1	9,4	75,2	Tinggi
9	Mahasiswa menganggap asam yang memiliki harga K_a merupakan asam yang lemah	3,1	0	3,1	100	Tinggi
10	Mahasiswa menganggap harga K_a atau K_b dapat berubah akibat pengaruh pengenceran	21,9	0	21,9	100	Tinggi

11	Mahasiswa menganggap bahwa pengenceran tidak mempengaruhi konsentrasi zat terlarut	15,6	0	15,6	100	Tinggi
12	Mahasiswa menganggap asam atau basa lemah yang berlebih bereaksi seluruhnya dengan basa atau asam kuat membentuk garam	12,5	3,1	9,4	75,2	Tinggi
Rata-rata		13	2	11	83	Tinggi

Data pada Tabel 8 menginformasikan bahwa besar rata-rata persentase kesalahan konsep yang dimiliki mahasiswa sebelum (pretes) dan setelah (postes) belajar menggunakan modul masing-masing sebesar 13% dan 2%. Kesalahan konsep mahasiswa saat pretes berjumlah 12 buah dengan *PK* bervariasi. Sebanyak enam jenis kesalahan konsep saat pretes tidak ditemukan lagi saat postes. Pengurangan jumlah kesalahan konsep mahasiswa ditunjukkan dengan rata-rata penurunan *PK* sebesar 11% dan persentase keefektifan rata-rata sebesar 83%. Hal ini menunjukkan telah terjadi perubahan pemahaman konsep mahasiswa pada materi larutan buffer setelah belajar dengan modul. Temuan ini memberikan informasi bahwa modul larutan buffer dapat membantu mahasiswa memperbaiki pemahamannya yang salah dengan kategori tinggi.

Pengadopsian model daur belajar 3 fase dalam modul larutan buffer telah mampu memaksimalkan proses konstruksi dan rekonstruksi konsep larutan buffer. Hasil yang diperoleh konsisten dengan berbagai hasil penelitian sebelumnya yang menganjurkan penerapan model daur belajar 3 fase (Turkmen & Usta, 2007; Lawson, 2001; Musanni *dkk*, 2015).

PENUTUP

Produk hasil pengembangan berupa modul larutan buffer. Dasar penyusunan modul adalah persepsi konsep sukar dan kesalahan konsep. Urutan kegiatan pada modul mengikuti sintaks model daur belajar 3 fase yang terdiri dari fase eksplorasi, pengenalan konsep, dan aplikasi konsep. Hasil validasi isi oleh validator diperoleh persentase kelayakan rata-rata sebesar 91,92% dengan kriteria sangat layak. Hasil uji keterbacaan oleh mahasiswa menghasilkan persentase kelayakan rata-rata sebanyak 75,23% dengan kriteria layak. Hasil validasi isi dan uji keterbacaan menunjukkan bahwa modul hasil pengembangan layak digunakan dalam pembelajaran materi larutan buffer pada matakuliah Kimia Dasar II. Dari hasil validasi empiris diperoleh peningkatan rata-rata nilai tes dari 17,5 menjadi 43,5. Selain itu, didapatkan nilai perolehan ternormalisasi sebesar 0,32 dengan kategori sedang, persentase keefektifan memperbaiki konsep sukar sebesar 33% dengan kategori sedang, dan persentase keefektifan memperbaiki kesalahan konsep sebesar 83% dengan kategori tinggi. Hasil validasi empiris menginformasikan bahwa modul hasil pengembangan efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep materi larutan buffer dengan memperbaiki konsep sukar dan kesalahan konsep mahasiswa.

Modul larutan buffer lebih bersifat pelengkap dalam pembelajaran. Oleh sebab itu, tetap diperlukan buku-buku atau bahan ajar lain yang relevan sebagai referensi sehingga pembelajaran

dapat berjalan optimal. Saran yang diajukan untuk pengembangan lebih lanjut adalah mengembangkan modul berbasis konsep sukar dan kesalahan konsep dengan basis model daur belajar 3 fase pada materi lain. Selain itu, penyusunan modul hendaknya dapat lebih bersifat sangkalan atau bantahan sehingga konsep sukar dan kesalahan konsep yang bersifat resisten dapat diatasi secara maksimal.

DAFTAR RUJUKAN

- Ansori, Y. N., 2013, *Skripsi tidak diterbitkan*, FMIPA UM, Malang.
- Arofah, C., 2012, *Skripsi tidak diterbitkan*, FMIPA UM, Malang.
- Berg, V.D., 1991, *Miskonsepsi Fisika dan Remediasi*, Salatiga, UKSW.
- Christoper, C.M., 2013, *Education and Human Development Master's Theses*, 284.
- Devinta, A., Fariati, & Herunata, 2011, *Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional Lesson Study 4*, FMIPA UM, Malang.
- Hake, R.R., 1998, *American Journal of Physics*, 66, 1, 64-74.
- Lawson, A.E., 2011, *Journals of Biological Education*, 35, 4, 165-169.
- Musanni, Susilawati, & Hadiwijaya, A.S., 2015, *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 1, 1, 102-122.
- Orgill, M. & Sutherland, A., 2008, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9, 2, 131-143.
- Riduwan, 2007, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*, Alfabeta, Bandung, 15.
- Sesen, B.A. & Tarhan, L., 2011, *Research in Science & Technological Education*, 29, 2, 205-226.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I., 1974, *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*, Minneapolis, University of Minnesota.
- Turkmen, H. & Usta, E., 2007, *Kastamonu Education Journal*, 15, 2, 491-500.

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR MENGGUNAKAN PENDEKATAN
SAINTIFIK UNTUK MENGEKSPRESIKAN HAKIKAT SAINS (NOS) DAN
BERPIKIR KRITIS PADA MATERI IKATAN KIMIA DAN GAYA
ANTARMOLEKUL**

Ivan Ashif Ardhana, Sri Rahayu, Prayitno

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang no. 5 Malang 65145

Email: ivanashif@gmail.com, rahayu_sri@hotmail.com, prayitno_8@yahoo.com

ABSTRAK: Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan prototipe bahan ajar menggunakan pendekatan saintifik untuk mengekspresikan hakikat sains dan berpikir kritis pada materi ikatan kimia dan gaya antarmolekul. Pengembangan menggunakan model 4D yang terdiri dari tahap membatasi, merancang, mengembangkan, dan menyebarkan. Data penelitian berupa hasil validasi dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui kelayakan bahan ajar yang dikembangkan. Hasil validasi menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan sangat layak untuk digunakan pada pembelajaran kimia SMA.

Kata Kunci: bahan ajar, literasi sains, hakikat sains, berpikir kritis, pendekatan saintifik

ABSTRACT: *This goal of this research is to produce prototype of instructional material using scientific approach to explicit nature of science and critical thinking in the topic of chemical bonding and intermolecular forces. Development use 4D model consisting four steps, they are define, design, develop, and disseminate. Data of the research from validation process is analyzed by quantitative descriptive to find out the properness of the instructional material developed. Validation's result show that instructional material developed is very proper if they use in learning activity.*

Key Words: *instructional material, scientific literacy, nature of science, critical thinking, scientific approach*

PENDAHULUAN

Pembelajaran masa kini menuntut siswa untuk memiliki kemampuan mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilan, menganalisa, memberi alasan suatu masalah dan mengkomunikasikannya secara efektif, menginterpretasi dan menyelesaikan masalah pada situasi yang berbeda (OECD, 2012:24). Kemampuan inilah yang disebut dengan literasi sains. Namun, hasil survey PISA tahun 2012 menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia berada pada posisi 64 dari 65 negara yang berpartisipasi. Alhasil, pemerintah berupaya memperbaiki kualitas pendidikan dan kemampuan literasi sains siswa Indonesia dengan mencetuskan Kurikulum 2013 (K-13) yang dilandasi oleh pendekatan saintifik dalam pembelajarannya. Literasi sains mempunyai komponen penting berupa hakikat sains (NOS) (Lederman, 2006) dan berpikir kritis (Callahan, 2009). NOS berkaitan dengan epistemologi dan sosiologi sains, sains sebagai metode untuk memperoleh

pengetahuan (*way of knowing*), nilai dan kepercayaan pada pengetahuan saintifik dan pengembangannya (Lederman dkk., 2001). Berpikir kritis adalah kemampuan berpikir reflektif dan masuk akal mengenai sesuatu yang dipercayai dan dilakukan (Ennis, 2011:1). Dalam pembelajaran, hakikat sains dan berpikir kritis perlu diajarkan secara eksplisit. Penelitian yang dilakukan Bell (2010), Broman (2011), dan Akerson (2000) menunjukkan pengajaran hakikat sains secara eksplisit berfungsi secara efektif meningkatkan pemahaman terhadap literasi sains. Pembelajaran yang berliterasi sains dan modern mutlak dibutuhkan untuk mengimbangi perkembangan zaman yang begitu cepat. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan di bidang pembelajaran adalah dengan mengembangkan bahan ajar yang memasukkan aspek NOS dan berpikir kritis yang diajarkan secara eksplisit melalui pendekatan ilmiah di dalamnya. Holbrook & Rannikmae (2009:18) juga menyarankan untuk mengintegrasikan aspek NOS ke dalam bahan ajar sebagai upaya dalam meningkatkan literasi sains siswa. Salah satu materi sains kimia yang dianggap sukar oleh siswa adalah ikatan kimia dan gaya antarmolekul. Penelitian mengenai bahan ajar ikatan kimia yang dilakukan Bergvist dkk. (2013) menunjukkan bahwa representasi ikatan yang ditunjukkan menyebabkan siswa memiliki persepsi yang beragam sehingga mempersulit pemahaman. Materi ikatan kimia dan gaya antarmolekul sebenarnya merupakan materi yang dapat memicu kemampuan literasi sains dan berpikir kritis siswa karena melibatkan triplet representasi mikroskopis, makroskopis, dan simbolis. Atas dasar itulah, tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan bahan ajar yang mengeksplisitkan hakikat sains dan berpikir kritis untuk meningkatkan literasi sains siswa pada materi ikatan kimia dan gaya antarmolekul.

METODE

Pengembangan bahan ajar berkonteks pendekatan saintifik ini memakai model 4D (*four D model*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974). Model pengembangan bahan ajar 4D terdiri dari empat tahap yaitu, tahap membatasi (*define*), merancang (*design*), mengembangkan (*develop*), dan menyebarkan (*disseminate*). Namun, pengembangan hanya terbatas pada tahap *define*, *design*, serta *develop*, dan tidak sampai pada tahap *disseminate* karena keterbatasan waktu, tenaga, serta biaya. Tahap *define* bertujuan menentukan dan menegaskan kebutuhan-kebutuhan pembelajaran. Pada tahap ini dilakukan analisis pendahuluan, analisis siswa, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Tahap *design* bertujuan menyiapkan komponen dasar prototipe bahan ajar yang dikembangkan. Tahap ini meliputi perancangan perangkat pembelajaran, penyusunan perangkat pembelajaran, pembuatan prototipe bahan ajar, dan pengembangan prototipe bahan ajar. Perangkat pembelajaran yang disusun berupa silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan instrumen penilaian. Pembuatan prototipe dilakukan sebelum penyusunan bahan ajar dengan tujuan sebagai acuan dalam penyusunan bahan ajar yang dibuat berdasarkan format bahan ajar yang telah disusun. Prototipe kemudian dikembangkan menjadi bahan ajar yang

berisi kajian materi, soal-soal berpikir kritis, dan aspek hakikat sains yang dieksplisitkan ke dalamnya. Tahap *develop* bertujuan menghasilkan produk pengembangan. Tahap ini dilakukan proses validasi isi terhadap bahan ajar oleh validator ahli. Validasi dilakukan secara kuantitatif berupa penilaian kelayakan dan kualitatif berupa tanggapan dan saran perbaikan terhadap bahan ajar. Validator terdiri dari 2 dosen Jurusan Kimia UM dan 2 guru SMAN 3 Malang. Setelah dilakukan proses validasi, bahan ajar kemudian dilakukan revisi berdasar tanggapan dan saran dari validator. Produk pengembangan diperoleh setelah proses validasi dilakukan dan direvisi sesuai hasil validasi dan saran yang diberikan validator sampai bahan ajar mencapai kriteria layak digunakan. Instrumen yang digunakan pada proses validasi adalah angket dalam bentuk *check list*. Skala yang digunakan pada angket validasi adalah skala Likert 5 tingkatan. Analisa data yang dilakukan pada langkah ini adalah analisa hasil angket. Hasil angket yaitu skala nilai berupa data ordinal yang dianalisa secara deskriptif kualitatif. Bahan ajar layak digunakan bila interpretasinya $\geq 61\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Tahap *Define*

Analisis pendahuluan menghasilkan suatu kebutuhan bahan ajar yang kontekstual dan dapat meningkatkan literasi sains siswa. Analisis siswa menghasilkan materi yang akan dituangkan ke dalam bahan ajar sesuai dengan kompetensi inti dan kompetensi dasar kurikulum 2013. Analisis konsep memberikan kriteria materi yang disajikan dan sesuai dengan kapasitas siswa jenjang SMA. Analisis tugas memberikan jenis-jenis tugas yang diberikan pada bahan ajar. Setelah dilakukan analisis pendahuluan dan analisis siswa, disusun tujuan pembelajaran yang diuraikan pada Tabel 1.

Hasil Tahap *Design*

Tahap ini digunakan untuk menampilkan bahan ajar yang menarik, menyusun materi yang urut dan sistematis, dan menarik minat siswa dengan pencantuman kegiatan percobaan dan artikel kimia dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu juga dicantumkan artikel yang mengandung nilai-nilai spiritual sebagai wujud penerapan KI 1 pada kurikulum 2013. Aspek penelitian yaitu hakikat sains (NOS) dan berpikir kritis dieksplisitkan melalui deskripsi maupun dalam pertanyaan tentang kajian materi dan artikel yang diberikan. Langkah selanjutnya adalah penyusunan bahan ajar berdasar format, materi, dan kegiatan yang telah dirancang. Pengalaman belajar yang dirancang dalam buku ajar disesuaikan dengan K-13 yaitu 5M (mengamati, menanya, mengumpulkan data, menalar, mengomunikasikan). Model pembelajaran yang diterapkan adalah *Learning Cycle 5E* (*engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation*). Pengalaman belajar 5M dan *Learning Cycle 5E* dikemas sedemikian rupa sehingga keduanya terintegrasi dalam langkah-langkah pembelajaran. Berikut adalah deskripsi dari buku siswa dan buku guru yang disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1 Spesifikasi Tujuan Pembelajaran

No.	Subbab	Melalui Diskusi, Tanya Jawab, dan Penugasan, Siswa Dapat
1	Pengantar Ikatan Kimia	• mendefinisikan ikatan kimia, • menjelaskan perbedaan karakteristik ikatan-ikatan kimia, • menjelaskan peran elektron valensi terhadap ikatan kimia, • menuliskan simbol Lewis dari atom,
2	Ikatan Ionik	• menulis struktur Lewis ion, • menulis struktur Lewis senyawa ionik, • mendeskripsikan pembentukan ion positif dan negatif, • memberi contoh jenis-jenis senyawa ionik, • menjelaskan proses pembentukan senyawa ionik, • menjelaskan perubahan ukuran spesies selama proses pembentukan senyawa ionik, • mengetahui susunan ion dalam kristal senyawa ionik, • menjelaskan energi yang terlibat dalam pembentukan senyawa ionik. • menjelaskan sifat-sifat senyawa ionik,
3	Ikatan Kovalen	• memahami ikatan kovalen dan aturan-aturan oktet pada senyawa kovalen, • memahami ikatan kovalen tunggal dan ganda, • mendeskripsikan pembentukan ikatan kovalen dan kovalen koordinasi, • menggambar struktur Lewis dari molekul, ion poliatomik, dan senyawa ionik, • memahami muatan formal atom-atom pada molekul & atom poliatomik, • memahami resonansi & menggambar struktur kanonis molekul yang mengalami resonansi,
4	Geometri dan Kepolaran	• menjelaskan kepolaran suatu ikatan, • menentukan kepolaran suatu molekul sederhana, • menentukan bilangan koordinasi molekul sederhana, • menentukan bentuk molekul sederhana, • menentukan bentuk molekul sederhana menggunakan teori VSEPR,
5	Gaya Antarmolekul	• mendeskripsikan pembentukan gaya London, gaya dipol-dipol induksi, gaya dipol-dipol, dan ikatan hidrogen, • menjelaskan adanya ikatan hidrogen pada suatu zat, • mengidentifikasi gaya antarmolekul pada suatu zat, • mendeskripsikan pengaruh gaya antarmolekul terhadap titik leleh, titik didih, kekentalan, dan kapilaritas suatu zat,
6	Ikatan Logam	• mendeskripsikan susunan atom pada logam, • menjelaskan susunan rapat kubus, heksagonal, kubus primitif, dan kubus berpusat badan, • mendeskripsikan model lautan elektron pada logam, • menjelaskan sifat-sifat fisik logam meliputi konduktivitas panas dan listrik, titik didih dan titik leleh, sifat mengkilap, dan kemudahan ditempa dan diregangkan.

Tabel 2 Deskripsi Buku Siswa

No.	Konten	Deskripsi	Cara Mengeksplisitkan NOS dan Berpikir Kritis
1	Apersepsi	Berisi fakta dan fenomena kehidupan	Disampaikan aspek NOS yang

		sehari-hari yang jarang disadari oleh siswa. Bagian ini termasuk ke dalam fase pengenalan (<i>engagement</i>) dalam daur belajar 5 fase. Aspek pendekatan saintifik yang terkandung di dalamnya adalah mengamati.	berhubungan dengan gambar yang disajikan beserta fakta-fakta empirisnya.
2	Pengamatan	Berisi fakta yang diamati siswa mengenai subbab yang akan dipelajari. Bagian ini juga merupakan fase pengenalan (<i>engagement</i>) dalam daur belajar 5 fase. Pendekatan saintifik yang dimunculkan pada bagian ini adalah mengamati dan menanya.	Disampaikan aspek NOS yaitu kegiatan mengamati merupakan salah satu cara memperoleh pengetahuan.
Lanjutan Tabel 2 ...		Berisi konsep beserta penjelasan dari suatu materi. Bagian ini merupakan fase eksplorasi (<i>exploration</i>) pada daur belajar 5 fase. Pendekatan saintifik yang terdapat di dalamnya adalah mengumpulkan data.	Disampaikan aspek NOS pada akhir penyajian materi.
4	Menalar	Berisi pertanyaan-pertanyaan yang diberikan setelah penjelasan materi. Bagian menalar merupakan fase penjelasan (<i>eksplanation</i>) dari daur belajar 5 fase. Pendekatan saintifik yang dimunculkan adalah mengasosiasi/menalar.	Ditunjukkan indikator berpikir kritis pada tiap soal.
5	Artikel <i>Chemical Connections</i>	Berisi aplikasi materi pada kehidupan sehari-hari dan perkembangan ilmu pengetahuan terkini. Merupakan fase elaborasi (<i>elaboration</i>) pada daur belajar 5 fase. Aspek 5M adalah mengasosiasi/menalar.	Disampaikan aspek NOS dan soal berpikir kritis pada akhir penyajian artikel.
Lanjutan Tabel 2 ...		Berisi kegiatan percobaan (observasi) yang dilakukan siswa dengan melibatkan semua aspek 5M.	Disampaikan aspek NOS pada awal percobaan.
7	Refleksi	Berupa artikel yang menghubungkan ilmu pengetahuan dengan aspek spiritual dan Ketuhanan sebagai penerapan Kompetensi Inti 1.	Disampaikan refleksi terhadap ilmu pengetahuan.
8	Soal Latihan	Berisi soal-soal uji pemahaman dan berpikir kritis. Bagian ini merupakan fase evaluasi (<i>evaluation</i>) pada daur belajar 5 fase.	Ditunjukkan indikator soal berpikir kritis.

Tabel 3 Deskripsi Buku Guru

No.	Konten	Deskripsi
1	Profil Buku Siswa	Berisi sistematika dan profil dari buku siswa yang dikembangkan.
2	Aspek Hakikat Sains	Berisi aspek-aspek hakikat sains yang diterapkan pada bahan ajar.
3	Indikator Berpikir Kritis	Berisi indikator-indikator berpikir kritis yang diterapkan pada bahan ajar.
4	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	Berisi rencana pembelajaran menggunakan bahan ajar yang telah dikembangkan. Tiap langkah pembelajaran ditunjukkan dengan nomor halaman pada buku siswa.

(RPP)		
5	Petunjuk Pemakaian Buku Siswa	Berisi petunjuk bagaimana tiap halaman buku siswa seharusnya diajarkan. Ditambahkan informasi-informasi yang berkaitan dengan materi.

Hasil Tahap *Develop*

Tahap ini merupakan proses pengambilan data validasi oleh validator ahli untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar. Bahan ajar dilakukan koreksi terlebih dahulu kepada dosen pembimbing untuk mengetahui kesesuaian alur, bagian-bagian kajian materi, aspek hakikat sains, dan soal-soal berpikir kritis yang dikembangkan. Koreksi juga dilakukan pada kejelasan gambar, penggunaan simbol-simbol kimia, dan struktur kalimat. Validasi dilakukan setelah mendapat persetujuan dari dosen pembimbing. Validasi dilakukan oleh empat validator ahli yang terdiri dari dua dari dosen dan dua guru SMA pada bulan April 2015. Dari hasil validasi, presentase keseluruhan bahan ajar buku siswa yaitu sebesar 92.75% dengan kriteria sangat layak. Presentase keseluruhan bahan ajar buku guru yang telah didapat yaitu sebesar 96.98% dengan kriteria sangat layak pula.

Analisa Data

Data hasil validasi dari empat validator ahli menghasilkan nilai presentase rata-rata sebesar 92.75% untuk buku siswa dan buku guru sebesar 96.98%. Menurut Riduwan (2007:15), presentase 80% - 100% memiliki arti bahwa produk sangat layak digunakan. Maka, produk bahan ajar menggunakan pendekatan saintifik untuk mengeksplisitkan NOS dan berpikir kritis tidak memerlukan perombakan yang signifikan dan sangat layak digunakan pada pembelajaran SMA kelas IX.

Revisi Produk

Selain menganalisa data kuantitatif yang menunjukkan bahwa bahan ajar layak digunakan, pengembang mempertimbangkan pula data kualitatif berupa komentar, saran, dan kritik dari validator ahli. Tindaklanjut dari data kualitatif tersebut adalah revisi bahan ajar berdasar tanggapan yang muncul. Revisi bahan ajar bahan buku siswa diuraikan pada Tabel 4, sedangkan revisi terhadap buku guru diuraikan pada Tabel 5.

Tabel 4 Revisi Bahan Ajar Buku Siswa

No	Aspek	Tanggapan	Revisi	Keterangan
1	Tampilan	Perpaduan warna gambar dan tulisan diperindah, gambar molekul terlalu ramai.	Warna pada judul dikontraskan dengan warna <i>background</i> .	Cover
		Hampir semua gambar atau ilustrasi bukan karya penulis.	Penambahan arsip foto-foto hasil dokumentasi.	Bagian buku yang

			terdapat gambar	
		Kata sambung sedangkan atau sehingga tidak seharusnya di awal kalimat.	Kata sambung diletakkan pada anak kalimat.	Beberapa kalimat pada buku.
		Ketetapan pencetakan warna saat nanti diperdagangkan.	Sesuai dengan teknis persetujuan.	Teknis
		Nomor halaman lebih rapi dan diperbaiki.	Nomor halaman diperbaiki.	Daftar isi
2	Materi	Konsep termodinamika senyawa ionik kurang tepat.	Konsep mempertimbangkan daur Born-Haber	Buku halaman 18-19
		Diberikan pengantar ikatan logam pada materi ikatan ionik.	Konsep ikatan logam diselipkan pada struktur padatan ionik.	Buku halaman 21
		Pengertian elektron valensi perlu diperbaiki.	Istilah elektron valensi diperbaiki sesuai konsep.	Buku halaman 3
3	Aktivitas	Percobaan pada materi ikatan kimia kurang konsisten pada prediksi hasil.	Percobaan disesuaikan dengan hasil yang diinginkan.	Buku halaman 15
		Dianjurkan ada percobaan tentang kepolaran.	Percobaan kepolaran diintegrasikan pada percobaan yang ada.	Buku halaman 64
		Sebaiknya percobaan digunakan bahan-bahan dalam kehidupan sehari-hari atau yang familiar dengan siswa	Bahan-bahan diubah menjadi lebih familiar pada siswa.	Bagian percobaan pada buku
4	Berpikir Kritis	Sebaiknya ditambah soal-soal yang me-review secara menyeluruh dari konsep.	Beberapa soal diubah lebih me-review materi.	Bagian evaluasi tiap subbab

Tabel 5 Revisi Bahan Ajar Buku Guru

No	Aspek	Tanggapan	Revisi	Keterangan
1	Tampilan	Jarak tepi atas buku dengan baris pertama terlalu mepet.	Jarak tepi atas dibuat lebih lebar.	Seluruh bagian buku.
2	Perangkat Pembelajaran	Kata-kata pada RPP perlu dicek kembali.	Penggunaan kata bahasa Indonesia dan bahasa Inggris diperbaiki.	Beberapa kata pada RPP.
3	Petunjuk Penggunaan	Pembelajaran yang berhubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari.	Pembelajaran disusun lebih kontekstual.	Bagian inovasi pembelajaran.

PENUTUP

Kajian Produk Akhir

Produk hasil pengembangan adalah berupa bahan ajar menggunakan pendekatan saintifik untuk mengeksplisitkan hakikat sains (NOS) dan berpikir kritis pada materi ikatan kimia dan gaya antarmolekul. Bahan ajar yang dikembangkan terdiri dari buku siswa dan buku guru. Bahan ajar

telah divalidasi oleh validator ahli dengan presentase 92.75% untuk buku siswa dan 96.98% untuk buku guru. Hasil validasi keduanya menunjukkan bahwa bahan ajar termasuk ke dalam kriteria sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran.

Saran Pemanfaatan, Penyebaran, dan Pengembangan

Dalam rangka keperluan pemanfaatan produk, diharapkan guru memahami aspek hakikat sains (NOS) dan berpikir kritis beserta indikator-indikatornya sehingga dalam implementasinya dapat meningkatkan kemampuan berpikir dan literasi sains siswa. Disarankan untuk dilakukan validasi empiris atau uji efektivitas sehingga akan diketahui efektifitas bahan ajar bila diterapkan pada proses pembelajaran. Disarankan untuk melakukan implementasi bahan ajar yang telah dikembangkan ini pada proses pembelajaran sehingga akan didapat bahan ajar yang teruji validitasnya secara isi dan empiris. Dalam segi konsep dan materi, disarankan untuk mencari sumber dan literatur yang terbaru dan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan sehingga siswa dapat mengetahui bagaimana proses terbentuknya ilmu-ilmu baru.

DAFTAR RUJUKAN

- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2013. *PISA 2012 Result in Focus*. (Online) (<http://www.oecd.org/pisa>), diakses 9 September 2014.
- Lederman, N.G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. 2002. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (6): 497-521.
- Callahan, B.E. 2009. *Enhancing Nature of Science Understanding, Reflective Judgment, and Argumentation Through Socio-scientific Issue*. Tesis tidak diterbitkan. Florida: University of South Florida.
- Akerson, V.L., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N.G. 2000. Influence of a Reflective Explicit Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (4): 295-317.
- Ennis, R.H. 2011. *The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities*. Urbana-Champaign: University of Illinois.
- Bell, R.L., Matkins, J.J., Gansneder, B.M. 2010. Impacts of Contextual and Explicit Instruction of Preservice Elementary Teachers' Understanding of the Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48 (4): 414-436.
- Broman, K., Ekborg, M., & Johnels, D. 2011. Chemistry in Crisis? Perspective on Teaching and Learning Chemistry in Swedish Upper Secondary Schools. *NorDiNa*, 7(1): 43-60.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. 2009. The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4 (3): 275-288.
- Berqvist, A., Drechsler, M., Jong, O.D., & Rundgren, S.C. 2013. Representation of Chemical Bonding Models in School Textbooks – Help or Hindrance for Understanding?. *Journal of Chemistry Education Research and Practice*, 14: 589-606.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minnesota: Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.

**BAHAN AJAR BERBASIS *LEARNING CYCLE* 5 FASE BERBANTUAN CD VIDEO
ANIMASI PEMBELAJARAN PADA MATERI ELEKTROKIMIA UNTUK SMA KELAS**

XII

Nur Annidaul Muslimah 1^{a*}, Dedek Sukarianingsih 2^a, dan Endang Budiasih 3^a

^a Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang Kode pos 65145

Email: annidanur26@yahoo.com

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian pengembangan ini adalah untuk menghasilkan suatu bahan ajar berbasis *Learning Cycle* 5 fase berbantuan CD Video Animasi Pembelajaran pada materi elektrokimia untuk SMA Kelas XII serta menguji tingkat kelayakan produk yang dihasilkan. Model penelitian pengembangan ini mengadaptasi model 4D dari Thiagarajan (1974). Empat langkah pengembangan tersebut adalah *define* (pembatasan), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebarluasan). Tahap pengembangan hanya dilakukan sampai pada tahap *develop*. Hasil validasi isi diperoleh nilai rata-rata hasil penilaian buku guru dan buku siswa oleh ahli sebesar 82% dengan kriteria sangat layak/ sangat valid. Nilai rata-rata penilaian CD Video Animasi Pembelajaran sebesar 75% dengan kriteria layak/ valid. Nilai rata-rata dari uji coba terbatas pada buku siswa sebesar 81% dengan kriteria sangat layak/ sangat valid. Nilai rata-rata uji coba terbatas pada CD Video Animasi Pembelajaran sebesar 75% dengan kriteria layak/valid. Hasil validasi tersebut menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan layak untuk digunakan.

Kata Kunci : bahan ajar, *Learning Cycle* 5 Fase, elektrokimia, Thiagarajan.

ABSTRACT: The purposes of this study were to develop Teaching Material Based on Learning Cycle 5 Phase Model Assisted by Learning Animation Video-CD on Electrochemistry Topics for XII Grade Students of Senior High School and to determine the level of product's feasibility. The model of development research is adapting the 4D model of Thiagarajan. The four-step development is Define, Design, Develop, and Disseminate. The development steps are only performed until the step of Develop. The results of content validity test showed that the average score of assessment on teachers and students handbook by experts is 82% with a criteria "very worthy" or "high validity". The average score of assessment on learning animation video-CD is 75% with the criteria "worthy" or "valid". The average score of product limited test on students' handbook is 81% with the criteria "very worthy" or "high validity". The average score of product limited test on learning animation video-CD is 75% with the criteria "worthy" or "valid". The results of validation indicate that the developed product is worthy to use in teaching.

Keywords : teaching material, Learning Cycle 5 Phase, electrochemistry

PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu rumpun Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari tentang struktur, komposisi, dan sifat suatu zat serta interaksinya yang menimbulkan fenomena terbentuknya zat baru. Chittleborough [1] menyatakan bahwa konsep-konsep dalam kimia

mencakup tiga aspek yang penting untuk disajikan dalam pembelajarannya, yaitu makroskopik, mikroskopik dan simbolik.

Elektrokimia adalah salah satu materi pada ilmu kimia yang pembelajarannya harus disampaikan dengan menggunakan tiga aspek tersebut. Mc Murry dan Fay [2,681] mendefinisikan elektrokimia sebagai cabang ilmu kimia yang mempelajari perubahan dari energi kimia dan listrik. Lima konsep utama yang penting untuk diajarkan pada materi ini, yaitu penyetaraan reaksi redoks, kespontanan reaksi redoks, sel Volta, korosi dan sel elektrolisis.

Hasil penelitian terkait pemahaman siswa pada materi elektrokimia menunjukkan bahwa sering terjadi kesalahan konsep karena siswa kurang mampu memahami materi ini secara mikroskopik. Heriyana [3] menyebutkan bahwa pemahaman mahasiswa Universitas Negeri Malang angkatan pertama tahun 2013 pada konsep reaksi redoks, prinsip sel Volta dan potensial reduksi standar tergolong tinggi. Pemahaman mahasiswa pada konsep aliran elektron dan ion pada sel Volta, fungsi jembatan garam, prinsip sel elektrolisis, hasil elektrolisis dan aplikasi sel Volta dan sel elektrolisis tergolong cukup. Pemahaman mahasiswa pada konsep elektroda pada sel Volta dan aliran elektron dan ion pada sel elektrolisis tergolong rendah.

Dua solusi yang bisa dilakukan agar suatu konsep dapat dipahami dengan baik, yaitu :

- melakukan suatu pembelajaran dengan menggunakan pendekatan konstruktivistik.
- penggunaan bahan ajar sebagai alat bantu penyampaian suatu informasi sehingga mempermudah siswa untuk belajar.

Pendekatan konstruktivistik adalah suatu pendekatan yang menekankan pada pembangunan konsep yang dilakukan secara mandiri oleh siswa. Weathly [4,9] menyatakan bahwa dalam pendekatan konstruktivistik, guru memiliki peran menciptakan sebuah konteks yang dapat memotivasi siswa untuk belajar termasuk menyediakan materi dan sumber belajar, mengajukan permasalahan dan pertanyaan yang relevan pada saat yang tepat dan mengaitkan sumber-sumber dan pertanyaan tersebut dengan pengetahuan awal siswa. Baviskar, dkk [5] menyatakan “empat kriteria suatu kegiatan pembelajaran yang menunjukkan pendekatan konstruktivistik, yaitu :

- menggali pengetahuan awal siswa
- menciptakan dissonansi kognitif yang berarti siswa mulai menyadari bahwa adanya perbedaan pengetahuan awalnya dengan pengetahuan baru yang didapat
- menerapkan pengetahuan
- merefleksi pembelajaran dengan kegiatan penilaian.”

Empat kriteria kegiatan pembelajaran tersebut memiliki kesamaan dengan tahapan pada model pembelajaran *Learning Cycle* 5 fase. *Learning Cycle* 5 fase merupakan salah satu model pembelajaran yang menerapkan filosofi konstruktivistik. Menurut Lorsch [6] model pembelajaran *Learning Cycle* 5 fase terdiri dari lima tahap pembelajaran, yaitu

Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration dan Evaluation.

Bahan ajar adalah salah satu prasarana belajar dan mengajar. Praswoto dalam Efendi [7,2] menjelaskan bahwa bahan ajar adalah segala bentuk bahan yang mencakup kompetensi yang ingin dicapai oleh siswa dan digunakan dalam proses pembelajaran dengan tujuan perencanaan dan penelaahan implementasi pembelajaran.

Dua solusi di atas, dapat dijadikan satu kesatuan dalam suatu bahan ajar yang di dalamnya mengaplikasikan suatu model pembelajaran tertentu. Dasna [8] menyatakan bahwa bahan ajar yang menerapkan filosofi model pembelajaran mampu memotivasi siswa untuk belajar. Bahan ajar yang menerapkan model pembelajaran dinilai lebih unggul dari buku teks biasa. Buku teks biasa belum mampu mendorong siswa untuk melakukan pembelajaran deduktif atau induktif ketika membacanya, sehingga mereka tidak termotivasi untuk belajar guna meningkatkan pemahamannya.

Bahan ajar elektrokimia yang memadukan model pembelajaran *Learning Cycle* 5 fase sudah sering disusun, namun bahan ajar ini sedikit menyertakan aspek mikroskopik dalam penyampaian materinya. Jika suatu aspek mikroskopik tidak disertakan dalam suatu bahan ajar, maka siswa akan mengalami kesulitan untuk memvisualisasikan dan menanamkan konsep-konsep yang bersifat mikroskopik. Effa menyatakan bahwa buku pelajaran kurang dapat membantu siswa dalam memvisualisasikan dan menanamkan konsep, karena hanya menyajikan gambar-gambar dan penjelasan berupa banyak kata-kata.

Salah satu kekurangan dari buku/LKS yaitu buku/LKS masih membutuhkan alat peraga lain untuk menampilkan/ menyampaikan aspek mikroskopik dalam pembelajaran. Berdasarkan pernyataan tersebut, maka perlu digunakan suatu alat bantu untuk memvisualisasikan aspek mikroskopik pada materi elektrokimia yang bukan hanya berupa gambar saja. Alat bantu tersebut bisa berupa sebuah animasi yang berkaitan dengan pergerakan partikel yang ada pada sel elektrokimia, misalnya pergerakan elektron, ion-ion dan molekul yang ada pada sel tersebut. Animasi yang akan dibuat untuk menampilkan proses-proses mikroskopik ini bisa disertakan dalam sebuah CD Video Animasi Pembelajaran. Animasi memiliki kelebihan dapat menjelaskan materi sampai pada level mikroskopik.

Keunggulan bahan ajar yang memadukan bahan ajar cetak dengan CD Video Animasi Pembelajaran adalah siswa dapat membaca dan melihat ilustrasi dari konsep yang mereka baca. Dasna [8] menyatakan bahwa adanya perpaduan kegiatan tersebut mampu meningkatkan pemahaman siswa tentang materi yang mereka pelajari.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti melakukan penelitian pengembangan dengan judul “ Pengembangan Bahan Ajar Berbasis *Learning Cycle* 5 Fase Berbantuan CD Video Animasi Pembelajaran pada Materi Elektrokimia untuk SMA Kelas XII”.

METODE PENELITIAN

Define (Pembatasan)

Tahap *define* (pembatasan) dilakukan dengan tujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat- syarat pengembangan yang akan dilakukan. Melalui kegiatan ini dapat ditetapkan tujuan dan batasan dari bahan ajar yang akan dikembangkan. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahapan ini meliputi *front-end analysis* (analisis ujung depan), *concept analysis* (analisis konsep), dan *specifying instructional objective* (perumusan tujuan pembelajaran).

Design (Perancangan)

Tahapan ini dilakukan dengan tujuan untuk merancang *prototype* dari Bahan Ajar Berbasis *Learning Cycle 5* Fase Berbantuan CD Video Animasi Pembelajaran pada Materi Elektrokimia untuk SMA Kelas XII yang akan dikembangkan. Tahapan ini dilakukan setelah tujuan dari bahan ajar yang akan dikembangkan telah ditetapkan. Pemilihan media dan bentuk dari bahan ajar merupakan aspek utama dari tahap ini. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahapan ini meliputi *media selection* (pemilihan media) dan *format selection* (pemilihan format).

Develop (Pengembangan)

Kegiatan yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah menyempurnakan *prototype* bahan ajar. Hasil versi awal dari bahan ajar harus disempurnakan sebelum dijadikan versi akhir. Dua tahapan yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah

- a. penilaian oleh ahli yang dilakukan oleh satu dosen Jurusan Kimia FMIPA UM dan dua orang guru SMA. Hasil validasi isi yang dilakukan oleh validator akan menghasilkan dua data yaitu data kuantitatif dan kualitatif. Berdasarkan hasil validasi dari beberapa validator tersebut maka bahan ajar bisa disempurnakan menjadi lebih efektif dan berkualitas tinggi.
- b. revisi yang dilakukan untuk memperbaiki produk yang telah diberi masukan oleh validator serta dosen pembimbing.
- c. uji coba terbatas yang dilakukan pada siswa SMA kelas XII yang telah memahami materi elektrokimia dengan baik.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam pengembangan bahan ajar ini berupa angket. Angket terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian pertama yaitu bagian depan angket ini meliputi biodata validator (tim ahli atau siswa) dan petunjuk penggunaan angket, bagian kedua yaitu pengumpulan data kuantitatif berupa penilaian menggunakan skala *Likert* 1-5 dan bagian ketiga yaitu pengumpulan data kualitatif berupa lembar komentar dan saran.

Teknik analisis data untuk menganalisis data kuantitatif yang berupa skor yang menggunakan skala *Likert* adalah melakukan perhitungan rata-rata. Teknik tersebut digunakan untuk menentukan presentase dari setiap item jawaban dari validator. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P = presentase kevalidan
 $\sum x$ = jumlah total skor jawaban validator
 $\sum xi$ = jumlah total skor jawaban tertinggi

Berdasarkan hasil analisis dapat ditarik kesimpulan bahwa bahan ajar dianggap layak bila memenuhi kriteria kelayakan isi dan memenuhi tingkat keterbacaan siswa dan kriteria interpretasi skor $\geq 60\%$. Kriteria interpretasi skor penilaian bahan ajar tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Kriteria Interpretasi Skor Penilaian Bahan Ajar

Skor	Kriteria Interpretasi
0% - 20%	Tidak layak
21% - 40%	Kurang layak
41% - 60%	Cukup layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat layak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penilaian oleh Ahli pada Buku Guru dan Buku Siswa

Rangkuman hasil validasi pada buku guru dan buku siswa dapat diamati pada Tabel 2, sedangkan komentar, kritik dan saran dari tim ahli (validator) untuk buku guru dan buku siswa dapat diamati pada Tabel 3.

Tabel 2 Rangkuman Hasil Validasi pada Buku Siswa dan Buku Guru

No.	Aspek yang Dinilai	Presentase (%)	Kriteria
1.	Halaman Muka (Cover)	83	Sangat Valid
2.	Kata Pengantar	87	Sangat Valid
3.	Karakteristik Isi	89	Sangat Valid
4.	Daftar Isi	80	Valid
5.	Petunjuk Penggunaan Bahan Ajar	80	Valid
6.	Materi	76	Valid
7.	Kegiatan Belajar Siswa	83	Sangat Valid
8.	Gambar	78	Valid
9.	Tabel	80	Valid
10.	Daftar Pustaka	80	Valid
11.	Soal Uji Kompetensi	84	Sangat Valid
12.	Kunci Jawaban	87	Sangat Valid
13.	Lembar Penilaian	84	Sangat Valid
	Nilai Presentase Rata-rata	82	Sangat Valid

Berdasarkan tabel 2, nilai rata-rata hasil validasi isi buku guru dan buku siswa pada keseluruhan aspek adalah 82%. Hasil validasi menunjukkan bahwa buku guru dan buku siswa memiliki kriteria sangat layak untuk digunakan. Namun, berdasarkan tabel 3, bahan ajar masih membutuhkan beberapa revisi.

Hasil Penilaian oleh Ahli pada CD Video Animasi Pembelajaran

Rangkuman hasil validasi pada CD Video Animasi Pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan komentar, kritik dan saran dari tim ahli (validator) untuk CD Video Animasi Pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 3 Komentar, Kritik dan Saran dari Tim Ahli (Validator) untuk Buku Guru dan Buku Siswa

No.	Bagian/ Halaman	Komentar/ Kritik/ Saran
1.	viii	Subbab 1 ada 3
2.	6	Tidak ada bilangan oksidasi ion dan senyawa netral
3.	12	Terdapat beberapa kalimat rancu
4.	19	Perlu diskusi lagi tentang metode ion elektron dalam suasana asam, basa dan netral
5.	Subbab 2 (<i>Exploration</i>)	Prosedur praktikum belum bisa memprediksi reaksi redoks yang berlangsung tidak spontan.
6.	Subbab 2	Dibedakan reaksi redoks spontan, reaksi yang tidak berlangsung dan reaksi redoks tidak spontan
7.	Awal-akhir	Penulisan yang kurang tepat
8.	61	Percobaan paku perlu diperjelas lagi tempat untuk melakukan percobaan
9.	95	Ada dua lembar
10.		<i>Handout</i> harus diberi ke siswa
11..	Kunci Jawaban	Adanya jawaban yang tidak sesuai
12.	Soal Uji Kompetensi	Masih ada beberapa kalimat yang salah

Tabel 4 Rangkuman Hasil Validasi pada CD Video Animasi Pembelajaran

No.	Aspek yang Dinilai	Presentase (%)	Kriteria
1.	Animasi Subbab 1	74	Valid
2.	Animasi Subbab 2	77	Valid
3.	Animasi Subbab 3	74	Valid
4.	Animasi Subbab 5	75	Valid
5.	Animasi Subbab 6	74	Valid
6.	Petunjuk Penggunaan	77	Valid
	Nilai Presentase Rata-rata	75	Valid

Tabel 5 Komentar, Kritik dan Saran dari Tim Ahli (Validator) untuk CD Video Animasi Pembelajaran

No.	Aspek	Komentar/ Kritik/ Saran
1.	Suara	Ada gangguan suara “kemresek” yang perlu untuk dihilangkan
2.	Tampilan background	Tampilan background/ layout cenderung monoton sehingga perlu dibuat lebih variatif

Tabel 4 menunjukkan nilai rata-rata hasil validasi isi CD Video Animasi Pembelajaran pada keseluruhan aspek adalah 75%. Hasil validasi menunjukkan bahwa CD Video Animasi Pembelajaran memiliki kriteria layak untuk digunakan. Namun berdasarkan Tabel 5, CD Video Animasi Pembelajaran masih membutuhkan revisi.

Hasil Uji Coba Terbatas pada Buku Siswa

Data nilai rata-rata hasil uji coba terbatas pada buku siswa dapat diamati pada Tabel 6 sedangkan komentar dan saran dari uji coba terbatas pada buku siswa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6 Data Nilai Rata-rata Hasil Uji Coba Terbatas pada Buku Siswa

No.	Aspek yang Dinilai	Presentase (%)	Kriteria
1.	Kemenarikan cover dan isi bahan ajar cetak	88	Sangat Valid
2.	Kejelasan identitas bahan ajar	88	Sangat Valid
3.	Kesesuaian urutan bahan ajar	88	Sangat Valid
4.	Kejelasan petunjuk penggunaan bahan ajar	84	Sangat Valid
5.	Kejelasan penggunaan bahasa yang digunakan dalam bahan ajar	82	Sangat Valid
6.	Kemudahan memahami gambar ataupun tabel dalam penyajian materi pada:		
a.	Subbab 1	88	Sangat Valid
b.	Subbab 2	80	Valid
c.	Subbab 3	82	Sangat Valid
d.	Subbab 4	84	Sangat Valid
e.	Subbab 5	78	Valid
7.	Kesesuaian pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan	90	Sangat Valid
8.	Kemudahan memahami penyampaian materi fase <i>engagement</i> pada:		
a.	Subbab 1	78	Valid
b.	Subbab 2	80	Valid
c.	Subbab 3	84	Sangat Valid
d.	Subbab 4	76	Valid
e.	Subbab 5	84	Sangat Valid
9.	Kemudahan memahami penyampaian materi fase <i>exploration</i> pada :		
a.	Subbab 1	88	Sangat Valid
b.	Subbab 2	76	Valid
c.	Subbab 3	80	Valid
d.	Subbab 4	84	Sangat Valid
e.	Subbab 5	76	Valid
10.	Kemudahan memahami penyampaian materi fase <i>explanation</i> pada :		

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

a.	Subbab 1	76	Valid
b.	Subbab 2	76	Valid
c.	Subbab 3	76	Valid
d.	Subbab 4	84	Sangat Valid
e.	Subbab 5	90	Sangat Valid
11.	Kemudahan memahami penyampaian materi fase <i>elaboration</i> pada :		
a.	Subbab 1	66	Valid
b.	Subbab 2	76	Valid
c.	Subbab 3	78	Valid
d.	Subbab 4	80	Valid
e.	Subbab 5	86	Sangat Valid
12.	Kemudahan memahami penyampaian materi fase <i>evaluation</i> pada :		
a.	Subbab 1	78	Valid
b.	Subbab 2	70	Valid
c.	Subbab 3	76	Valid
d.	Subbab 4	76	Valid
e.	Subbab 5	92	Sangat Valid
13.	Kemudahan memahami soal pada Uji Kompetensi	82	Sangat Valid
Hasil Presentase Rata-rata Uji Coba Terbatas		81	Sangat Valid

Tabel 7 Komentar dan Saran dari Uji Coba Terbatas pada Buku Siswa

No.	Komentar dan Saran
1.	Penyajian gambar, tulisan dan penjelesan menarik
2.	Rumus-rumus dan materi yang diberikan mudah dipahami
3.	Animasi dan tampilan karakteristik menarik sehingga membuat tertarik untuk belajar
4.	Bahan ajar menarik dan mudah dipahami namun ada beberapa subbab yang sulit untuk dikerjakan
5.	Gambar yang diberikan tidak terlalu banyak

Hasil Uji Coba Terbatas pada CD Video Animasi Pembelajaran

Data nilai rata-rata hasil uji coba terbatas pada CD Video animasi dapat dilihat pada Tabel 8, sedangkan komentar dan saran dari uji coba terbatas pada CD Video Animasi Pembelajaran dapat diamati pada tabel 9 .

KESIMPULAN

Bahan ajar berbasis *Learning Cycle* 5 Fase berbantuan CD Video Animasi Pembelajaran pada materi elektrokimia untuk SMA kelas XII ini terdiri dari tiga produk utama yaitu buku siswa, buku guru dan CD Video Animasi Pembelajaran.

Penilaian oleh tim ahli (validasi) dilakukan untuk menilai dua produk dalam bahan ajar, yaitu buku guru dan buku siswa serta CD Video Animasi Pembelajaran. Hasil validasi buku guru dan buku siswa oleh validator diperoleh nilai presentase rata-rata sebesar 82% yang memenuhi kriteria sangat valid atau sangat layak untuk digunakan. Hasil validasi CD Video Animasi Pembelajaran oleh validator diperoleh nilai presentase rata-rata sebesar 75% yang memenuhi kriteria valid atau layak untuk digunakan.

Tabel 8 Data Nilai Rata-rata Hasil Uji Coba Terbatas pada CD Video Animasi Pembelajaran

No.	Aspek yang Dinilai	P (%)	Kriteria
1.	Kemenarikan cover dan animasi pada CD <i>interactive</i>	74	Valid
2.	Kejelasan gambar yang ada pada animasi	84	Sangat Valid
3.	Kesesuaian suara dengan teks/ gambar	70	Valid
4.	Kejelasan petunjuk penggunaan CD <i>Interactive</i>	82	Sangat Valid
5.	Kejelasan penggunaan bahasa yang digunakan	80	Valid
6.	Kemudahan memahami animasi pada :		
	a. Subbab 1	84	Sangat Valid
	b. Subbab 2	82	Sangat Valid
	c. Subbab 3	82	Sangat Valid
	d. Subbab 4	74	Valid
	e. Subbab 5	78	Valid
7.	Kemenarikan animasi pada :		
	a. Subbab 1	78	Valid
	b. Subbab 2	86	Sangat Valid
	c. Subbab 3	84	Sangat Valid
	d. Subbab 4	84	Sangat Valid
	e. Subbab 5	82	Sangat Valid

8.	Kesesuaian pemilihan jenis dan ukuran huruf yang digunakan	80	Valid
Hasil Presentase Rata-rata Uji Keterbacaan pada CD Video Animasi Pembelajaran		75	Valid

Selain penilaian oleh tim ahli dilakukan juga penilaian kemenarikan dan kejelasan bahan ajar oleh siswa melalui uji coba keterbatasan. Uji coba keterbatasan dilakukan pada sepuluh orang siswa kelas XII SMA Negeri 1 Pandaan yang telah memperoleh materi elektrokimia sebelumnya. Hasil uji coba keterbatasan pada buku siswa diperoleh nilai presentase rata-rata sebesar 81% yang memenuhi kriteria sangat valid atau sangat layak untuk digunakan. Hasil uji coba keterbatasan CD Video Animasi Pembelajaran diperoleh nilai presentase rata-rata sebesar 75% yang memenuhi kriteria valid atau layak untuk digunakan.

Tabel 9 Komentar dan Saran dari Uji Coba Terbatas pada CD Video Animasi Pembelajaran

No.	Komentar dan Saran
1.	Keseluruhan animasi sudah menarik
2.	Suara kurang jelas

DAFTAR PUSTAKA

- Chittleborough, G. dan David F. T. 2007. *The Modeling Ability of Non- Major Chemistry Students and Their Understanding of The Sub-Microscopic Level*. Journal The Royal Society of Chemistry 8 (3) : 274-292.
- McMurry, J.E. & Fay R.C. 2012. *Chemistry*. Upper Saddle River : Prentice Hall.
- Heriyana, E.Y., Rahayu, S., dan Prayitno. *Menggali Pemahaman Mahasiswa Kimia Angkatan Tahun Pertama FMIPA Universitas Negeri Malang dalam Pokok Bahasan elektrokimia Menggunakan Instrumen Diagnostik Two-Tier*. Jurnal Ilmu Pendidikan, -.
- Wheatley, G.H. (1991). Constructivist prespective on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.
- Baviskar, S.N., Hartle, R.T. & Whitney, T. (2009). *Essential Criteria to Characterize Constructivist Teaching : Derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles*. International Journal of Science Education, 31(4), 541-550.
- Lorsbarch, A.W. 2015. *The Learning Cycle as A Tool for Planing Science Instruction*. (Online), (web.sjsd.k12mo.us/CurriculumManager/AttachmentsCourses/5E_Learning_Cycle.pdf), diakses 10 Januari 2015).
- Efendi, M.R.S. 2013. *Pengaruh Penggunaan Bahan Ajar Kimia Berbasis Learning Cycle-5E pada Materi Larutan Penyangga dan Hidrolisis Garam Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI Semester 2 SMK Negeri 2 Batu Program Keahlian Agrobisnis Hasil Pertanian*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang.
- Dasna, I.W., dan Sutrisno. 2006. *Model-model Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pembelajaran Sains Kimia*. Malang : Universitas Negeri Malang.

PENGEMBANGAN DAN UJI EFEKTIVITAS MODUL KONSEP ASAM BASA BERORIENTASI KETERAMPILAN GENERIK SAINS

Deklin Frantius*, I Wayan Dasna, Fariati

Program Studi Pendidikan Kimia PPs, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

***E-mail:** deklinfrantius@yahoo.com

ABSTRAK: Penelitian difokuskan untuk mengembangkan modul konsep asam basa berorientasi Keterampilan Generik Sains (KGS). Tahap pengembangan mengadopsi model 4-D Thiagarajan yang terdiri dari pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebarluasan. Pada penelitian ini, tahap penyebarluasan tidak dilakukan. Uji perorangan, kelompok, dan lapangan dilakukan pada mahasiswa pendidikan kimia Universitas Palangkaraya. Efektivitas modul dilihat dari *N-gain score* tiap komponen KGS. *N-gain score* tiap komponen KGS yaitu: (1) hubungan sebab akibat 0,6; (2) bahasa simbolik 0,6; (3) kerangka logika 0,4; (4) konsistensi logika 0,8; (5) inferensi logika 0,7; (6) pemahaman skala 0,5; dan (7) pemodelan 0,4. Rata-rata keseluruhan *N-gain score* adalah 0,6. Dapat disimpulkan bahwa modul efektif meningkatkan KGS.

Kata Kunci: *modul, konsep asam basa, Keterampilan Generik Sains*

ABSTRACT: Research was focused to develop a Skill Generic Science oriented acid base module. Development adopted 4-D models Thiagarajan which consists of four steps: definition, design, development, and dissemination. Only the first three steps were adopted in research. Individual, group, and empirical test were done at chemistry education student of Palangkaraya University. Module effectiveness was analysed through *N-gain score* of KGS components that causal 0,6; symbolic 0,6; logical frame 0,4; logical consistency 0,8; logical inference 0,7; scale understanding 0,5; and modeling 0,4. Overall, average of *N-gain score* is 0,6. Therefore, the module improves the Skill Generic Science effectively.

Keywords: *module, acid base concept, Science Generic Skill*

PENDAHULUAN

Kimia Dasar merupakan salah satu mata kuliah yang sangat penting. Mahasiswa harus menguasai konsep Kimia Dasar karena menjadi prasyarat sebelum mempelajari ilmu kimia yang lebih tinggi [1]. Pada Universitas Palangkaraya, mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia diharapkan mampu memahami materi Kimia Dasar I dan II dengan baik. Fakta empiris menunjukkan hasil belajar mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Palangkaraya masih rendah pada mata kuliah Kimia Dasar I dan II. Data tiga tahun terakhir hasil ujian mata kuliah Kimia Dasar I dan II memperlihatkan masih banyak mahasiswa tidak tuntas dan mendapatkan nilai C. Rata-rata persentase nilai ujian akhir mahasiswa dari tahun 2011 hingga 2013 pada mata kuliah Kimia Dasar yaitu 7,8% tidak tuntas dan 41,8% nilai C. Hasil belajar Kimia Dasar yang rendah dapat menghambat mahasiswa mempelajari kimia lebih lanjut. Oleh karena itu,

desain pembelajaran yang sesuai karakteristik materi Kimia Dasar diperlukan untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Salah satu materi dari Kimia Dasar adalah konsep asam basa. Kemampuan menentukan sifat larutan berdasarkan pH memerlukan keterampilan pemahaman tentang skala. Mengidentifikasi rumus kimia asam atau basa juga membutuhkan keterampilan bahasa simbolik. Kemampuan menjelaskan hubungan K_a dan struktur senyawa asam merupakan keterampilan inferensi logika, kerangka logika dan hubungan sebab akibat. Keterampilan pemodelan juga diperlukan untuk memahami konsep asam basa. Mahasiswa diharapkan dapat merepresentasi pemodelan struktur Lewis untuk menjelaskan konsep asam basa Lewis. Keterampilan pemodelan, bahasa simbolik, penalaran logika, sebab akibat, dan pemahaman skala merupakan komponen Keterampilan Generik Sains (KGS) [2]. Berdasarkan karakteristik, konsep asam basa memerlukan kegiatan pembelajaran yang berorientasi KGS.

Pembelajaran yang melatih keterampilan generik dapat meningkatkan hasil belajar [3], [4] & [5]. Mahasiswa dengan predikat keterampilan generik yang baik diharapkan lebih mudah beradaptasi dan mencapai kesuksesan belajar [3]. Bailey [6] juga menjelaskan keterampilan generik merupakan kemampuan dasar bersifat umum, fleksibel, dan berorientasi sebagai bekal mempelajari ilmu pengetahuan yang lebih tinggi. KGS merupakan hal dasar yang membantu proses berpikir kreatif, kritis, pengambilan keputusan, dan pemecahan masalah kehidupan sehari-hari [7]. KGS diperlukan untuk mempelajari berbagai konsep dan menyelesaikan masalah sains [8].

Observasi pada jawaban mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia angkatan 2013 pada ujian Kimia Dasar II materi asam basa ditemukan sebanyak 46,7% masih keliru dalam menuliskan notasi persamaan reaksi proses pelarutan gas HCl dalam air berdasarkan konsep asam basa Arrhenius. Mahasiswa menuliskan persamaan reaksi tanpa menyertakan simbol fase (*g*), (*aq*), dan (*l*). Fakta temuan memberikan gambaran bahwa pemahaman bahasa simbolik pada mahasiswa masih rendah.

Hasil angket terhadap 40 mahasiswa angkatan IV dan VI Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Palangkaraya menunjukkan sebanyak 77,5% partisipan menyatakan bahwa konsep asam basa relatif sulit. Peneliti juga telah berkonsultasi dengan dosen pengampu mata kuliah Kimia Dasar II di Universitas Palangkaraya. Dosen menjelaskan bahwa masih banyak mahasiswa yang belum memahami dengan baik materi dari Kimia Dasar II, salah satunya yaitu konsep asam basa. Berdasarkan referensi yang diperoleh peneliti, Keterampilan Generik Sains khususnya pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Palangkaraya perlu dilatih.

Pembelajaran kimia yang melatih keterampilan generik merupakan hal penting dewasa ini. Proses pembelajaran sebaiknya didesain dengan orientasi KGS [9]. Proses pembelajaran akan terjadi jika ada komunikasi antara penerima dan sumber pesan. Di antara penerima dan sumber pesan ada media pembelajaran. Media pembelajaran berfungsi sebagai perantara. Media diharapkan

dapat berfungsi sebagai penyampai pesan pembelajaran yang baik. Pesan merupakan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai [10]. Sumber belajar utama yang digunakan oleh mahasiswa Universitas Palangkaraya berasal dari bahan yang disusun oleh dosen pengampu mata kuliah Kimia Dasar. Sajian pembelajaran menempatkan dosen bukan sebagai fasilitator sehingga KGS belum dilatih secara khusus dalam kegiatan perkuliahan. Oleh karena itu diperlukan suatu media pembelajaran yang berorientasi melatih KGS pada mahasiswa.

Modul merupakan salah satu media pembelajaran yang disarankan oleh Gagne dan Briggs [11]. Orientasi KGS yang disusun dalam modul melatih mahasiswa melakukan pengamatan, pemahaman, penalaran, dan pemodelan secara mandiri dengan waktu belajar lebih fleksibel. Kesempatan untuk belajar mandiri dan waktu belajar lebih fleksibel sangat diperlukan karena tiap mahasiswa memiliki karakteristik yang berbeda. Metode belajar mandiri memungkinkan mahasiswa belajar sesuai dengan waktu dan kecepatan yang dibutuhkan [12]. Penelitian yang dilakukan oleh Ramlawati *et al.* [13] menunjukkan penggunaan modul dapat meningkatkan KGS mahasiswa. Hasil analisis *N-gain* skor beberapa indikator KGS diperoleh sebesar 0,9 untuk pemodelan; 0,8 untuk bahasa simbolik; dan 0,5 untuk pemahaman tentang skala. Sunyono [14] melaporkan bahwa media belajar yang dikembangkan berbasis Keterampilan Generik Sains pada materi kesetimbangan kimia terbukti secara empiris mampu meningkatkan KGS mahasiswa. *N-gain score* untuk bahasa simbolik 0,77; hukum sebab akibat 0,57; dan pemodelan 0,42.

Berdasarkan uraian, penggunaan modul berorientasi KGS dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan keterampilan pemahaman tentang skala, bahasa simbolik, kerangka logika, konsistensi logika, hubungan sebab akibat, dan pemodelan mahasiswa. Modul untuk konsep asam basa yang berorientasi KGS belum pernah dikembangkan secara khusus di Universitas Palangkaraya. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan modul konsep asam basa berorientasi KGS dan uji efektivitasnya di Universitas Palangkaraya.

METODE PENELITIAN

Penelitian pengembangan mengadopsi model 4-D Thiagarajan [15] yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebarluasan. Tahap penyebarluasan tidak dilakukan karena disesuaikan dengan tujuan penelitian dan pengembangan. Kelayakan modul dinilai oleh tiga dosen dan mahasiswa semester VI angkatan 2012 Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Palangkaraya. Uji keterbacaan melibatkan 15 orang mahasiswa semester IV angkatan 2012 dengan rincian 3 mahasiswa uji perorangan dan 15 mahasiswa uji kelompok. Sampel penelitian untuk uji lapangan yaitu 86 mahasiswa semester II angkatan 2014. Instrumen penelitian meliputi lembar validasi, angket uji keterbacaan, dan tes. Tahapan penelitian pengembangan dapat dilihat pada Gambar 1.

Efektivitas modul diukur pada tahap uji lapangan yang melibatkan 86 mahasiswa angkatan

2014. Uji coba lapangan menggunakan *one group pretest-posttest design*. Desain *one group pretest-posttest* dipilih dengan harapan dapat meminimalisir potensi bias dalam proses penelitian. Desain penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Desain *one group pretest-posttest*

Pretes	Perlakuan	Postes
O ₁	X	O ₂

Keterangan:

O₁ = pretes

O₂ = postes

X = penggunaan modul

Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Pendapat dan saran yang diberikan ahli dan mahasiswa terhadap produk pengembangan dijadikan dasar analisis secara kualitatif. Analisis kuantitatif dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari angket dan tes. Uji kelayakan modul dinilai oleh dosen dan mahasiswa menggunakan angket. Kelayakan modul berdasarkan kategori yang diberikan oleh Arikunto [16] tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 Kelayakan Modul

Tingkat Kelayakan (%)	Kategori	Keterangan
80 – 100	Layak	Tidak perlu direvisi
60 – 79	Cukup layak	Tidak perlu direvisi
40 – 59	Kurang layak	Perlu direvisi
0 – 39	Tidak layak	Perlu direvisi

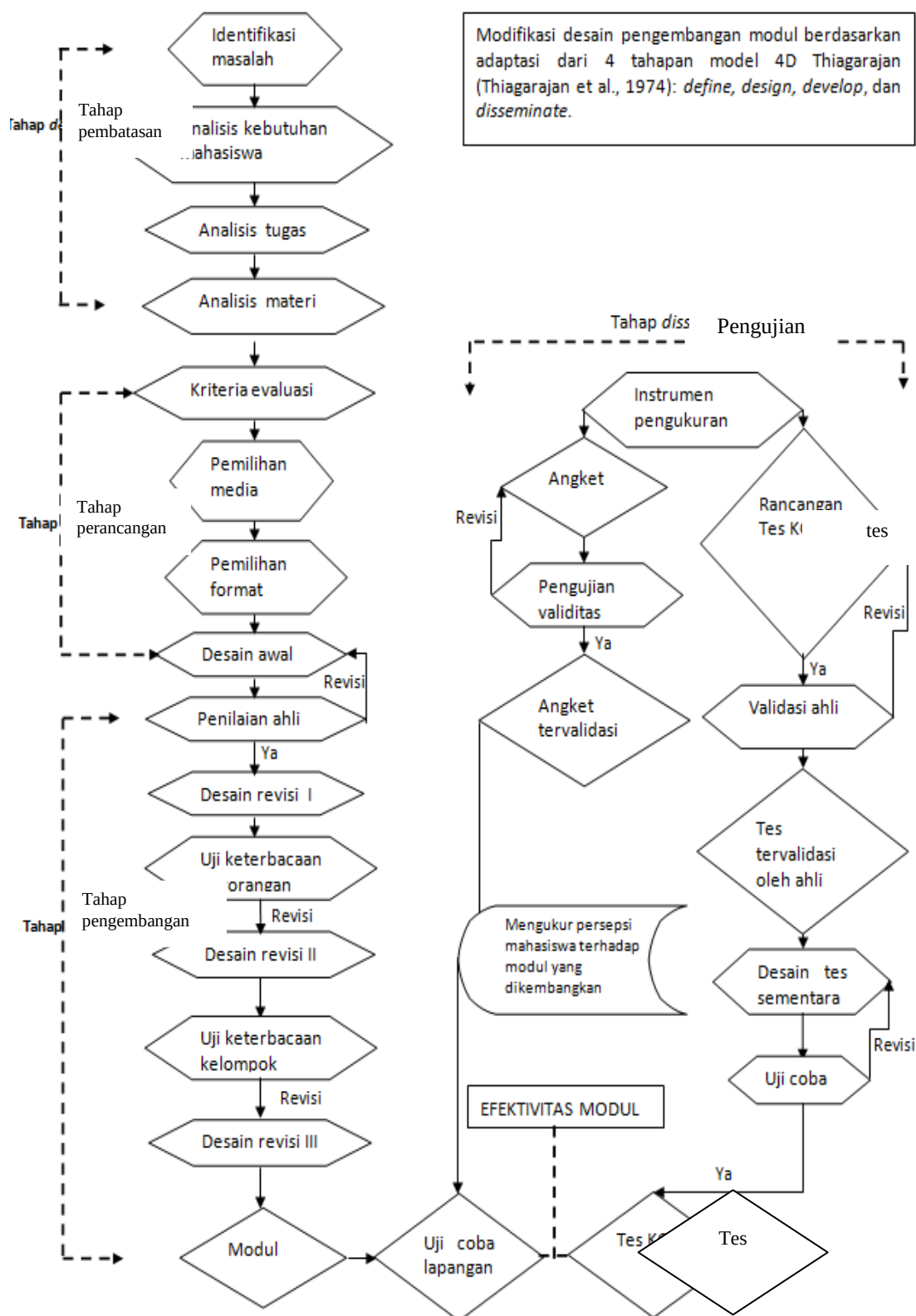
Data pretes dan postes dijadikan dasar deskripsi efektivitas modul yang ditinjau dari *N-gain score* KGS mahasiswa. Analisis diterapkan pada hasil pretes dan postes dengan menggunakan *gain score* (g). *Gain score* dihitung dengan cara membagi peningkatan rata-rata aktual (G) dibagi dengan peningkatan nilai rata-rata aktual maksimum (G_{max}) [17]. Rumus perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$g = \frac{G}{G_{\max}} = \frac{\text{postes} - \text{pretes}}{100 - \text{pretes}}$$

Tabel 3 merupakan kualifikasi peningkatan nilai menurut Hake [16].

Tabel 3 Jenjang Kualifikasi Berdasarkan Peningkatan Nilai

<i>Gain score</i> (g)	Keterangan
≥ 0,5	Tinggi
< 0,5	Rendah



Gambar 1 Tahapan Prosedur Penelitian dan Pengembangan Modul

HASIL PENGEMBANGAN

Produk hasil pengembangan berupa Modul Konsep Asam Basa Berorientasi Keterampilan Generik Sains. Materi yang dikembangkan dalam modul adalah konsep asam basa dari Kimia Dasar II yaitu asam basa Arrhenius, Bronsted-Lowry, dan Lewis. Hasil pengembangan terdiri dari dua bagian yaitu Buku Petunjuk Dosen dan Modul untuk Mahasiswa. Buku Petunjuk Dosen digunakan sebagai pedoman bagi dosen menggunakan modul untuk mahasiswa. Buku Petunjuk Dosen terdiri dari: (1) Kata Pengantar, (2) Daftar Isi, (3) Deskripsi Modul, (4) Prasyarat, (5) Deskripsi Keterampilan Generik Sains, (6) Petunjuk untuk Dosen, (7) Skema Pembelajaran Integratif, (8) Silabus KGS Asam Basa dari Materi Kimia Dasar II, (9) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, (10) Karakteristik KGS pada Kegiatan Pembelajaran, dan (11) Kunci Jawaban.

Mahasiswa diharapkan dapat meningkatkan hasil belajar setelah mempelajari konsep asam basa menggunakan modul yang dikembangkan. Susunan modul yaitu: (1) Kata Pengantar, (2) Daftar Isi, (3) Deskripsi Modul, (4) Prasyarat, (5) Petunjuk untuk Mahasiswa, (6) Lampiran, (7) Daftar Pustaka, (8) Kegiatan Belajar 1, (9) Kegiatan Belajar 2, dan (10) Kegiatan Belajar 3. KGS merupakan orientasi pengembangan kegiatan belajar dalam modul. Desain orientasi KGS dikembangkan secara implisit. Komponen KGS yang dikembangkan adalah bahasa simbolik, konsistensi logika, pemahaman skala, inferensi logika, hubungan sebab akibat, kerangka logika, dan pemodelan.

Tabel 2.4 Asam basa konjugat.

Reaksi asam basa Bronsted-Lowry	Spesi				Pasangan asam basa konjugat
	Asam	Basa	Asam konjugat	Basa konjugat	
$\text{HCl}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{Cl}^-(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$	HCl	H ₂ O	H ₃ O ⁺	Cl ⁻	HCl dan Cl ⁻ H ₂ O dan H ₃ O ⁺
$\text{HI}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{I}^-(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$	HI	H ₂ O	H ₃ O ⁺	I ⁻	HI dan I ⁻ H ₂ O dan H ₃ O ⁺
$\text{HSO}_4^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-}(aq) + \text{H}_3\text{O}^+(aq)$	HSO ₄ ⁻	H ₂ O	H ₃ O ⁺	SO ₄ ²⁻	HSO ₄ ⁻ dan SO ₄ ²⁻ H ₂ O dan H ₃ O ⁺
$\text{HSO}_4^-(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{SO}_4(aq) + \text{OH}^-(aq)$	H ₂ O	HSO ₄ ⁻	H ₂ SO ₄	OH ⁻	H ₂ O dan OH ⁻ HSO ₄ ⁻ dan H ₂ SO ₄
$\text{NH}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(aq) + \text{OH}^-(aq)$	H ₂ O	NH ₃	NH ₄ ⁺	OH ⁻	H ₂ O dan OH ⁻ NH ₃ dan NH ₄ ⁺
$\text{NH}_4^+(aq) + \text{SO}_4^{2-}(aq) \rightleftharpoons \text{NH}_3(aq) + \text{HSO}_4^-(aq)$	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	HSO ₄ ⁻	NH ₃	NH ₄ ⁺ dan NH ₃ SO ₄ ²⁻ dan HSO ₄ ⁻
$\text{HPO}_4^{2-}(aq) + \text{CO}_3^{2-}(aq) \rightleftharpoons \text{PO}_4^{3-}(aq) + \text{HCO}_3^-(aq)$	HPO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	HPO ₄ ²⁻ dan PO ₄ ³⁻ CO ₃ ²⁻ dan HCO ₃ ⁻

Pertanyaan 2.4:

1. Produk apa yang dihasilkan dari reaksi asam basa Bronsted-Lowry?
2. Berapa selisih jumlah proton antara asam dan basa konjugat maupun basa dan asam konjugat?

Gambar 2 Desain kegiatan belajar yang melatih keterampilan bahasa simbolik dan konsistensi logika

Contoh desain kegiatan dalam modul yang melatih bahasa simbolik dapat dilihat pada Gambar 2. Mahasiswa diminta untuk menjawab Pertanyaan 2.4 berdasarkan Tabel 2.4. Makna simbol seperti HCl, (aq), +, maupun $\rightleftharpoons$ diharapkan dapat dipahami mahasiswa dengan baik. Dengan demikian, mahasiswa mampu menentukan simbol yang berperan sebagai asam, basa, maupun konjugat menurut konsep asam basa Bronsted-Lowry. Gambar 2 juga melatih keterampilan konsistensi logika selain bahasa simbolik. Pola yang diberikan bahwa spesi konjugat selalu berperan sebagai produk merupakan konsistensi dari persamaan reaksi asam basa Bronsted-Lowry.

Skala pH
Berdasarkan konsep asam basa Arrhenius dan kesetimbangan autoionisasi air, tingkat keasaman merupakan skala relatif berdasarkan konsentrasi ion H^+ dan OH^- :
Larutan asam : $[H^+] > [OH^-]$
Larutan netral : $[H^+] = [OH^-]$
Larutan basa : $[H^+] < [OH^-]$
Konsentrasi ion H^+ dan OH^- dalam larutan air sangat kecil sehingga diperlukan cara penulisan yang lebih praktis. Biokimiawan Denmark Soren Sorensen (1909) mengajukan definisi yang lebih sederhana, yaitu pH. Istilah pH berasal dari bahasa Prancis yaitu *puissance d'hydrogène* yang artinya kekuatan hidrogen. pH suatu larutan didefinisikan sebagai logaritma negatif dari konsentrasi ion H^+ .
 $pH = -\log [H^+]$ Pers. 1.5
Skala pH dibuat untuk mengurangi kebutuhan angka eksponensial dalam menuliskan konsentrasi ion H^+ .
Analog dengan pH:
 $pOH = -\log [OH^-]$ Pers. 1.6
Kalikan kedua sisi Pers. 1.4 dengan $-\log$ maka:
 $-\log K_w = -\log ([H^+] \times [OH^-])$
 $-\log K_w = -\log [H^+] - \log [OH^-]$ Pers. 1.7
Substitusi Pers. 1.5 dan 1.6 ke Pers. 1.7 diperoleh:
 $pK_w = pH + pOH$ Pers. 1.8
Pers. 1.8 menunjukkan hubungan skala pH, pOH, dan pK_w . Lengkapi Tabel 1.6 berdasarkan Pers. 8 dan jawab Pertanyaan 1.6.
Tabel 1.6. Hubungan pH, pOH, dan pK_w .

$[H^+]$	pH	pOH
0,1		
0,01		
0,001		

Pertanyaan 1.6:
Apa yang terjadi dengan nilai pH dan pOH ketika $[H^+]$ semakin kecil?

Gambar 3 Desain kegiatan belajar yang melatih keterampilan inferensi logika dan pemahaman skala

Gambar 4 didesain untuk melatih keterampilan pemodelan dan hubungan sebab akibat. Pada Gambar 4, data Tabel 1.5 menyajikan representasi pemodelan larutan asam dan basa. Mahasiswa berlatih meningkatkan keterampilan pemodelan dengan mengamati representasi yang disajikan. Pertanyaan 1.5 membimbing mahasiswa menjelaskan alasan suatu larutan bersifat asam atau basa berdasarkan teori asam basa Arrhenius. Kegiatan ini melatih keterampilan hubungan sebab akibat.

Contoh pengembangan kegiatan belajar yang berorientasi kerangka logika dapat dilihat pada Gambar 5. Tabel 2.6 yang tercantum pada Gambar 5 merupakan data yang diberikan untuk menuntun mahasiswa memahami hubungan sistematika struktur molekul dan harga K_a . Gambar 5 dikembangkan untuk menunjukkan kepada mahasiswa bahwa struktur molekul merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi kekuatan asam. Mahasiswa dituntun untuk melatih keterampilan kerangka logika ketika mengerjakan kegiatan seperti tercantum pada Gambar 5.

Tabel 4 merupakan penilaian kelayakan modul yang diberikan oleh tiga dosen. Skor penilaian oleh tiga orang dosen sebesar 90,3% untuk Buku Petunjuk Dosen dan 93,3% untuk Modul Mahasiswa. Modul yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sehingga dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu uji keterbacaan perorangan dan kelompok.

Tabel 4 Validasi Ahli untuk Produk Pengembangan

Aspek yang Dinilai	Persentase (%)	Kategori
Buku Petunjuk Dosen	90,3	Layak
Modul untuk Mahasiswa	93,3	Layak

Hasil uji keterbacaan perorangan dan kelompok yang dilaksanakan di Universitas Palangkaraya tertera pada Tabel 5. Penilaian sebesar 83,5% diperoleh pada uji keterbacaan perorangan dan 85,4% pada uji keterbacaan kelompok. Berdasarkan Tabel 5, modul dikategorikan layak sebagai bahan pembelajaran kimia sehingga dapat dilanjutkan ke tahap uji lapangan.

Tabel 5 Hasil Penilaian Uji Keterbacaan Modul

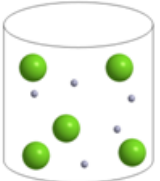
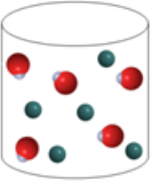
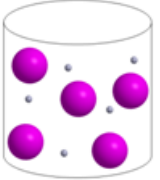
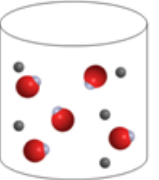
Uji Keterbacaan Modul	Persentase (%)	Kategori
Perorangan	83,5	Layak
Kelompok	85,4	Layak

Tahap selanjutnya adalah uji lapangan. Uji lapangan bertujuan untuk mengetahui efektivitas modul. Efektivitas modul ditinjau dari *N-gain score* KGS. Tabel 6 merupakan *N-gain score* tiap komponen KGS. Hubungan sebab akibat, bahasa simbolik, konsistensi logika, inferensi logika, dan pemahaman skala menempati perolehan *N-gain score* kategori tinggi. Kerangka logika, dan pemodelan memiliki *N-gain score* pada kategori rendah. Rata-rata keseluruhan *N-gain score* yang diperoleh adalah 0,6 yakni kategori tinggi. Dapat disimpulkan bahwa modul efektif dalam meningkatkan KGS mahasiswa.

Tabel 6 Hasil *N-gain score* KGS

Komponen KGS	<i>N-gain score</i>	Kategori
Hubungan sebab akibat	0,6	Tinggi
Bahasa simbolik	0,6	Tinggi
Kerangka logika	0,4	Rendah
Konsistensi logika	0,8	Tinggi
Inferensi logika	0,7	Tinggi
Pemahaman skala	0,5	Tinggi
Pemodelan	0,4	Rendah
Rata-rata	0,6	Tinggi

KEGIATAN 1.A.5

Tabel 1.5 Representasi mikroskopik larutan asam dan basa.				
Dalam larutan	Representasi mikroskopik	Dalam larutan	Representasi mikroskopik	Keterangan
HCl		NaOH		Molekul H ₂ O tidak digambar. Cl ⁻ =  H ⁺ =  I ⁻ =  Na ⁺ =  Li ⁺ =  OH ⁻ = 
HI		LiOH		

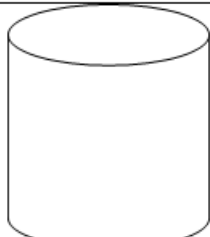
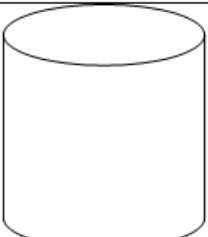
Prasyarat:
Bentuk molekul sederhana.
Kegiatan 1.A.1 dan 1.A.2

Pertanyaan 1.5:

1. Tuliskan larutan yang bersifat asam dan basa. Mengapa?
2. Manakah larutan yang mengandung kation sama? Tuliskan kationnya
3. Manakah larutan yang mengandung anion sama? Tuliskan anionnya
4. Pelarut yang digunakan adalah

Kesimpulan 1.3:

Gambar pola representasi mikroskopik:

Larutan asam	Larutan basa	Keterangan
		

Gambar 4 Desain kegiatan belajar yang melatih keterampilan pemodelan dan hubungan sebab akibat

KESIMPULAN

Persentase kelayakan yang diberikan oleh tiga dosen untuk Buku Petunjuk Dosen yaitu 90,3% dan Modul untuk Mahasiswa sebesar 93,3%. Penilaian keterbacaan modul yang diberikan oleh mahasiswa adalah 83,5% uji perorangan dan 85,4% uji kelompok. Hasil penelitian menunjukkan nilai rata-rata *N-gain score* secara keseluruhan adalah 0,6 yaitu kategori tinggi. Dapat

disimpulkan bahwa produk pengembangan yaitu Modul Konsep Asam Basa Berorientasi Keterampilan Generik Sains dikategorikan layak dan efektif untuk meningkatkan KGS mahasiswa semester II Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Palangkaraya.

Pertanyaan 2.7:

Petunjuk: Lengkapi Tabel 2.6 berdasarkan data pada lampiran.

Tabel 2.6 Analisis untuk senyawa HF, H₂O, NH₃, dan CH₄.

Senyawa	Harga K_a	Keelektronegatifan atom yang mengikat H	Energi disosiasi H – X kJ/mol
HF	$6,3 \times 10^{-4}$		
H ₂ O	$1,0 \times 10^{-14}$		
NH ₃	$1,0 \times 10^{-32}$		
CH ₄	0		

1. Gambarkan masing-masing struktur senyawa. Senyawa manakah yang memiliki kepolaran paling rendah?

2. Bagaimana hubungan kepolaran dan kekuatan ikatan terhadap harga K_a ?

.....

.....

.....

.....

Kesimpulan 2.6:
Untuk senyawa H – X (dengan X dalam satu periode), makin tinggi kepolaran senyawa maka

.....

.....

.....

.....

Prasyarat:
Kegiatan 2.1.1, 2.1.2, dan 2.A.5
Struktur Lewis
Energi disosiasi
Kepolaran
Elektronegativitas unsur

Info:
Energi disosiasi merupakan jumlah energi yang diperlukan untuk memutuskan ikatan. Oleh karena itu, energi disosiasi merupakan ukuran kekuatan ikatan.

Gambar 5 Desain kegiatan belajar yang melatih keterampilan kerangka logika

DAFTAR PUSTAKA

- Middlecamp, C & Kean, E. 1985. *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Terjemahan Pudjaatmaka, A. H. Jakarta: PT Gramedia.
- Sekarwinahyu, M. & Mustafa, D. 2001. *Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Kimia*. Jakarta: PAU-PPAI-UT.
- Johnson, E., Herd, S., & Tisdall, J. 2002. Encouraging Generic Skill in Science Courses. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5(2).
- Tight, M. 2003. *Researching Higher Education*. United Kingdom: Bell & Bain, Ltd.
- Fry, H., Ketteridge, S., & Marshall, S. 2009. *A Handbook for Teaching and Learning in Higher Education*. New York: Routledge.

- Bailey, P.D. 2001. Teaching Chemist to Communicate? Not My Job. *Chemistry Education*, 5: 80-86.
- Sudarmin. 2009. Meningkatkan Kemampuan Berpikir Mahasiswa Melalui Pembelajaran Kimia Terintegrasi Kemampuan Generik Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan dan Penerapan MIPA*, 114-123.
- Widiati, S.I., Indrawati, & Subiki. 2013. Peningkatan Keterampilan Generik Sains dan Hasil Belajar IPA Fisika dengan Model *Learning Cycle5E* Disertai Metode Eksperimen pada Siswa Kelas VIII D SMP Negeri 2 Maesan. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(3): 300-308.
- Suyanti, R.D. & Sugiyanto K.H. 2013. Keefektifan Praktikum Multimedia Ikatan Kimia dalam Usaha Meningkatkan Prestasi Belajar Kimia Mahasiswa. *Cakrawala Pendidikan*, 32(3): 461-469.
- Susilana, R. 2007. *Media Pembelajaran*. Bandung: Wacana Prima.
- Gagne, R.M. & Briggs, L.J. 1979. *Principles of Instructional Design (2nd Edition)*. United States: Holt, Rinehart, & Winston.
- Budiardjo, L. 2001. *Hakikat Metode Instruksional*. Jakarta: PAU-PPAI-UT.
- Ramlawati, Liliarsari, Wulan, A.R. 2012. Pengembangan Model Asesmen Portofolio Elektronik (APE) untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Mahasiswa. *Jurnal Chemica*, 13: 31-41.
- Sunyono. 2010. Pengembangan Model LKS Berorientasi Keterampilan Generik Sains pada Materi Keseimbangan Kimia. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia II*, 464-469.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Washington: National Center for Improvement of Educational Systems.
- Arikunto, S. 2003. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hake, R. R. 1998. Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66(1): 64-74.

**PERBEDAAN HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR SISWA MATERI
HIDROLISIS GARAM PADA PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING
CYCLE 5E* DAN *LEARNING CYCLE 5E-NUMBERED HEADS TOGETHER* BAGI SISWA
KELAS XI SMA NEGERI 5 MALANG**

Rachmasari Putri Anggini^{1*}, Endang Budiasih², danEvi Susanti³

^a Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No 5 Malang Kode pos 65145

*Corresponding author's email: rararachma06@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis (1) keterlaksanaan proses pembelajaran *Learning Cycle 5E* dan *Learning Cycle 5E-NHT*, (2) ada tidaknya perbedaan hasil belajar kognitif, (3) hasil belajar afektif dan (4) motivasi belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* berpadu *Numbered Heads Together (NHT)* pada materi hidrolisis garam. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *quasy experimental design* dengan *post-test only control group design*. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIA SMA Negeri 5 Malang semester II tahun ajaran 2014/ 2015 yang terdiri dari 7 kelas. Pemilihan kelas kontrol dan eksperimen dengan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Kelas XI MIA 2 terpilih sebagai kelas eksperimen (dibelajarkan dengan *Learning Cycle 5E-NHT*) dan kelas XI MIA 5 sebagai kelas kontrol (dibelajarkan dengan *Learning Cycle 5E*). Data hasil belajar kognitif siswa dianalisis secara statistik menggunakan uji-t sementara data keterlaksanaan proses pembelajaran, nilai kuis, nilai hasil belajar afektif dan motivasi belajar siswa dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) keterlaksanaan proses pembelajaran *Learning Cycle 5E-NHT* pada kelas eksperimen (95,4%) dan *Learning Cycle 5E* pada kelas kontrol (93,2%) berlangsung sangat baik, (2) Ada perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-NHT* dan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, dimana nilai hasil belajar dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-NHT* ($\bar{x} = 90,7$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x} = 85,4$), (3) Rata-rata hasil belajar afektif siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* ($\bar{x} = 88,7$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x} = 84,4$), (4) Motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* (persentase dengan kriteria sangat termotivasi 57,6%) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* (persentase dengan kriteria sangat termotivasi 40,6%).

Kata kunci: *Learning Cycle 5E, Numbered Heads Together, Hasil Belajar, Motivasi Belajar, Hidrolisis Garam*

ABSTRACT: The purposes of this research are to analyze (1) the implementation process of *Learning Cycle 5E* and *Learning Cycle 5E- NHT*, (2) the differences of students' cognitive, (3) students' affective, and (4) students' motivation among students who are taught using *Learning Cycle 5E* model and students who are taught using *Learning Cycle 5E-NHT* model. This research uses *quasy experimental design* with *post-test only control group design*. The population of this research are the second grades students of science class in senior high school 5 Malang year 2014/2015 which consists of 7 classes. The selection of the control and experimental classes is using *cluster random sampling technique*. XI MIA 2 class was chosen as the experimental class

(taught using Learning Cycle 5E- Numbered Heads Together model) while XI MIA 5 as the control class (taught using Learning Cycle 5E model). Score of cognitive were analyzed statistically using t-test while data of the implementation of learning process, quiz, and score of affective were analyzed descriptively. The result of this research showed that (1) the implementation learning process in the experiment class using Learning Cycle 5E-NHT model (95,4%) and control class using Learning Cycle 5E (93,2%) are very well managed, (2) there are differences in students' cognitive among the students who are taught using Learning Cycle 5E-NHT model and using Learning Cycle 5E model, the students' cognitive using Learning Cycle 5E-NHT model ($\bar{x} = 90,7$) is higher than the students who are taught using Learning Cycle 5E model ($\bar{x} = 85,4$), (3) Students' affective among the students who are taught using Learning Cycle 5E-NHT model ($\bar{x} = 88,7$) is higher than the students who are taught using Learning Cycle 5E model ($\bar{x} = 84,4$), (4) Learning motivation of students who are taught using Learning Cycle 5E - NHT model (percentage of very motivated category is 57,6%) is higher than students who are taught using teaching model Learning Cycle 5E (percentage of very motivated category is 40,6%).

Keywords: Learning Cycle 5E, Numbered Heads Together (NHT), students' learning outcomes, students' motivation, salt hydrolysis

PENDAHULUAN

Kimia merupakan mata pelajaran di tingkat sekolah menengah atas pada kurikulum 2013 yang harus ditempuh siswa secara tuntas. Faktanya, siswa seringkali mengalami kesulitan dalam memahaminya karena materi dalam mata pelajaran kimia menurut Kean & Middlecamp [1,9] pada umumnya bersifat abstrak, berurutan serta mencakup materi yang beraneka ragam meliputi fakta, konsep, aturan, hukum dan azas. Selain itu, pembelajaran yang dilakukan di sekolah menengah atas pada umumnya cenderung berpusat pada guru (*teacher centered learning*). Untuk mengatasinya, diperlukan model pembelajaran berbasis konstruktivis yang berpusat pada siswa (*student centered*) agar siswa dapat mengkonstruksi dan membangun pengetahuannya sendiri sehingga pembelajaran lebih bermakna. Salah satu model pembelajaran berbasis konstruktivis adalah model pembelajaran *Learning Cycle*. Model pembelajaran *Learning Cycle* terus mengalami perkembangan mulai *Learning Cycle 3E*, *Learning Cycle 4E*, *Learning Cycle 5E*, hingga *Learning Cycle 6E*. Peneliti tertarik untuk menerapkan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Tahapan dalam model pembelajaran *Learning Cycle 5E* menurut Lorsch [2] adalah *engagement*, *exploration*, *explanation*, *extension/ elaboration* dan *evaluation*. Model pembelajaran *Learning Cycle 5E* memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya secara maksimal. Penelitian oleh Rohmah [3] menunjukkan bahwa hasil belajar dan ketuntasan belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* lebih baik daripada model pembelajaran konvensional pada materi hidrolisis garam. Fase *exploration*, *explanation* dan *elaboration* dalam model pembelajaran *Learning Cycle 5E* selalu melibatkan interaksi sosial untuk memudahkan siswa dalam mengkonstruksi pemahamannya. Hal tersebut dapat dilakukan melalui kegiatan diskusi kelompok. Diskusi kelompok yang dilakukan pada pembelajaran *Learning Cycle* umumnya kurang berpola sehingga tidak terarah dengan baik. Salah satu penyebab utamanya adalah adanya efek penunggang bebas. Menurut Salomon dan Globerson dalam Parlan [4,50] efek

penunggang bebas terjadi bila seorang anggota kelompok memperkenankan anggota kelompok lainnya mengerjakan pekerjaan sementara dirinya sendiri tidak ikut berpartisipasi. Hal tersebut mengakibatkan tidak semua anggota kelompok dapat mengkonstruksi pemahamannya dengan baik. Untuk mengatasinya, digunakan model pembelajaran kooperatif yang berpola pada ketiga fase tersebut dengan meningkatkan kerja sama. Salah satu model pembelajaran kooperatif adalah model pembelajaran *Numbered Heads Together (NHT)*. Nurhadi [6,66] menyatakan bahwa model pembelajaran *Numbered Heads Together* terdiri dari empat tahapan, yaitu *numbering*, *questioning*, *heads together* dan *answering*. Kelebihan model pembelajaran *NHT* menurut Lie [5,59] yaitu memberikan kesempatan kepada siswa untuk membagikan ide-ide dan mempertimbangkan jawaban yang paling tepat serta mendorong siswa untuk meningkatkan semangat kerja sama. Penelitian yang dilakukan oleh Wijayanti [7] menunjukkan bahwa model pembelajaran *NHT* memberikan hasil belajar yang lebih baik daripada model pembelajaran konvensional pada materi hidrokarbon.

Model pembelajaran *Learning Cycle 5E* menurut Iskandar [8,48] dapat diterapkan dalam pembelajaran topik-topik kimia yang bersifat teoretis maupun yang melibatkan praktikum dan model pembelajaran *Numbered Heads Together* menurut Lie [5,59] dapat digunakan dalam semua mata pelajaran dan untuk semua tingkatan anak usia didik. Peneliti tertarik menggunakan perpaduan model pembelajaran tersebut untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa pada materi hidrolisis garam. Berdasarkan karakteristik materi hidrolisis garam, model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* cocok diterapkan pada materi kimia hidrolisis garam. Materi hidrolisis garam sering dianggap sulit oleh siswa karena melibatkan fakta dan konsep mengenai reaksi ionik antara kation dan anion garam dengan air serta perhitungan pH larutan garam sehingga diperlukan pemahaman yang baik. Dengan perpaduan antara model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dan model pembelajaran *Numbered Heads Together*, diharapkan siswa dapat mengkonstruksi pemahamannya secara maksimal melalui kerja sama siswa yang baik dalam kelompok. Siswa dalam kelompok yang heterogen dapat saling membantu untuk mengurangi kesenjangan pemahaman dalam memahami materi hidrolisis garam. Adanya pemanggilan berdasarkan nomor membuat masing-masing siswa dalam kelompok mempunyai tanggung jawab individu yang sama untuk menguasai hasil diskusinya. Hal ini diharapkan membuat siswa lebih termotivasi untuk belajar sehingga dapat meningkatkan hasil belajarnya.

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan penelitian eksperimental semu (*Quasy Experimental Design*) dengan model *post-test only control group*

design. Kelas eksperimen dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* sedangkan kelas kontrol dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Rancangan penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Subjek	Perlakuan	Posttest
Kelas eksperimen	X ₁	O ₁
Kelas kontrol	X ₂	O ₂

Keterangan:

X₁: Perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen, yaitu berupa model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT*

X₂: Perlakuan yang diberikan pada kelas kontrol, yaitu berupa model pembelajaran *Learning Cycle 5E*

O₁: Hasil belajar kelas eksperimen setelah diberi perlakuan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT*

O₂: Hasil belajar kelas kontrol setelah diberi perlakuan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*

Populasi dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas XI MIA SMA Negeri 5 Malang semester II Tahun Ajaran 2014/2015 yang terdiri atas tujuh kelas, yaitu kelas XI MIA 1 hingga kelas XI MIA 7. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling*. Terpilih kelas XI MIA 5 sebagai kelas kontrol (dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*) dan kelas XI MIA 2 sebagai kelas eksperimen (dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT*).

Instrumen perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang digunakan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Perangkat pembelajaran tersebut terdiri atas silabus, RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran), LKS dan *hand out*.

Instrumen pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (a) Tes berisi soal-soal yang digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa pada materi hidrolisis garam (b) lembar observasi untuk mengetahui keterlaksanaan proses pembelajaran dan hasil belajar afektif siswa, (c) kuis untuk mengetahui sejauh mana siswa memahami materi yang diberikan guru dan (d) angket motivasi untuk mengetahui motivasi belajar siswa. Tes untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa memiliki reliabilitas yang sangat tinggi yaitu sebesar 0,917 dan validitas isi terkategori sangat baik yaitu 94,3% untuk validator 1 dan 95,7% untuk validator 2.

Hasil belajar kognitif siswa diperoleh dari hasil tes evaluasi hidrolisis garam. Keterlaksanaan proses pembelajaran dan hasil belajar afektif siswa diperoleh dari observasi selama proses pembelajaran berlangsung, sedangkan motivasi belajar siswa diperoleh dari angket yang disebarkan setelah proses pembelajaran selesai.

Analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis (1) hasil uji coba tes evaluasi hidrolisis garam, (2) analisis deskriptif untuk nilai kuis (dengan teknik rata-rata), keterlaksanaan proses pembelajaran, hasil belajar afektif siswa dan angket motivasi belajar siswa (dengan teknik persentase) serta (3) analisis statistik untuk data kemampuan awal dan hasil belajar kognitif siswa

dengan menggunakan uji-t.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan Proses Pembelajaran

Persentase keterlaksanaan proses pembelajaran pada kelas kontrol (*Learning Cycle 5E*) dan kelas eksperimen (*Learning Cycle 5E – NHT*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase Keterlaksanaan Proses Pembelajaran

Kelas	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3	Pertemuan 4	Rata- Rata
Kontrol	100%	90,4%	86,9%	95,6%	93,2%
Eksperimen	95,2%	95,2%	91,3%	100%	95,4%

Tabel 2 menunjukkan bahwa persentase keterlaksanaan proses pembelajaran pada kelas eksperimen (95,4%) dan pada kelas kontrol (93,2%) serta termasuk dalam kategori terlaksana sangat baik.

Kemampuan Awal Siswa

Deskripsi data kemampuan awal siswa

Data kemampuan awal siswa diperoleh dari tes evaluasi materi asam basa dan titrasi asam basa. Deskripsi data kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Deskripsi Data Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Jumlah Siswa	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Nilai Rata-rata	Ketuntasan
Kontrol	32	98	60	82,7	78,1%
Eksperimen	33	100	60	83,8	81,8%

Analisis data kemampuan awal siswa

Untuk melakukan uji-t kemampuan awal siswa (kesamaan dua rata-rata) harus dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas.

Uji normalitas

Hasil uji normalitas data kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji Normalitas Data Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov		Kesimpulan
	N	Signifikansi	
Kontrol	32	0,196	Normal
Eksperimen	33	0,708	Normal

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada kelas kontrol (0,196) dan kelas eksperimen (0,708) > (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa data kemampuan awal siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen terdistribusi normal.

Uji homogenitas

Hasil uji homogenitas data kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Homogenitas Data Kemampuan Awal Siswa

Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Kesimpulan
0,406	1	63	0,526	Homogen

Tabel 5 menunjukkan bahwa nilai signifikansi data kemampuan awal siswa (0,526) > (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa data kemampuan awal siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki varian yang homogen.

Uji-t data kemampuan awal siswa (kesamaan dua rata-rata)

Hasil uji-t data kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji-t Data Kemampuan Awal Siswa

Kelas	t-test for Equality of Means	Kesimpulan
	Sig. (2-tailed)	
Kontrol	0,647	Tidak ada perbedaan kemampuan awal siswa
Eksperimen		

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai signifikansi uji-t data kemampuan awal siswa adalah sebesar (0,647) > (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

Hasil Belajar Aspek Kognitif Siswa

Hasil belajar kognitif diperoleh dari nilai kuis dan tes evaluasi materi hidrolisis garam.

Deskripsi Data Nilai Kuis

Deskripsi data nilai rata-rata kuis siswa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Deskripsi Data Nilai Rata- Rata Kuis Siswa

Kelas	Rata- rata Nilai				Nilai Rata-rata
	Kuis 1	Kuis 2	Kuis 3	Kuis 4	
Kontrol	94,3	88,7	94,8	91,9	92,4
Eksperimen	96,2	94,2	97,4	92,9	95,2

Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuis siswa pada kelas eksperimen ($\bar{x} = 95,2$) dan kelas kontrol ($\bar{x} = 92,4$) menunjukkan hasil yang sangat baik karena nilai tersebut memenuhi standar ketuntasan minimal (75).

Deskripsi Data Hasil Tes Evaluasi Siswa

Tes evaluasi dilaksanakan pada akhir proses pembelajaran materi hidrolisis garam berupa 25 soal pilihan ganda dengan lima pilihan jawaban. Hasil tes evaluasi materi hidrolisis garam mencerminkan hasil belajar kognitif siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen setelah diberikan perlakuan. Deskripsi data hasil belajar kognitif siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Deskripsi Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Kelas	Jumlah Siswa	Nilai Tertinggi	Nilai Terendah	Nilai Rata-rata	Ketuntasan (%)
Kontrol	32	100	60	85,4	84,4%
Eksperimen	33	100	60	90,7	90,9%

Tabel 8 menunjukkan bahwa nilai rata-rata hasil belajar kognitif siswa kelas eksperimen ($\bar{x} = 90,7$) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol ($\bar{x} = 85,4$). Hal ini menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif siswa kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

Analisis Data Hasil Tes Evaluasi Siswa

Data hasil belajar kognitif siswa dianalisis secara statistik untuk keperluan uji hipotesis dengan menggunakan uji-t. Untuk melakukan uji-t, harus dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas.

Uji normalitas

Hasil uji normalitas data hasil belajar kognitif siswa dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Uji Normalitas Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Kelas	Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov		Kesimpulan
	N	Signifikansi	
Kontrol	32	0,377	Normal
Eksperimen	33	0,076	Normal

Tabel 9 menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada kelas kontrol (0,377) dan kelas eksperimen (0,076) > (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil belajar kognitif siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen terdistribusi normal.

Uji homogenitas

Hasil uji homogenitas data hasil belajar kognitif siswa dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai signifikansi data hasil belajar kognitif siswa (0,381) > (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa data hasil belajar kognitif kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki varian yang homogen.

Tabel 10 Hasil Uji Homogenitas Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Kesimpulan
0,779	1	63	0,381	Homogen

Uji hipotesis

Hasil uji-t data hasil belajar kognitif siswa dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Uji-t Data Hasil Belajar Kognitif Siswa

Kelas	t-test for Equality of Means Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
Kontrol Eksperimen	0,046	Ada perbedaan hasil belajar kognitif siswa

Tabel 11 menunjukkan bahwa nilai signifikansi hasil uji-t data hasil belajar kognitif siswa adalah (0,046) < (0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima. Hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* pada materi hidrolisis garam. Model pembelajaran *Learning Cycle 5E* pada dasarnya adalah model pembelajaran yang bersifat konstruktivistik. Fase- fase dalam model pembelajaran *Learning Cycle 5E* yang berurutan membantu siswa dalam mengkonstruksi pengetahuannya sendiri sehingga pembelajaran lebih bermakna. Hal ini dibuktikan dari nilai tertinggi tes evaluasi siswa baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen yang mencapai angka 100. Ketuntasan belajar pada kelas kontrol meningkat dari 78,1% menjadi 84,4%, sementara ketuntasan kelas eksperimen meningkat dari 81,8% menjadi 90,9%. Rata- rata nilai kuis pada siswa kelas kontrol ($\bar{x} = 92,4$) dan eksperimen ($\bar{x} = 95,2$) menunjukkan hasil yang sangat baik karena memenuhi standar ketuntasan minimum (75). Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu memahami pembelajaran yang disampaikan oleh guru.

Faktor yang menyebabkan hasil belajar kognitif kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dapat dijelaskan melalui teori yang dikemukakan oleh Parlan [4,50] dimana terdapat lima unsur dasar yang ada dalam pembelajaran kooperatif yaitu saling ketergantungan positif (*positive interdependence*), interaksi langsung (*face-to-face interaction*) antar siswa, pertanggung jawaban individu (*individual accountability*), keterampilan antar individu dan kelompok serta keefektifan proses kelompok (*group processing*). Kelas kontrol maupun kelas eksperimen sama-

sama melibatkan interaksi langsung (*face-to-face interaction*) antar siswa yaitu dengan diskusi kelompok pada fase *exploration*, *explanation* dan *elaboration*. Diskusi kelompok pada kelas kontrol kurang efektif dikarenakan tidak semua siswa dalam kelompok mau bekerja sama untuk menyelesaikan permasalahan pada LKS. Hal ini menyebabkan nilai rata-rata tes evaluasi materi hidrolisis garam pada kelas kontrol ($\bar{x} = 85,4$) lebih rendah dibandingkan kelas eksperimen ($\bar{x} = 90,7$). Perpaduan model *NHT* dalam model *Learning Cycle 5E* membuat siswa melakukan diskusi dengan sungguh-sungguh karena guru memanggil nomor siswa secara acak guna menjawab pertanyaan pada LKS. Masing-masing kelompok juga mengupayakan agar semua anggota kelompok mengetahui jawaban dari hasil diskusi kelompok. Siswa terlihat aktif dalam kelompok dengan cara saling menguatkan jawaban dan saling mengajari siswa lainnya yang belum paham sehingga terjadi ketergantungan positif dalam kelompok. Adanya keterlibatan siswa secara aktif membuat keterampilan antar individu dan kelompok pada siswa kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol, sehingga siswa dapat mengkonstruksi pemahamannya dengan lebih baik. Selain itu, siswa yang tidak mau bekerja (pasif) dalam kelompok juga dapat diminimalisir sehingga dapat meningkatkan pertanggung jawaban individu (*individual accountability*) dalam kelompok. Hal tersebut membuktikan bahwa keefektifan proses kelompok (*group procesing*) pada kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol.

Hasil Belajar Aspek Afektif Siswa

Penilaian afektif siswa yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi penilaian perilaku berkarakter (rasa ingin tahu, kerja sama dan tanggung jawab) serta penilaian keterampilan sosial (keaktifan bertanya, menjawab pertanyaan dan berpendapat). Penilaian tersebut mencerminkan hasil belajar afektif siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Data distribusi siswa berdasarkan kriteria ranah afektif dapat dilihat pada Tabel 12, data distribusi nilai rata-rata afektif siswa tiap pertemuan dapat dilihat pada Tabel 13 sementara data distribusi nilai tiap aspek afektif siswa dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 12 Data Distribusi Siswa Berdasarkan Kriteria Ranah Afektif

Kriteria	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Jumlah	Presentase	Jumlah	Presentase
Kurang	0	0%	0	0%
Cukup	0	0%	0	0%
Baik	24	75,0%	20	60,6%
Sangat Baik	8	25,0%	13	39,4%

Tabel 13 Data Distribusi Nilai Rata-rata Afektif Siswa Tiap Pertemuan

Kelas	Pertemuan Ke-				Rata-rata
	1	2	3	4	
Kontrol	87,8	82,6	83,1	84,1	84,4
Eksperimen	93,4	84,6	87,9	88,9	88,7

Tabel 12 menunjukkan bahwa persentase nilai afektif siswa kelas eksperimen dengan kriteria sangat baik (39,4%) lebih tinggi daripada kelas kontrol (25%). Tabel 13 menunjukkan bahwa nilai rata-rata afektif siswa kelas eksperimen ($\bar{x} = 88,7$) lebih tinggi dibandingkan pada kelas kontrol ($\bar{x} = 84,4$). Selain itu, keenam aspek afektif yang disajikan pada Tabel 14 pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menandakan bahwa hasil belajar afektif kelas eksperimen lebih baik dibandingkan kelas kontrol. Faktor penyebabnya yaitu kurangnya sikap kerjasama dan keaktifan siswa kelas kontrol dibandingkan kelas eksperimen. Siswa kelas kontrol cenderung tidak mengerjakan LKS bersama-sama walaupun proses pembelajaran pada kelas kontrol maupun eksperimen sama-sama melibatkan diskusi kelompok untuk mengkonstruksi pemahaman. Hanya sebagian anggota kelompok saja yang mau bekerja sama sedangkan anggota kelompok yang lain menggantungkan jawaban pada teman satu kelompoknya. Akibatnya, diskusi dalam kelompok menjadi kurang efektif. Kurangnya kerjasama siswa kelas kontrol menyebabkan keaktifan siswa kurang terutama pada aspek menjawab pertanyaan dan berpendapat. Pada saat guru memberi kesempatan kepada siswa untuk menjawab pertanyaan, siswa kelas kontrol cukup aktif, namun hanya siswa-siswa tertentu dalam tiap kelompok karena sudah merasa siap. Pada kelas eksperimen, masing-masing siswa dalam kelompok saling menguatkan jawaban saat diskusi berlangsung sehingga lebih siap dan aktif untuk menjawab pertanyaan bila guru menyebutkan salah satu nomor. Sama halnya pada aspek berpendapat, siswa kelas kontrol cenderung bersifat pasif dan menunggu siswa lainnya untuk berpendapat sementara siswa kelas eksperimen lebih aktif dengan cara mengoreksi dan memberikan pendapatnya terhadap jawaban kelompok lain yang berbeda.

Tabel 14 Data Distribusi Nilai Tiap Aspek Afektif Siswa

No	Aspek	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
1.	Rasa ingin tahu	96,5	97,0
2.	Kerja sama	89,5	98,9
3.	Tanggung jawab	95,3	97,7
4.	Bertanya	74,6	75,8
5.	Menjawab pertanyaan	80,1	87,5
6.	Berpendapat	70,3	75,4

Motivasi Belajar Siswa

Motivasi belajar siswa kelas eksperimen dan kontrol dianalisis dari angket motivasi yang diberikan kepada siswa setelah proses pembelajaran selesai dilaksanakan. Data distribusi motivasi belajar siswa disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15Data Distribusi Motivasi Belajar Siswa

Kelas	Tidak termotivasi	Kurang termotivasi	Termotivasi	Sangat termotivasi
Kontrol	0,0%	0,0%	59,4%	40,6%
Eksperimen	0,0%	0,0%	42,4%	57,6%

Tabel 15 menunjukkan bahwa persentase siswa dengan kriteria sangat termotivasi pada kelas eksperimen (57,6%) lebih besar dibandingkan pada kelas kontrol (40,6%). Hal ini menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan siswa kelas kontrol. Penjelasan mengenai hal ini dapat dilihat dari empat faktor yang mempengaruhi motivasi belajar menurut Suciati [9,54] yaitu (1) perhatian (*attention*), (2) keyakinan diri atau percaya diri (*confidence*), (3) kepuasan (*satisfaction*) dan (4) keterkaitan (*relevance*).

Perhatian Terhadap Pembelajaran (Attention)

Perbandingan persentase motivasi belajar siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen yang dipengaruhi faktor *attention* dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Perbandingan Persentase Motivasi Belajar Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen yang dipengaruhi Faktor Perhatian (*Attention*)

Deskripsi	Kelas Kontrol			Kelas Eksperimen		
	Jumlah Skor	Skor Maks	%	Jumlah Skor	Skor Maks	%
a. Rasa senang	331	384	86,2%	354	396	89,4%
b. Perhatian terhadap tugas	309	384	80,5%	330	396	83,3%
c. Ketepatan waktu menyelesaikan tugas	215	256	84,0%	216	264	81,8%
d. Ketenangan di kelas	105	128	82,0%	115	132	87,1%
e. Kehadiran di kelas	231	256	90,2%	230	264	87,1%
Rata- rata	1141	1408	84,6%	1245	1452	85,8%

Tabel 16 menunjukkan bahwa rata- rata persentase motivasi belajar siswa yang dipengaruhi oleh faktor perhatian pada kelas eksperimen (85,8%) lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol (84,6%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen mempunyai perhatian yang lebih baik daripada siswa kelas kontrol. Persentase poin ketepatan waktu menyelesaikan tugas dan kehadiran di kelas pada siswa kelas kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan siswa kelas eksperimen. Hal ini dikarenakan menurut Dimiyati dan Mudjiono [10,74], motivasi seseorang tidak terlepas dari kondisi siswa dan lingkungan siswa. Terdapat siswa kelas eksperimen yang sering terlambat ke sekolah sehingga kurang tepat waktu dalam menyelesaikan tugas. Persentase poin rasa senang, perhatian terhadap tugas dan ketenangan di kelas pada siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini dikarenakan sikap kerja sama antar sesama anggota kelompok dan suasana diskusi pada kelas eksperimen yang lebih kondusif bila dibandingkan kelas kontrol.

Percaya Diri (Confidence)

Perbandingan persentase motivasi belajar siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen yang dipengaruhi oleh faktor percaya diri (*confidence*) dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17 Perbandingan Persentase Motivasi Belajar Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen yang dipengaruhi Faktor Percaya Diri (*Confidence*)

Deskripsi	Kelas Kontrol			Kelas Eksperimen		
	Jumlah Skor	Skor Maks	%	Jumlah Skor	Skor Maks	%
a. Keyakinan akan keberhasilan	226	256	88,3%	234	264	88,6%
b. Keyakinan dapat memahami materi pelajaran	211	256	82,4%	220	264	83,3%
c. Cita- cita	234	108	91,4%	246	264	93,2%
d. Membaca sumber lain yang mendukung pembelajaran kimia	108	128	84,4%	113	132	85,6%
e. Kepercayaan diri	108	128	84,4%	115	132	87,1%
Rata- rata	887	1024	86,2	928	1056	87,6

Tabel 17 menunjukkan bahwa rata- rata persentase motivasi belajar siswa yang dipengaruhi oleh faktor percaya diri pada kelas eksperimen (87,6%) lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol (86,2%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen mempunyai rasa percaya diri yang lebih baik daripada siswa kelas kontrol. Fase yang berperan penting dalam mengkonstruksi pemahaman siswa pada pembelajaran *Learning Cycle 5E* adalah fase *exploration*, *explanation* dan *elaboration* yang melibatkan interaksi sosial berupa diskusi kelompok. Kurangnya kerjasama pada ketiga fase tersebut membuat beberapa siswa kurang dapat mengkonstruksi pemahamannya dengan baik sehingga kurang percaya diri mengerjakan tes.

Kepuasan (Satisfaction)

Perbandingan persentase motivasi belajar siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen yang dipengaruhi oleh faktor kepuasan (*satisfaction*) dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18 menunjukkan bahwa rata- rata persentase kepuasan siswa kelas eksperimen (84,0%) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol (81,5%). Hal ini menunjukkan bahwa siswa kelas eksperimen mempunyai tingkat kepuasan yang lebih tinggi daripada siswa kelas kontrol. Faktor yang menyebabkan kepuasan siswa eksperimen lebih tinggi dibandingkan siswa kelas kontrol adalah diskusi pada kelas eksperimen lebih kondusif dan masing- masing siswa dalam kelompok saling menguatkan jawaban. Hal ini dapat membuat siswa lebih memahami pembelajaran sehingga dapat mengerjakan tes dengan baik. Keberhasilan dalam mengerjakan tes akan menghasilkan

kepuasan sehingga siswa akan termotivasi untuk terus berusaha mencapai tujuan yang serupa.

Keterkaitan (Relevance)

Perbandingan persentase motivasi belajar siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen yang dipengaruhi oleh faktor keterkaitan (*relevance*) dapat dilihat pada Tabel 19.

Tabel 19 menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa yang dipengaruhi oleh faktor *relevance* pada siswa kelas eksperimen (79,9%) hampir sama bila dibandingkan dengan siswa kelas kontrol (79,7%). Hal ini menandakan bahwa siswa kelas kontrol dan kelas eksperimen mempunyai kesempatan berlatih yang hampir sama. Faktor penyebabnya adalah kerangka utama model pembelajaran yang digunakan pada kedua kelas merupakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dengan LKS dan latihan soal yang sama pada saat proses pembelajaran. Adanya perpaduan dengan model pembelajaran *NHT* dapat membantu mengoptimalkan diskusi kelompok siswa untuk mengkonstruksi pengetahuan.

Tabel 18 Perbandingan Persentase Motivasi Belajar Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen yang dipengaruhi Faktor Kepuasan (*Satisfaction*)

Deskripsi	Kelas Kontrol			Kelas Eksperimen		
	Jumlah Skor	Skor Maks	%	Jumlah Skor	Skor Maks	%
a. Kepuasan terhadap hasil belajar	94	128	73,4%	103	132	78,0%
b. Rasa senang terhadap <i>reinforcement</i>	98	128	76,6%	103	132	78,0%
c. Kesiediaan membantu teman yang belum berhasil	118	128	92,2%	123	132	93,2%
d. Keinginan berprestasi	115	128	89,8%	119	132	90,2%
e. Kesenangan dalam belajar	207	256	80,9%	219	264	83,0%
f. Kepuasan setiap mengikuti pelajaran	97	128	75,8%	106	132	80,3%
g. Kepuasan setiap mengikuti tes	209	256	81,6%	226	264	85,6%
Rata-rata	938	1152	81,5	999	1188	84,0

Tabel 19 Perbandingan Persentase Motivasi Belajar Siswa Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen yang dipengaruhi Faktor Keterkaitan (*Relevance*)

Deskripsi	Kelas Kontrol			Kelas Eksperimen		
	Jumlah Skor	Skor Maks	%	Jumlah Skor	Skor Maks	%
a. Kesempatan berlatih pada saat pembelajaran dilakukan	204	256	79,7%	211	264	79,9%

Dari hasil analisis empat faktor yang mempengaruhi motivasi belajar siswa, diperoleh data

bahwa persentase rata-rata tiga indikator motivasi yang meliputi perhatian, kepercayaan diri serta kepuasan pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Akan tetapi, persentase indikator motivasi yang berupa relevansi pada siswa kelas eksperimen hampir sama dengan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi motivasional siswa kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol walaupun memiliki kesempatan berlatih yang hampir sama. Dengan kata lain, pembelajaran pada kelas eksperimen lebih menarik daripada pembelajaran pada kelas kontrol. Hamalik [11,161] menyatakan bahwa motivasi dapat menentukan tingkat berhasil atau gagalnya perbuatan belajar siswa. Belajar tanpa adanya motivasi kiranya sulit untuk berhasil. Dikarenakan motivasi kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, maka peluang kelas eksperimen untuk berhasil dalam belajar menjadi lebih besar. Hal ini diperkuat dari hasil belajar kognitif dan hasil belajar afektif siswa kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan siswa kelas kontrol.

KESIMPULAN

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil penelitian yang telah diuraikan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut; (1) Keterlaksanaan proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* pada kelas eksperimen dan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* pada kelas kontrol berlangsung sangat baik, berturut-turut sebesar 95,4% dan 93,2%. (2) Ada perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* pada materi hidrolisis garam di SMA Negeri 5 Malang, dibuktikan dengan nilai signifikansi $0,046 < 0,05$. Rata-rata nilai hasil belajar kognitif siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* ($\bar{x} = 90,7$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x} = 85,4$), (3) Hasil belajar afektif siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* ($\bar{x} = 88,7$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x} = 84,4$), (4) Motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E – NHT* (persentase dengan kriteria sangat termotivasi 57,6%) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* (persentase dengan kriteria sangat termotivasi 40,6%).

DAFTAR PUSTAKA

- Kean, E., & Middlecamp, C. 1985. *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Terjemahan oleh Hadyana Pudjaatmaka. Jakarta : PT. Gramedia
- Lorsbach, A. W. Tanpa tahun. *The Learning Cycle as A Tool for Planning Science Instruction*, (Online), (<http://web.sjsd.k12.mo.us>), diakses 21 April 2015
- Rohmah. 2011. *Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 4 Malang Pada Materi Pokok Hidrolisis Garam*.

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

- Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Kimia FMIPA UM
- Parlan. 2006. Model Pembelajaran Kooperatif (Cooperative Learning) dalam I Wayan Dasna dan Sutrisno (Eds.), *Model- Model Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pembelajaran Sains Kimia* (hlm.45-68). Malang: Jurusan Kimia FMIPA UM
- Lie, anita. 2008. *Cooperative Learning*. Jakarta : PT Gramedia
- Nurhadi.,Burhan, Y. & Senduk. 2004. *Pembelajaran Kontekstual (CTL) dan Penerapannya dalam KBK*. Malang : UM Press
- Wijayanti, Nanik. 2008. Penggunaan Model Pembelajaran *Numbered Heads Together* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2 (2). (Online), (<http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/viewFile/1255/1307>), diakses tanggal 18 Oktober 2014
- Iskandar, Sрни M. 2011. *Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis*. Malang: Bayumedia Publishing
- Suciati. 2001. *Teori Belajar dan Motivasi*. Jakarta: Pusat Antar Universitas Untuk Peningkatan dan Pengembangan Aktivitas Instruksional Universitas Terbuka (PAU-PPAI-UT)
- Dimiyati & Mudjiono.1994. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Hamalik, Oemar, 2008. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Bumi Aksara.

PENERAPAN PENDEKATAN SAINTIFIK PADA PEMBELAJARAN KIMIA ANORGANIK DI SEKOLAH

I Wayan Dasna*

*Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5 Malang, Jawa Timur 65145*

*Corresponding author's email: idasna@um.ac.id

ABSTRAK: Standar proses pembelajaran pada Kurikulum sekolah menggunakan pendekatan saintifik. Pembelajaran dengan pendekatan ini mendorong siswa belajar secara aktif untuk mengkonstruksi konsep-konsep yang dipelajari. Proses pembelajaran mencakup kegiatan mengamati, menanya, melakukan percobaan, menalar, dan mengkomunikasikan. Sebagian guru-kimia mengalami kesulitan menerapkan pendekatan saintifik khususnya pada materi kimia yang bersifat deskriptif seperti materi kimia anorganik. Kimia anorganik di sekolah mempelajari kimia unsur dan reaksi-reaksinya. Pada studi ini dideskripsikan suatu model penggunaan metode saintifik untuk mengajarkan kimia unsur dan tatanama senyawa anorganik. Model itu menggunakan pemahaman konsep melalui contoh dan non-contoh untuk mendorong siswa bertanya, menalar, dan mengkomunikasikan pemahamannya. Teknik lain yang dideskripsikan adalah pembelajaran kimia unsur menggunakan tahapan analisis fakta, konsep, dan simbol untuk mendorong siswa aktif menkonstruksi konsep melalui pendekatan saintifik.

Kata kunci: *scientific approach, kimia anorganik*

ABSTRACT: *Teaching process standard on school curriculum use scientific approach. Teaching with this approach could encourage students actively constructing concepts they learn. Teaching process involve some activities such as: observing, questioning, experimenting, associating, and communicating. Some chemistry teachers have difficulty to apply scientific approach in particular on descriptive chemistry topic such as inorganic chemistry. Inorganic topic that teach at school involve chemistry of elements and its reactions. This paper described a model using scientific approach to teach chemistry of elements and nomenclature of inorganic compounds. This model use concept attainment through sample versus non-sample to encourage students on questioning, associating, and communicating their understanding. Other technique described the teaching chemistry of elements which involves fact analysis, concept, and symbol to motivate students actively constructing a concept in scientific approach.*

Keywords: *scientific approach, inorganic chemistry*

PENDAHULUAN

Kimia Anorganik merupakan salah satu bidang ilmu kimia yang dibelajarkan di sekolah menengah atas. Materi-materi terkait yang disajikan di kelas X dan XII meliputi struktur atom dan sistem periodik unsur (SPU), Kimia unsur yang meliputi unsur golongan alkali dan alkali tanah, halogen, gas mulia, dan unsur-unsur transisi. Konsep-konsep penting yang dibelajarkan pada materi-materi tersebut mencakup partikel penyusun atom, konfigurasi elektron, sifat-sifat keperiodikan unsur, dan perkembangan SPU. Pada kimia unsur, secara umum dikaji tentang sifat-

sifat kimia dan fisika unsur-unsur dalam satu golongan atau periode, kelimpahannya, pembuatan, dan senyawa-senyawa serta reaksi-reaksi penting unsur-unsur dalam satu golongan atau periode.

Pembelajaran kimia anorganik di sekolah dimulai di kelas X dengan materi struktur atom dan SPU. Materi ini merupakan materi dasar yang terkait dengan konsep-konsep pada ikatan kimia, reaksi-reaksi kimia, senyawa dan campuran. Pembelajaran materi ini pada awal kelas X memberikan persepsi kepada siswa bahwa materi kimia anorganik dapat dipelajari dengan cara menghafal karena konsep-konsepnya sederhana sehingga mudah dimengerti. Pada kelas XII, materi kimia anorganik tidak dibelajarkan secara khusus dan baru pada awal kelas XII dimulai lagi dengan materi kimia unsur. Secara turun-temurun, materi kimia unsur dibelajarkan secara cepat karena adanya keterbatasan waktu sekolah menjelang ujian nasional. Pada beberapa kasus, materi kimia unsur dibelajarkan dengan meminta siswa membuat rangkuman atau membaca sendiri (belajar mandiri). Keadaan yang lebih parah adalah adanya persepsi materi kimia unsur hanya diujikan satu butir soal di Ujian Nasional (UN) sehingga tidak perlu dibelajarkan secara mendalam.

Terlepas dari keadaan pembelajaran di sekolah yang belum memberikan perhatian terhadap pembelajaran materi kimia anorganik, hasil pengamatan penulis selama mengajar di perguruan tinggi pada matakuliah Kimia Anorganik Deskriptif ditemukan beberapa fakta seperti: (1) beberapa mahasiswa kesulitan membedakan unsur dan senyawa, (2) kesalahan menuliskan lambang unsur dan senyawa, (3) mengaitkan antara sifat-sifat unsur dengan konsep-konsep struktur atom dan sifat-sifat keperiodikan, (4) kesalahan menuliskan tatanama senyawa anorganik, dan (6) menjelaskan fakta kimia dengan konsep-konsep yang terkait dengan sifat unsur. Kesulitan-kesulitan para mahasiswa tersebut tidak hanya dalam satu angkatan namun selalu berulang dari tahun ke tahun. Keadaan yang demikian dapat disebabkan oleh proses pembelajaran yang belum mantap dan sumber belajar yang mengandung konsep alternatif (miskonsepsi).

Mahasiswa pada umumnya hafal betul definisi tentang unsur dan senyawa. Unsur mereka jelaskan sebagai zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana secara kimia biasa sedangkan senyawa dapat diuraikan. Bila ditanya “Apa yang disebut zat tunggal” maka akan muncul jawaban yang bermacam-macam. Ada mahasiswa yang menjelaskan zat tunggal sebagai satu zat yang sama, zat yang terdiri atas satu jenis materi, zat yang homogen, dan sebagainya. Ada kesulitan mahasiswa mendeskripsikan unsur sebagai zat homogen dasar yang tidak dapat diuraikan lagi karena proses konstruksi konsep pada pembelajarannya tidak mendalam. Contoh yang paling sering tidak dapat dijawab oleh mahasiswa adalah membedakan antara gas oksigen (O_2) dan gas ozon (O_3) manakah yang merupakan unsur dan senyawa. Kebanyakan mahasiswa menjawab bahwa kedua zat itu adalah unsur karena terdiri atas atom yang sama. Mereka melupakan bahwa ozon dapat terurai menjadi gas oksigen secara kimia sederhanya sehingga ozon sebagai senyawa. Fakta tersebut menunjukkan bahwa konstruksi konsep mahasiswa ketika belajar kimia anorganik di sekolah belum mantap.

Penulisan rumus molekul dan lambang unsur pada tingkat mahasiswa juga masih ditemukan. Keadaan ini tidak seharusnya terjadi bagi peserta didik yang telah belajar kimia tiga tahunan. Penulisan lambang unsur yang paling sering terjadi adalah unsur-unsur yang dilambangkan berdasarkan nama latinnya. Seperti besi yang mempunyai lambang unsur Fe (dari *ferrum*) sering dituliskan Be, tembaga dengan lambang Cu (dari *cuprum*) sering dituliskan Te. Peserta didik mungkin saja lupa aturan penulisan lambang unsur berdasarkan nama latinnya. Penulisan rumus molekul lebih sering terjadi seperti ion sulfida dengan ion sulfat, ion nitrat ditulis NO, difosfor pentoksida ditulis PO_5 bukan P_2O_5 , dan banyak kasus kesalahan penulisan rumus molekul lainnya. Contoh-contoh tersebut menunjukkan masih ada sebagian peserta didik yang belum memiliki pemahaman konsep dasar yang baik tentang tatanama, penulisan lambang unsur, atau rumus molekul. Kondisi tersebut akan menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam mempelajari kimia yang lebih tinggi. Kekurangpahaman pada konsep-konsep dasar kimia akan menimbulkan persepsi bahwa kimia sebagai ilmu yang sulit.

Analisis pemahaman mahasiswa semester VII (Dasna, 2015) terhadap beberapa soal kimia anorganik menunjukkan hasil yang tidak menggembirakan. Mahasiswa diberikan dua soal berikut:

6. Pasangan senyawa berikut yang merupakan alotrop adalah
 A. N_2 dan N_3^- B. SO_2 dan SO_3 C. O_2 dan O_3 D. H_2O dan H_2O_2
7. Nama IUPAC senyawa-senyawa berikut benar, **keculi**
 A. BrF Boron monofluorida C. Cl_2O_3 dikloro trioksida
 B. XeO_2 Xenon dioksida D. P_2O_5 fosfor pentoksida

Kedua soal tersebut diujikan untuk 329 mahasiswa semester VII dari 3 perguruan tinggi yang berbeda. Hasil yang diperoleh disajikan pada Tabel 1 (Dasna, 2015).

Tabel 1. Hasil analisis item soal no. 6 dan no.7

Item	Group	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4
6	TOTAL	155 (0.465)	41 (0.123)	93* (0.279)	39 (0.117)
	High	36 (0.350)	7 (0.068)	51 (0.495)	9 (0.087)
	Low	58 (0.569)	23 (0.225)	7 (0.069)	9 (0.088)
	Diff	-22 (-0.219)	-16 (-0.158)	44 (0.427)	0 (-0.001)
7	TOTAL	96 (0.288)	69* (0.207)	117 (0.351)	47 (0.141)
	High	25 (0.243)	30 (0.291)	35 (0.340)	13 (0.126)
	Low	33 (0.324)	13 (0.127)	36 (0.353)	18 (0.176)
	Diff	-8 (-0.081)	17 (0.164)	-1 (-0.013)	-5 (-0.050)

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa hanya 28% peserta yang menjawab benar dan semua jawaban ada yang memilih. Pada soal sudah jelas ditanyakan “pasangan senyawa” maka pilihan A seharusnya tidak dipilih karena N_2 dan N_3^- bukanlah pasangan senyawa. Data

tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa semester VI masih banyak yang belum memahami dengan baik perbedaan senyawa dengan unsur dan ion. Bila dikaji dari kelompok peserta dalam kelompok tinggi (*high*) dan rendah (*low*) yang dikelompokkan berdasarkan pemisahan di atas dan di bawah rerata, hanya 6,9% peserta kelompok rendah yang menjawab benar sedangkan yang lainnya salah. Sebanyak 88,2% peserta kelompok bawah memilih option A, B, atau D yang merupakan jawaban yang salah. Data tersebut bisa juga disebabkan peserta didik tidak memahami konsep “alotrop”. Pada umumnya konsep tersebut hanya dijelaskan definisinya dengan contoh yang minimal sehingga konstruksi konsep peserta didik kurang baik. Keadaan demikian dapat menyebabkan konsep yang dipelajari tidak bermakna bagi peserta didik.

Hasil analisis soal no. 7 tentang tatanama senyawa anorganik menunjukkan keadaan yang lebih mengherankan. Tatanama yang tidak sesuai dengan IUPAC adalah option D yang seharusnya difosfor pentoksida. Peserta didik menganggap jawaban B (xenon dioksida) yang benar. Konsep yang dipahami peserta didik mungkin berasosiasi dengan sifat-sifat gas mulia yang sukar bereaksi membentuk senyawa lain, padahal soal menanyakan tentang tatanama yang salah. Selain itu, hanya 14,1% peserta yang dapat menjawab benar soal tersebut.

Data lain tentang sifat-sifat kimia suatu golongan menunjukkan data yang hampir sama dimana peserta didik belum dapat membedakan karakteristik senyawa-senyawa yang ada dalam satu golongan SPU. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa retensi peserta didik terhadap konsep-konsep kimia anorganik umumnya rendah. Keadaan tersebut bukan karena konsep-konsep tersebut sukar atau abstrak tetapi karena proses konstruksi konsep ketika pembelajaran belum mantap. Konsep tersebut lebih banyak dihafalkan sesaat untuk keperluan ujian dan setelah itu akan hilang lagi. Oleh sebab itu, pembelajaran kimia anorganik memerlukan strategi yang relevan untuk meningkatkan pemahaman dan retensi peserta didik. Pendekatan saintifik dapat digunakan membelajarkan peserta didik melalui proses berpikir bukan menghafal sebagaimana yang disarankan dalam kurikulum 2013.

Sebagaimana hakekat ilmu kimia yang mencakup proses, produk, dan sikap ilmiah maka pembelajaran kimia sangat relevan dibelajarkan dengan metode ilmiah. Dalam kurikulum 2013, proses induktif yang dilakukan sebagaimana implementasi metode ilmiah dinyatakan sebagai pendekatan ilmiah (*scientific approach*). Pendekatan ilmiah ini lebih mengedepankan penalaran induktif daripada penalaran deduktif, yaitu melihat dan mengkaji fakta/fenomena umum baru kemudian menarik kesimpulan (Obomanu and Onuoha, 2012; Puskhin, 1998). Pendekatan ilmiah merupakan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa yang membelajarkan siswa mengkonstruksi konsep melalui kegiatan belajar mengamati, menanya, mencoba, melakukan sosiasi (menalar), dan mengkomunikasikan. Pendekatan ini dapat digunakan pada model atau metode pembelajaran yang bercirikan pemroses informasi seperti inkuiri, pembelajaran berbasis masalah, siklus belajar, dan lain-lain (Sukemi dan Andriono, 2014: 87-89).

Pembelajaran kimia menggunakan pendekatan ilmiah akan dimulai dengan kegiatan *hands-on* dimana siswa terlibat dengan kegiatan mengamati (*observing*). Untuk kegiatan ini, pengajar harus menyediakan obyek nyata, gambar bergerak atau gambar statis tentang obyek nyata, atau sejumlah data tentang suatu peristiwa. Siswa akan berinteraksi dengan obyek tersebut menggunakan semua panca indranya sehingga dapat mengamati keteraturan-keteraturan atau perubahan yang terjadi pada obyek. Peristiwa yang diamati akan menyebabkan tumbuhnya rasa ingin tahu siswa sebagai akibat dari terjadinya ketidakseimbangan kognitif antara pengetahuan awal yang dimiliki dan fakta yang diamati. Keadaan tersebut akan dapat mendorong siswa bertanya tentang apa konsep atau hubungan antar konsep yang diamati. Pertanyaan-pertanyaan siswa selanjutnya dapat dirumuskan ke dalam pertanyaan penelitian (*research questions*) yang akan diuji melalui percobaan, dianalisis datanya, dibuat kesimpulan (metode ilmiah). Hasil tersebut kemudian dikomunikasikan di kelas sehingga semua siswa dalam kelas memperoleh pemahaman yang sama. Berdasarkan uraian tersebut, pembelajaran dimulai dengan fakta untuk menggali konsep-konsep yang terkait di dalamnya. Bagaimana dengan kimia anorganik yang pada umumnya deskriptif, apakah dapat dibelajarkan dengan pendekatan saintifik?

Bertolak dari data yang disajikan sebelumnya bahwa pemahaman siswa tentang materi kimia anorganik hanya pada *short memory*, maka penerapan pendekatan saintifik akan dapat membantu siswa belajar melalui proses sehingga apa yang dipelajari menjadi bermakna. Bila pembelajaran bermakna terjadi maka siswa akan dapat memahami materi lebih baik dan tahan lama. Makalah ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana membelajarkan kimia anorganik menggunakan pendekatan saintifik. Kajian ini sangat penting bagi para pengajar agar konsep-konsep kimia anorganik yang dibelajarkan menjadi bermakna dan dipahami dengan baik oleh siswa.

METODE

Kajian ini menggunakan analisis kritis pendekatan saintifik yang diaplikasikan untuk membelajarkan kimia anorganik seperti unsur dan senyawa, tata nama senyawa anorganik, dan reaksi oksidasi reduksi. Kajian dimulai dengan menelaah kurikulum 2013 khususnya yang terkait dengan kimia anorganik, mengkaji petunjuk pelaksanaan kurikulum khususnya pendekatan saintifik dan metode-metode pembelajarannya, merancang model teoritik implementasi pendekatan saintifik menggunakan perencanaan langkah-langkah pembelajaran yang dapat diterapkan di kelas. Perencanaan pembelajaran tersebut belum diterapkan dan divalidasi secara empirik sehingga kajian ini merupakan kajian teoritis *expertice* pengembangan rancangan pembelajaran kimia anorganik menggunakan pendekatan saintifik.

PEMBAHASAN

Bransford (1979) dalam Herron (1996) menjelaskan bahwa ada empat variabel yang berpengaruh terhadap pembelajaran kimia di kelas. Keempat variabel tersebut adalah karakteristik siswa, karakteristik materi, proses pembelajaran, dan proses penilaian. Keempat hal tersebut harus dipertimbangkan oleh pengajar dalam menyusun perencanaan pembelajaran. Dalam konteks pembelajaran dengan pendekatan saintifik, karakteristik siswa yang terkait dengan pengalaman belajar mengamati, menanya, melakukan percobaan, menalar, dan berkomunikasi sangat penting diperhatikan. Siswa yang belum terampil melakukan observasi perlu memperoleh latihan dulu bagaimana melakukan observasi dengan baik dan benar. Siswa yang belum biasa menanya (umumnya budaya siswa kita lebih banyak mendengar dan mencatat) maka perlu diberikan kata-kata kunci sebagai *scaffolding* munculnya pertanyaan dari siswa dan bukan pertanyaan-pertanyaan dari guru saja. Demikian juga dengan melakukan percobaan, menalar (menganalisis data) dan mengkomunikasikan hasil kerjanya perlu tahap demi tahap sampai akhirnya siswa tramspil melakukannya. Perubahan strategi pembelajaran dari *direct instruction* ke pemrosesan informasi memerlukan adaptasi dan praktis dalam waktu yang cukup.

a. Membelajarkan unsur dan senyawa dengan pendekatan saintifik

Karakteristik konsep-konsep materi ini adalah deskriptif. Konsep-konsep tentang unsur, senyawa, dan campuran telah didefinisikan oleh para ahli sehingga siswa diminta untuk memahami definisi-definisi tersebut. Bila pembelajaran dilakukan dengan pembelajaran maka siswa akan belajar menghafal definisi unsur, senyawa, campuran dan bila dilanjutkan menjelaskan perubahan kimia dan perubahan fisika serta lambang unsur. Hal itu akan menyebabkan pemahaman siswa menjadi tidak bermakna. Fakta ketidakpahaman tersebut dijumpai penulis pada mahasiswa bahwa sebagian mahasiswa menyatakan bahwa O_2 dan O_3 adalah unsur padahal ozon adalah suatu senyawa. Sebagian mahasiswa menyatakan bahwa Na^+ , N_3^- , atau SO_3^- adalah senyawa. Dalam hal ini terjadi kesalahan membedakan ion dan senyawa. Oleh sebab itu, materi ini penting dibelajarkan secara bermakna karena membelajarkan konsep-konsep fundamental yang akan digunakan pada pembelajaran kimia lebih lanjut.

Topik unsur dan senyawa yang bersifat deskriptif dapat dibelajarkan dengan beberapa strategi seperti contoh dan non-contoh, inkuiri tipe *predict*, *observe*, dan *explain* (POE), ataupun discovery. Pada kajian ini akan digunakan POE dimana pendekatan saintifik tercakup di dalamnya. Pendekatan pembelajaran akan menjiwai strategi, metode, atau model yang digunakan dalam pembelajaran. Strategi pembelajaran merupakan pengetahuan pedagogik yang harus dipahami pengajar untuk mendukung pemahaman terhadap materi (Des Hewwit, 2008). Strategi dan sejenisnya mempunyai langkag-langkah pembelajaran yang disebut dengan sintaks. Perndekatan yang dipakai akan tercakup atau terimplementasi pada langkah-langkah pembelajaran tersebut.

Untuk membelajarkan konsep unsur dan senyawa dengan indikator “membedakan unsur dan senyawa” pengajar dapat memulai dengan menyajikan fakta berupa benda-benda logam dan non-logam yang dibawa atau dikumpulkan oleh siswa. Setiap siswa membawa benda-benda yang dijumpai di sekitarnya. Langkah-langkah umum kegiatan belajar dapat dilakukan sebagai berikut.

- (1) Siswa mengumpulkan benda-benda yang dibawa oleh siswa di meja guru. Semua benda dikumpulkan dan meminta siswa memilih dua benda. Guru dapat juga menunjuk dua benda yang berbeda, misalnya kawat tembaga dan tali plastik.
- (2) Kedua benda tersebut ditunjukkan kepada semua siswa, lalu guru meminta siswa membuat dugaan (prediksi) untuk menjawab pertanyaan “apa yang terjadi bila kedua benda tersebut dibakar”. Siswa menuliskan prediksi yang dibuat. Kemudian guru menanyakan beberapa siswa tentang prediksi yang telah dibuat dan mengapa dia menyatakan prediksinya demikian (alasannya).
- (3) Seorang siswa ditugaskan untuk melakukan percobaan/demonstrasi dengan membakar masing-masing benda yang dipilih. Sebelum dibakar, siswa diminta menuliskan ciri-ciri dari kedua benda tersebut (guru harus mengarahkan keselamatan kerja melakukan demonstrasi tersebut).
- (4) Siswa melakukan pengamatan masing-masing benda yang dibakar, kemudian menuliskan data hasil pengamatannya.
- (5) Setelah dua benda tersebut, minta lagi siswa melakukan percobaan yang sama terhadap benda lain atau dipilihkan oleh guru. Misalnya gula pasir dengan soda kue; lempeng besi dengan lempeng zink, dan lain-lain.
- (6) Guru dapat mengarahkan siswa melakukan cara lain selain dibakar, misalnya dengan melarutkan, lalu melakukan elektrolisis. Misalnya untuk zat seperti garam dapur dan soda kue, air, dan sejenisnya.
- (7) Siswa kemudian bekerja dalam kelompok membuat tabel dengan tiga kolom. Pada kolom pertama berisi zat yang ketika dibakar mempunyai sifat-sifat seperti kawat tembaga, kolom kedua berisi benda/zat yang dibakar dengan ciri-ciri plastik atau gula pasir, dan yang ketiga mempunyai ciri-ciri berbeda dari keduanya. Guru dapat melakukan tanya-jawab mengapa siswa mengelompokkan demikian.
- (8) Bila zat atau benda yang dimasukkan dalam tabel belum banyak, guru dapat menyebutkan/menuliskan beberapa benda kemudian siswa menaruhnya dalam tabel seperti gas neon (dalam lampu), gas amonia, nikel, air, tembaga oksida (dapat ditunjukkan cara pengolahan dengan suhu tinggi), kawat magnesium, dll.
- (9) Siswa kemudian diminta mendiskusikan mengapa besi, tembaga, nikel, zink, gas neon, diletakkan dalam satu kelompok sedangkan zat lain seperti gula, garam, gas amonia diletakkan dalam kelompok lain. Siswa diminta mencari ciri-ciri (atribut) yang paling

pokok atau paling khas. Guru dapat melakukan tanya-jawab bila kelompok mengalami kesulitan.

- (10) Selanjutnya guru dapat memperkenalkan nama konsep “unsur” dan “senyawa”. Benda-benda yang mempunyai ciri-ciri yang khas seperti pada tabel dalam kolom pertama disebut unsur sedangkan zat dengan ciri-ciri khas pada kolom kedua disebut senyawa. Untuk menguji pemahaman siswa guru dapat menyebutkan benda-benda lain dan meminta siswa menempatkannya dalam kolom yang sesuai dengan alasannya. Siswa dapat memberikan penjelasan atau argumumentasi (mengkomunikasi penjelasannya).
- (11) Pada akhirnya siswa dapat diminta memberikan kesimpulan apa itu unsur dan senyawa serta perbedaan keduanya.

Langkah-langkah pembelajaran yang dipaparkan tersebut menerapkan strategi POE dan tahap-tahap pendekatan saintifik seperti mengamati, bertanya, melakukan percobaan, menalar, dan mengkomunikasikan hasil diskusi tercakup atau implisit di dalamnya. Pendekatan pembelajaran diimplementasikan terintegrasi dengan model atau strategi yang dipakai. Bukan pendekatan itu sendiri yang dijadikan model atau strategi. Hal ini sering disalahtapsirkan oleh pengajar bahwa tahap-tahap dalam pendekatan saintifik harus diterapkan secara berurutan dan eksplisit. Penerapan yang demikian akan menyulitkan pengajar membimbing siswa mengkonstruksi konsep.

Pada contoh pembelajaran yang dijelaskan, guru tidak lagi menjelaskan definisi unsur dan senyawa kepada siswa. Siswa aktif melakukan prediksi, melakukan percobaan (walau melalui demonstrasi; bisa juga dilakuakn dalam kerja kelompok bila bahan mencukui), dan mengamati hasil percobaan. Kegiatan belajar tersebut menunjukkan pembelajaran berpusat pada siswa.

Bagaimana dengan materi yang lain, seperti nama dan lambang unsur? Untuk materi ini, pengajar tidak perlu secara langsung meminta siswa menghafalkan nama unsur dan lambangnya. Siswa ditunjukkan dulu beberapa nama unsur dan lambangnya kemudian siswa diminta untuk menyimpukannya. Misalnya mulai dengan yang satu huruf, kemudian dua huruf. Sebagai contoh:

Unsur	Lambang	Unsur	Lambang
Hidrogen	H	Tembaga (cupprum)	Cu
Helium	He	Karbon	C
Nitrogen	N	Kobalt	Co
Natrium	Na	Gas Klor (clour)	Cl
Nikel	Ni	Besi (ferrum)	Fe
Niobium	Nb	Air raksa (hidragirum)	Hg

Setelah memberikan tabel nama unsur dan lambangnya, siswa diminta untuk melakukan analisis bagaimana hubungan antara nama unsur dengan lambangnya. Guru dapat pula mengajukan pertanyaan mengapa gas nitrogen tidak dilambangkan dengan Ni sedangkan nikel dengan N? siswa dapat mendiskusikannya dan guru dapat mengarahkan siswa dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan penuntun (*clue*). Materi-materi lain yang tercakup dalam kompetensi dasar ini dapat dilakukan dengan langkah-langkah yang mirip.

Langkah-langkah pembelajaran yang dipaparkan akan memerlukan waktu lebih lama dibandingkan dengan pembelajaran langsung namun hasil belajar yang diperoleh akan jauh lebih bermakna bagi siswa. Pembelajaran yang bermakna akan dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep-konsep yang dipelajari sehingga akan masuk pada *longterm memory* bukan *shortterm memory* yang akan segera dilupakan siswa setelah beberapa hari dibelajarkan. Model tersebut sesuai dengan teori belajar konstruktivistik kognitif dari Piaget.

b. Membelajarkan tatanama senyawa anorganik dengan pendekatan saintifik

Membelajarkan tatanama senyawa anorganik kepada siswa harus mempertimbangkan sistematika penyajian dan strategi penyajian. Sistematika penyajian materi mencakup konsep-konsep apa saja yang harus dibelajarkan. Senyawa anorganik perlu diklasifikasi dulu menjadi senyawa ionik dan senyawa kovalen. Kemudian masing-masing konsep tersebut kemudian diuraikan lagi menjadi konsep-konsep penyusunnya yang lebih rinci seperti senyawa ion terdiri atas senyawa monoatomik dan poliatomik. Dengan kata lain perlu dibuat dulu peta konsep senyawa anorganik baru kemudian penamaannya.

Penamaan senyawa anorganik mempunyai aturan tertentu. Pada umumnya pengajar terdorong untuk menjelaskan aturan tersebut baru kemudian melatih siswa memberikan nama senyawa. Kegiatan belajar yang demikian akan mendorong siswa menghafalkan aturan penamaan senyawa, karena aturan itu banyak maka akan mudah dilupakan. Oleh sebab itu siswa diminta mulai dengan mengamati data yang ada seperti Tabel 2.

Tabel 2. Contoh penyajian data tatanama IUPAC senyawa anorganik ionik

Senyawa	kation	anion	Englishnames	Nama Indonesia
NaCl	Na ⁺	Cl ⁻	Sodiumchloride	Natrium klorida
KI	K ⁺	I ⁻	Potassiumiodide	Kalium iodida
CaS	Ca ²⁺	S ²⁻	Calciumsulfide	Kalsium sulfida
MgO	Mg ²⁺	O ²⁻	Magnesiumoxide	Magnesium oksida
KCl				

Na ₂ S				
CaCl ₂				

Siswa diminta mengamati Tabel 2 tersebut membuat prediksi aturan yang dipakai untuk empat senyawa pertama yang diberikan contoh. Siswa berdiskusi kelompok menetapkan aturan atau tatacara penamaan senyawa tersebut baru kemudian mengisi data pada tiga kolom yang terakhir. Dengan model ini siswa akan memahami bagaimana cara memberi nama senyawa dan bukan menghafalkan nama-nama senyawa anorganik yang sangat banyak. Beberapa langkah umum yang dapat digunakan sebagai acuan membelajarkan tatanama senyawa anorganik disajikan pada paparan berikut ini.

- (1) siswa berdiskusi mengklasifikasi senyawa anorganik dan membuat peta konsep klasifikasi senyawa anorganik.
- (2) Berdiskusi kelompok menganalisis aturan penamaan senyawa menurut IUPAC dari contoh-contoh yang disajikan dalam tabel dan menetapkan aturan tiap konsep pada peta konsep, seperti senyawa biner, senyawa poliatom, senyawa mengandung hidrogen, dan seterusnya.
- (3) Masing-masing kelompok mempresentasikan aturan penamaan tiap konsep dalam peta konsep yang telah dibuat.
- (4) Mengamati nama-nama suatu senyawa kimia pada kemasan obat-obatan atau produk kimia. Masing-masing siswa dapat mengumpulkan dalam kelompok.
- (5) Berdiskusi dan mempresentasikan hasil diskusi nama-nama senyawa atau menuliskan rumus senyawa dari nama yang diketahui.

Pada materi tata nama senyawa anorganik, dapat juga dimulai dengan mengamati nama produk tertentu yang mempunyai nama dagang (nama komersial). Hal ini digunakan untuk memperkenalkan jenis-jenis penamaan suatu senyawa (trivial/dagang dan sistematis/IUPAC). Namun, konsep penting adalah siswa harus dapat menemukan tatacara (aturan) menamakan senyawa anorganik. Klasifikasi senyawa anorganik cukup lengkap dapat dibaca pada artikel jurnal Lind (1992).

c. Membelajarkan teori reaksi redoksi-oksidasi dengan pendekatan saintifik

Karakteristik materi reaksi oksidasi dan reduksi mengandung konsep-konsep yang abstrak. Masalah penting membelajarkan materi ini adalah bagaimana hirarki membelajarkannya sehingga siswa lebih mudah memahaminya. Pada umumnya, materi ini dibelajarkan mulai dari pengenalan teori reaksi redoks menurut konsep pelepasan dan penerimaan oksigen, pelepasan dan penerimaan elektron, dan perubahan bilangan oksidasi. Setelah itu dilanjutkan dengan cara-cara penyetaraan reaksi redoks, tatanama senyawa, dan elektrokimia. Pembelajaran dengan urutan materi yang demikian menyebabkan siswa tidak dapat menghubungkan dengan baik konsep pelepasan-penerimaan elektron dengan perubahan bilangan oksidasi padahal dua konsep tersebut adalah

sangat penting. Selain itu, perkembangan terori reaksi redoks terutama konsep pelepasan dan penerimaan oksigen sudah tidak digunakan lagi sehingga konsep ini cukup sebagai pengetahuan siswa tetapi bukan sebagai konsep utama yang harus dibelajarkan.

Pembelajaran reaksi redoks sebaiknya dimulai dari konsep bilangan oksidasi pada suatu senyawa. Siswa harus memahami dengan baik bahwa suatu senyawa mempunyai muatan netral. Misalnya H_2S mempunyai jumlah muatan total nol, bila satu H mempunyai bilangan oksidasi +1 maka $+2 + \text{biloks S} = 0$. Dengan demikian siswa memahami bahwa S mempunyai bilangan oksidasi (biloks) +2. Tata cara membelajarkan biloks dapat mengikuti pola pembelajaran tatanama dimana siswa diperkenalkan dengan biloks dalam tabel kemudian siswa diminta menetapkan aturannya. Misalnya untuk ion, siswa ditunjukkan ion-ion dan bilangan oksidasinya kemudian siswa diminta menyimpulkan bahwa biloks suatu ion sama dengan muatan ionnya.

Setelah siswa memahami biloks, berikutnya dibelajarkan hubungan antara pelepasan dan penerimaan elektron yang menyertai perubahan biloks. Misalnya Na menjadi Na^+ melepaskan satu elektron dan perubahan biloks dari nol menjadi +1. Perubahan biloks juga dilanjutkan dengan pembelajaran reaksi setengah reaksi. Misalnya $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$. Siswa dapat menganalisis perubahan bilangan oksidasi S menjadi S dalam SO_2 dengan menyebutkan berapa elektron yang dilepaskan. Dengan demikian pembelajaran konsep redoks menjadi bermakna dalam penyetaraan reaksi redoks. Konsep setengah reaksi sangat penting dibelajarkan secara detail. Suatu reaksi redoks mengandung setengah reaksi oksidasi dan setengah reaksi reduksi. Konsep ini belum dipahami dengan baik oleh siswa sehingga sebagian siswa mengalami kesulitan ketika mempelajari materi elektrokimia.

Strategi pembelajaran materi ini dapat menggunakan model-model yang tercakup dalam strategi pemrosesan informasi seperti inkuiri, siklus belajar, atau pemecahan masalah. Siswa dapat disajikan masalah yang dapat diamati atau disajikan data untuk dianalisis atau diobservasi. Unsur-unsur pendekatan saintifik dapat dimunculkan pada setiap langkah pembelajaran. Misalnya pengajar menunjukkan reaksi: $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_4^-$ siswa dapat diminta mengajukan pertanyaan yang terkait dengan biloks, jumlah elektron yang terlibat, oksidator/reduktor, dan reaksi setara. Siswa dapat berdiskusi memecahkan masalah dan kemudian mempresentasikan hasil diskusinya. Unsur-unsur pendekatan saintifik akan terimplementasi secara alamiah pada langkah-langkah dari sintaks model atau strategi yang dipilih.

KESIMPULAN

Pendekatan saintifik yang meliputi kegiatan-kegiatan belajar mengamati, menanya, melakukan percobaan, mengumpulkan data, menganalisis (menalar), dan mengkomunikasikan hasil kerja dapat diterapkan pada materi-materi yang memiliki konsep berkarakteristik deskriptif ataupun prosedural. Unsur-unsur pendekatan tersebut akan terimplementasi pada masing-masing sintaks

dari model atau metode yang dipilih. Penerapan pendekatan saintifik dapat mendorong siswa berpikir dalam mengkonstruksi konsep sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan dapat meningkatkan pemahaman siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Dasna, IW. 2015. *Hasil analisis item soal-soal seleksi SM3T materi kimia hasil uji coba di LPTK Indonesia*. Dokumen pribadi.
- Des Hewwit. 2008. *Understanding Effective Learning. Strategies for the classroom*. McGraw Hill: Open University Press.
- Herron, J. D. 1996. *The Chemistry Classroom: Formula for successful teaching*. Washington: American Chemical Society. Pp.12
- Kartikasari, H.A., Wahyuni, S., Yushardi. 2015. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Scientific Approach Pada Pokok Bahasan Besaran Dan Satuan Di SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*,
- Lind, G. 1992. Teaching inorganic nomenclature. *Journal Chemical Education*. 69(8), p 613 Vol. 4 No.1, hal 64 – 68.
- Obomanu, B.J & Onuoha, C.O. 2012. Students Conceptual Difficulties in Electrochemistry in Secondary Schools. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies*, 3(1):99-102.
- Puskhin, B. D. 1998. Introductory Students, Conceptual Understanding and Algorithmic Success. *Journal of chemistry Education*, 75(7):809-810.
- Ramnarain, U & Joseph, A. 2012. Learning Difficulties Experienced by Grade 12 South African Students in the Chemical Representation of Phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 13:462-470.
- Sukemi dan Adriono. 2014. *Peta Jalan Kurikulum 2013*. Cetakan Pertama. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan kebudayaan.

**PENGARUH PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 5E* DIPADU DENGAN
BLENDED LEARNING TERHADAP HASIL BELAJAR KOGNITIF MATERI
REDOKS SISWA KELAS X SMA**

Anggun Winata 1^{a,*}, Surjani Wonorahardjo 2^b, Hj. Endang Budiasih 3^c

^aProgram Pascasarjana Universitas Negeri Malang Jl. Semarang no 5 Malang 651145, e-mail: anggunwinata@gmail.com

^bJurusan Kimia FMIPA UM Jl. Semarang no 5 Malang 651145

^cJurusan Kimia FMIPA UM Jl. Semarang no 5 Malang 651145

ABSTRAK: Materi redoks melibatkan beberapa konsep yang bersifat abstrak. Hal tersebut menyebabkan siswa sering mengalami kesulitan dan kesalahan konsep dalam memahami konsep tersebut. Pemaduan *blended learning* dengan *learning cycle 5E* merupakan salah satu inovasi dalam pembelajaran kimia yang dapat membantu siswa dalam memahami konsep kimia yang bersifat abstrak. Pembelajaran tatap muka menggunakan *learning cycle 5E* dan pembelajaran online menggunakan LMS yaitu program moodle. Hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa: pembelajaran materi redoks menggunakan *learning cycle 5E* dipadu dengan *blended learning* memberikan hasil belajar kognitif lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *learning cycle 5E*

Kata Kunci: *Learning Cycle 5E, Blended Learning, Hasil Belajar*

ABSTRACT: Redox involves some abstract concept. This causes can student of difficulties and misconceptions in understanding the concept. Integration of blended learning with 5E learning cycle is one of the innovations in chemistry learning that can help students in understanding abstract concept of chemical. Face-to-face learning using 5E learning cycle and online learning using LMS that Moodle program. Results of this study we concluded that: the learning redox using 5E learning cycle combined with blended learning provides higher cognitive learning results compared to using the 5E learning cycle.

Keywords: *Learning Cycle 5E, Blended Learning, Cognitive Learning Results*

PENDAHULUAN

Salah satu pokok bahasan yang diajarkan di kelas X SMA adalah materi redoks. Materi redoks merupakan salah satu materi dasar untuk mempelajari materi selanjutnya seperti sel elektrokimia dan sel elektrolisis yang diajarkan di kelas XII. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Garnett & Treagust (1992: 122) yang menyatakan bahwa pemahaman tentang rangkaian listrik dan persamaan oksidasi-reduksi penting karena merupakan prasyarat penting untuk memahami topik sel elektrokimia dan sel elektrolisis. Berdasarkan pernyataan di atas, maka pemahaman yang tepat terhadap materi redoks sangat penting dalam memahami materi kimia yang berkaitan seperti sel elektrokimia dan sel elektrolisis.

Beberapa konsep dalam materi redoks memiliki sifat abstrak, contohnya adalah peristiwa pelepasan dan penerimaan oksigen, serta proses serah terima elektron dari satu atom ke atom

lainnya. Hal ini merupakan salah satu sumber kesulitan siswa dalam memahami materi tersebut. Kesulitan siswa dalam memahami materi redoks dilaporkan dalam penelitian Garnett dan Treagust (1992) serta Jong *et al.* (1995) yang melaporkan bahwa materi redoks merupakan konsep yang sulit dipahami karena melibatkan konsep abstrak sehingga siswa sering mengalami kesulitan dan kesalahan konsep dalam memahami konsep tersebut.

Oloyede (2012: 1) menyatakan bahwa siswa yang mempunyai pemahaman kurang terhadap konsep abstrak berhubungan dengan kemampuan berfikir formal siswa yang kurang. Towne (2009:16) yang menyatakan bahwa konsep abstrak cenderung dapat dipahami dengan baik oleh siswa yang sudah mencapai tingkat berfikir formal berdasarkan teori perkembangan intelek menurut Piaget. Tingkat berfikir formal atau tingkat operasi formal menurut Piaget merupakan tahapan perkembangan kognitif paling tinggi (Hitipeuw, 2009: 101). Pada tahap ini, anak mulai berpikir logis dan mampu mengembangkan kemampuan berpikir abstrak (Hitipeuw, 2009: 103). Berdasarkan teori Piaget, kemampuan berpikir formal seharusnya telah dimiliki oleh anak yang telah memasuki usia 11 tahun ke atas atau remaja ke atas. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa tahap perkembangan siswa diusia 11 tahun keatas tidak sesuai dengan kemampuan berpikir abstraknya sehingga tidak jarang siswa harus kembali ke berpikir konkrit (Hitipeuw, 2009:103). Pendapat tersebut sesuai dengan penelitian Oloyede (1998) yang menunjukkan bahwa 50-70% siswa di sekolah menengah gagal untuk menunjukkan tingkat berpikir formal (Oloyede, 2012: 2). Oleh karena itu, konsep abstrak dalam materi redoks tampaknya dapat diatasi apabila pembelajaran yang dilakukan dapat meningkatkan kemampuan berfikir formal siswa. Kemampuan berfikir formal yang belum dimiliki siswa dapat menimbulkan kesulitan siswa SMA dan MA dalam mempelajari konsep abstrak. Dua alternatif solusi diperkirakan dapat digunakan untuk mengatasi masalah tersebut. Pertama, digunakan model konkrit dalam pembelajaran konsep-konsep abstrak. Kedua, diterapkannya pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir abstrak siswa.

Penggunaan model konkrit dalam pembelajaran konsep-konsep abstrak dapat dibantu menggunakan model 3D (tiga dimensi). Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Herron (1996:141) yang menyatakan bahwa siswa dalam memvisualisasi konsep abstrak secara mikroskopik dapat dibantu menggunakan model 3D seperti animasi. Pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir formal siswa dapat ditempuh dengan menerapkan pendekatan pembelajaran yang sarat dengan stimulasi intelektual yang dapat merangsang perkembangan kemampuan berpikir abstrak siswa.

Alternatif lain selain penggunaan model konkrit, dapat dilakukan dengan penerapan pembelajaran yang efektif untuk memberikan stimulasi intelektual yang dapat merangsang perkembangan kemampuan berpikir formal siswa. Sadia (2007: 2) menyebutkan bahwa *learning cycle* dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran untuk peningkatan kemampuan

berfikir formal. Schneider & Renner (1980) serta Saunders & Shepardson (1987) melaporkan bahwa melalui *learning cycle* dapat membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan berfikir formal dari siswa. *Learning cycle* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *learning cycle 5E*. Bybee (2006: 2) menyatakan bahwa *learning cycle 5E* merupakan pengembangan *learning cycle* menjadi 5 fase yaitu fase undangan (*engagement*), fase eksplorasi (*exploration*), fase penjelasan (*explanation*), fase penerapan konsep (*elaboration*), dan fase evaluasi (*evaluation*). Pemilihan *learning cycle 5E* didasarkan pada fase-fase pada *learning cycle 5E* lebih terperinci dan *learning cycle 5E* sering digunakan dalam pembelajaran sains seperti biologi, fisika, dan kimia (Piyayodilokchai et al., 2013:147).

Pada fase elaborasi dapat dioptimalkan apabila para siswa memiliki cukup waktu untuk berinteraksi satu dengan yang lain. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Ajaja (2013:10) yang menyatakan bahwa *learning cycle 5E* membutuhkan waktu yang banyak dalam pembelajaran. Keterbatasan waktu menyebabkan tidak mungkin dilakukan interaksi optimal tersebut dalam pembelajaran dalam kelas. Oleh sebab itu, untuk mengurangi kelemahan *learning cycle 5E* tersebut dilakukan interaksi di luar kelas dengan memanfaatkan TIK. Salah satu alternatif model pembelajaran yang dapat memfasilitasi interaksi optimal tersebut yaitu *blended learning*.

Blended learning merupakan penggabungan pembelajaran online dan tatap muka (Akkoyunlu & Soylu, 2008:183; Garrison & Kanuka, 2004:96-97; dan Garrison & Vaughan, 2008:6). Melalui *blended learning* siswa tetap dapat melakukan pembelajaran secara online di luar kelas. Pembelajaran online dapat dijadikan sebagai sarana dalam melakukan interaksi antara siswa dengan siswa lain atau guru secara langsung ataupun tidak langsung melalui diskusi online (Sendag & Duran, 2012: 216). Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Staker & Horn (2012: 3) yang menyatakan bahwa pembelajaran online dalam *blended learning* dapat memberikan kesempatan siswa untuk menerapkan konsep yang telah diperoleh dengan tidak terbatas waktu dalam pertemuan di kelas.

Pembelajaran tatap muka menggunakan *learning cycle 5E* dan pembelajaran online menggunakan LMS (*Learning Management System*). Pembelajaran online dalam *blended learning* yang sering digunakan yaitu LMS menggunakan program moodle (*Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) (Dobrzański et al., 2006:430). LSM menggunakan program moodle digunakan dalam penelitian karena moodle mempunyai kelebihan yaitu mudah digunakan serta mempunyai banyak keunggulan sesuai dengan kebutuhan seperti interaksi, umpan balik, percakapan, dan beberapa tindakan yang mungkin dibutuhkan dalam proses belajar mengajar (Costa et al., 2012: 335).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *blended learning* mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Lawrie et al., (2009:65) melakukan pengembangan *blended learning* yang digunakan siswa untuk belajar secara aktif dalam aplikasi dan pemahaman tentang struktur molekul

sehingga meningkat prestasi akademik siswa. Masyhudin (2012:139) melakukan penelitian penerapan *blended learning* materi laju reaksi, penelitian tersebut memberikan hasil bahwa motivasi belajar siswa yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional sehingga hasil belajar siswa dapat ditingkatkan.

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan penelitian eksperimen semu (*quasi experimental design*) dengan desain *posttest only control group design*. Rancangan penelitian eksperimen digunakan untuk mengetahui hubungan sebab akibat penerapan pembelajaran yang diberikan terhadap hasil belajar siswa dengan melibatkan satu kelompok eksperimen dan satu kelompok kontrol. Subyek dalam penelitian adalah siswa kelas X SMA Negeri 1 Tuban Tahun Pelajaran 2013/2014. Penelitian menggunakan dua kelas yang homogen sebagai subyek penelitian yaitu kelas X Mia-7 sebagai kelas eksperimen dengan jumlah siswa 33 orang, serta siswa kelas X Mia-4 sebagai kelas kontrol dengan jumlah siswa 32 orang.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah instrumen pembelajaran (silabus, RPP, dan scenario pembelajaran) dan instrumen pengukuran (tes hasil belajar kognitif). Analisis statistik dilakukan dengan analisis kuantitatif berupa uji hipotesis dengan uji satu jalur menggunakan analisis One Way ANOVA dengan bantuan program SPSS Statistics 19,0 untuk hasil belajar kognitif siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pretes dan pascates kelas kontrol dan kelas eksperimen dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Table 1. Hasil Pretes dan Pascates Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen

	<i>Learning cycle 5E</i>	Pemaduan <i>blended learning</i> dengan <i>Learning cycle 5E</i>
N	32	33
SD	6,62	5,49
$\bar{X}$	84,09	86,67

Keterangan:

N = jumlah siswa

SD = standar deviasi

$\bar{X}$ = rata-rata nilai pascates

Hasil belajar untuk ranah kognitif dapat dilakukan dengan uji hipotesis memberikan hasil bahwa ada perbedaan hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan pemaduan *blended learning* dengan *learning cycle 5E*, dan *learning cycle 5E*. Hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan pemaduan *blended learning* dengan *learning cycle 5E* lebih baik dibandingkan dengan *learning cycle 5E* disebabkan karena terdapat pembelajaran dengan pemanfaatan internet

yang sering disebut *e-learning* atau pembelajaran *online* (Bichsel, 2013: 5). Pembelajaran online dapat dijadikan sebagai sarana dalam melakukan interaksi antara siswa dengan siswa lain atau guru secara langsung ataupun tidak langsung melalui diskusi *online* (Sendag & Duran, 2012: 216). Selain itu, pembelajaran online dapat memberikan kesempatan siswa untuk menerapkan konsep yang telah diperoleh dengan tidak terbatas waktu dalam pertemuan di kelas (Staker & Horn, 2012: 3).

Pembelajaran online pada pemaduan *blended learning* dengan *learning cycle 5E* terdapat pada fase *exploration* dan *elaboration*. Fase *exploration* yang dilakukan secara online dilakukan dengan membentuk konsep dengan berkomunikasi secara online. Siswa berdiskusi tiap kelompok untuk menjawab pertanyaan yang diberikan oleh Guru pada forum diskusi tiap kelompok dalam website yang telah tersedia. Pertanyaan yang diberikan oleh Guru kepada siswa memberikan kesempatan siswa untuk berpikir dan mengalami ketidaksetimbangan kognitif (*disequilibrium*) sesuai dengan teori Piaget. Siswa diminta untuk berdiskusi secara online dengan kelompoknya melalui *future chatting* dan membuka fitur yang berupa video mengenai pertanyaan yang diberikan pada *web* yang telah disediakan oleh Guru. Pada kegiatan ini terjadi interaksi antara guru dengan siswa atau siswa dengan siswa melalui *future chat* yang telah disediakan, dan pertanyaan yang dijawab dan ditanggapi oleh Guru serta terjadi interaksi antara siswa dengan materi yang ada pada *web* dengan memanfaatkan video yang disediakan dan bertanya pada siswa atau Guru mengenai apa yang tidak mengerti dari materi tersebut.

Pada aktifitas *exploration* tersebut, siswa dapat memperoleh umpan balik dari Guru atau teman secara langsung serta memberikan kesempatan kepada siswa dalam mengemukakan pendapat secara langsung sehingga siswa tidak takut untuk melakukan kesalahan dan dapat mengkonstruksi konsep dengan baik. Hal ini sejalan dengan pendapat Schraw (2007:169) yang menyatakan bahwa pada pembelajaran *online* pada lingkungan belajar *blended learning* memberikan siswa lebih banyak kesempatan untuk berinteraksi, mendapatkan umpan balik secara langsung sehingga dapat meningkatkan pembelajaran dan kinerja secara mandiri. Fase *elaboration*, siswa diminta untuk memecahkan masalah dalam situasi baru dalam kondisi yang sama dengan mengerjakan beberapa pertanyaan dari Guru secara *online* pada *fitur* yang telah disediakan oleh Guru sehingga siswa dapat memantapkan konsep yang telah diperoleh. Pemantapan konsep dilakukan secara online sehingga siswa dapat memperoleh *feedback* dari soal yang dikerjakan pada *web* yang telah disediakan secara langsung di luar kelas. Selain itu, siswa dapat langsung mendapatkan sumber referensi lain secara langsung melalui internet seperti buku elektronik, contoh soal dan latihan soal untuk lebih memantapkan konsep yang telah diperoleh. Contoh pertanyaan yang diberikan kepada siswa dalam fase *elaboration* dihubungkan dengan fakta yang terjadi di lingkungan sekitar seperti pengoksidasian buah dengan oksigen di udara dan pemberian soal latihan. Pada fase *elaboration*, siswa menerapkan konsep yang sudah dimiliki ke dalam situasi baru.

Penerapan konsep kedalam situasi baru menunjukkan bahwa siswa dapat menghubungkan antar konsep sehingga pemahaman siswa menjadi semakin baik.

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: pembelajaran materi redoks menggunakan *learning cycle* 5E dipadu dengan *blended learning* memberikan hasil belajar kognitif lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan *learning cycle* 5E.

DAFTAR RUJUKAN

- Akkoyunlu, B., & Soyulu, M. Y. 2008. A Study of Student's Perceptions in a Blended Learning Environment Based on Different Learning Styles. *Educational Technology & Society*, 11(1): 183-193.
- Ajaja, O.P. 2013. Which Strategy Best Suits Biology Teaching? Lecturing, Concept Mapping, Cooperative Learning or Learning Cycle?. *Electronic Journal of Science Education*, 17(1): 1-37.
- Bichsel, J. 2013. The state of e-learning in Higher Education: An Eye toward Growth and Increased Access. Louisville, CO: ECAR.
- Bybee, R. W., Taylor, J.A., Garder, A., Scotter, P. V., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. 2006. *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*, (Online). ([http://sharepoint.snoqualmie.k12.wa.us/mshs/ramseyerd/Science%20Inquiry%201%2020112012/What%20is%20Inquiry%20Sciencne%20\(long%20version\).pdf](http://sharepoint.snoqualmie.k12.wa.us/mshs/ramseyerd/Science%20Inquiry%201%2020112012/What%20is%20Inquiry%20Sciencne%20(long%20version).pdf)), diakses 20 November 2014.
- Costa, C., Alvelos, H., & Teixeira, L. 2012. The Use of Moodle E-Learning Platform: a Study in a Portuguese University. *Tecnhnology*, 2012(5): 334-343.
- Dobrzański, L.A., Honysz, R., & Brytan, R. 2006. Application Of Interactive Course Management System In Distance Learning of Material Science. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 17(1-2): 429-432.
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. 1992. Conceptual Difficult Experienced by Senior High School Student of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 1992(29): 121-130.
- Garrison, D. R., & Kanuka, H. 2004. Blended Learning: Uncovering its Transformative Potential in Higher Education. *The Internet and Higher Education*, 2004(7): 95-105.
- Garrison, D. R. & Vaughan, N. D. 2008. *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. San Fransisco: Jossey-Bass.
- Herron, D. J. 1996. *The Chemistry Classroom*. USA: American Chemical Society.
- Hitipeuw, M. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Malang: Fakultas Ilmu Pendidikan.
- Jong, D. O., Acampo, J., & Verdonk A. 1995. Problems in Teaching the Topic of Redox Reactions: Actions and Conceptions of Chemistry Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10): 1097-1110.
- Lawrie, G., Appleton, T., Wright, T., & Stewart, J. 2009. *Using Multiple Representations to Enhance Understanding of Molecular Structure: a Blended Learning Activity*. (Online), (<http://ojsprod.library.usyd.edu.au/index.php/IISME/article/viewFile/6205/6853>), diakses 12 Februari 2014.
- Masyhudin. 2012. *Keefektifan Penerapan Blended Learning Ditinjau dari Motivasi dan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 1 Kota Bima Pada Materi Laju Reaksi*, Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPS UM.
- Oloyede, O. I. 2012. The Relationship between Acquisition of Science Process Skills, Formal Reasoning Ability and Chemistry Achievement. *International Journal of African and*

- African American Studies*, 8(1): 1-4.
- Piyayodilokchai, H., Panjaburee, P., Laosinchai, P., Ketpichainarong, W., & Ruenwongsa, P. 2013. A 5E Learning Cycle Approach-Based, Multimedia-Supplemented Instructional Unit for Structured Query Language. *Educational Technology & Society*, 16 (4): 146–159.
- Saunders, W. L., & Shepardson, D. 1987. A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 24: 39-51.
- Sadina, I. W. 2007. Pengembangan Kemampuan Berpikir Formal Siswa SMA Melalui Penerapan Model Pembelajaran “*Problem Based Learning*” dan “*Cycle Learning*” dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSHA*, 2012 (1): 1-20.
- Schneider, L.S. and Renner, J.W. (1980). Concrete and Formal Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 17(6): 503-517.
- Schraw, G. 2007. The Use of Computer-Based Environments for Understanding and Improving Self-Regulation. *Metacognition Learning*, 2007(2): 169-176.
- Sendag, S., & Duran, M. 2012. Comparing Preservice Teachers` Perceptions of Online Problembased Learning and Online Instructor-Led Learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2012(31):212-217.
- Staker, B. H., & Horn, M. B. 2012. *Classifying K-12 Blended learning*, (Online). (<http://christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf>), diakses 12 Oktober 2014.
- Towne, F. S. 2009. *A Case Study Investigating The Development of Formal Thinking Skills in a Short-Term Inquiry Based Intervention Program*, (Online). (http://etd.lib.umt.edu/theses/available/etd-10132009-112934/unrestricted/Towne_umt_0136D_10060.pdf), diakses 12 Oktober 2014.

PENGARUH REPRESENTASI MIKROSKOPIK TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP IKATAN KIMIA SISWA SMA DALAM PEMBELAJARAN INKUIRY TERBIMBING

Hendrawani^{a,*}, Subandi^b, dan Fauziatul Fajaroh^b

^a *Jurusan Pendidikan Kimia, IKIP Mataram*

Jl. Pemuda No. 59A Mataram

^b *Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang*

Jl. Semarang No.5, Malang, Jawa Timur

*Corresponding author's email: henisha_25@yahoo.com

ABSTRAK: Materi ikatan kimia mencakup konsep-konsep yang abstrak sehingga umumnya sulit difahami oleh siswa SMA. Pembelajaran dengan metode inkuiri terbimbing dengan bantuan representasi mikroskopik diduga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi ikatan kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bantuan representasi mikroskopik yang dipadu dalam metode inkuiri terbimbing terhadap pemahaman konsep siswa pada materi ikatan kimia. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu, dengan subjek dua kelas X IPA SMAN 1 Gunungsari di Lombok Barat. Kelas eksperimen menggunakan pembelajaran inkuiri terbimbing dengan bantuan representasi mikroskopik sementara kelas eksperimen menggunakan metode inkuiri terbimbing tanpa representasi mikroskopik. Pemahaman konsep siswa terhadap ikatan kimia diujar menggunakan tes pemahaman konsep ikatan kimia (*multiple choice*) dengan reliabilitas 0,686 dan validitas 83,3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan pembelajaran inkuiri terbimbing dengan bantuan representasi mikroskopik memperoleh skor yang lebih tinggi dibanding siswa dengan pembelajaran inkuiri tanpa bantuan representasi mikroskopik.

Kata kunci: *gambaran mikroskopik, inkuiri terbimbing, pemahaman konsep, ikatan kimia.*

ABSTRACT: *Chemical bonding covers abstract concepts, so students have difficulties to understand it. Using Guided inquiry learning method and microscopic representations may increase students' conceptual understanding of chemical bonding. The purpose of the study was to investigate the effective of using microscopic representation through guided inquiry learning toward student's conceptual understanding of chemical bonding. A quasi-experimental design was used in this research with subject researches were 2nd grade of Sains Class SMAN 1 Gunungsari in West Lombok. The experimental class was taught using microscopic representation through guided inquiry learning method, while the control class were taught using guided inquiry learning method without microscopic representation. Conceptual understanding was examined using Chemical bonding concept tests (multiple choice) which have 0,686 reliability and 83,3% validity. Research revealed that student's conceptual understanding in the experimental group that taught with the using microscopic representation through guided inquiry learning method has the higher conceptual understanding than the group taught only with guided inquiry learning method without utilize microscopic representation.*

Keywords: Microscopic representation, inquiry learning, Conceptual understanding, chemical bonding

PENDAHULUAN

Materi ikatan kimia mencakup konsep-konsep yang abstrak. Hal ini menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi ikatan kimia. Telah banyak dilaporkan tentang rendahnya pemahaman konsep siswa termasuk terjadinya kesalahan konsep siswa pada materi ikatan kimia [1-7] dan juga konsep ikatan kimia pada konteks yang kompleks seperti pada konteks melebur dan pelarutan [8].

Kesulitan siswa dalam memahami ikatan kimia didukung oleh pengajaran yang selama ini dilakukan yakni cenderung menitikberatkan pada level representasi yang paling abstrak yakni pada level simbolik. Hal ini merupakan masalah utama yang menyebabkan kesulitan siswa dalam memahami konsep kimia [9]. Minimnya penggambaran mikroskopis pada konsep –konsep ikatan kimia dapat menyebabkan terjadinya kesalahan konsep pada siswa sebagaimana telah dilaporkan [1,5,7]. Ketidakmampuan siswa dalam mengaitkan ketiga level representasi yang diungkapkan Johnstone tersebut menyebabkan kesulitan siswa dalam memahami konsep kimia secara utuh [10]. Kurangnya pengaitan konsep-konsep yang akan diajarkan pada siswa pada konteks fenomena kimiawi dalam kehidupan sehari-hari siswa akan membuat pembelajaran menjadi tidak bermakna. Siswa tidak memahami kegunaan konsep-konsep tersebut dalam kehidupan mereka akan menyebabkan rendahnya motivasi siswa. Selain itu, penggunaan metode ceramah yang selama ini dipraktekkan oleh guru kimia di sekolah, khususnya di SMAN 1 Gunungsari kurang melibatkan siswa secara aktif dalam mengkonstruksi pengetahuan dan pemahaman siswa. Hal ini dapat menyebabkan rendahnya motivasi siswa dalam belajar dan juga *overload* pada *memory working* siswa. Pembelajaran yang tidak bermakna bukanlah pengajaran yang tepat dalam belajar sains, dan dapat menghambat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Selain itu, kemungkinan kesalahan konsep yang terjadi pada siswa kurang disadari dan diidentifikasi. Pengajaran yang hanya mengajarkan produk konsep tidak melatih siswa untuk membangun pemahaman yang benar akan konsep-konsep kimia [11].

Salah satu strategi pembelajaran konstruktivis yang dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuannya sendiri secara aktif adalah metode inkuiri terbimbing tipe *Procces Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) [12]. Karakteristik inkuiri [13] yakni terampil menggunakan logika, memecahkan masalah, berpikir kritis, mengintegrasikan keterampilan proses sains, dan komunikasi. Pengajaran dengan POGIL bukan hanya menitikberatkan pada penguasaan materi dalam proses pembentukan pemahaman siswa tetapi juga meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan *problem solving*. Pada fase awal dari POGIL yakni pada fase orientasi, siswa dibawa pada konteks yang relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa sehingga diharapkan dapat membangun motivasi belajar siswa. Selanjutnya pada fase kedua yakni fase eksplorasi, siswa diberi tantangan

mencari informasi berdasarkan pola-pola yang diberikan guru. Gambaran mikroskopik dapat diberikan pada fase ini. Pada fase ketiga yakni pada “*concept invention/concept formation*” pertanyaan penuntun yang diberikan guru mengarahkan siswa dalam proses pembentukan konsep baru yang dipelajari. Konsep-konsep tersebut dikuatkan pada proses penerapan konsep yang merupakan fase selanjutnya. Pada fase terakhir, siswa diberi kesempatan membuat kesimpulan sendiri berdasarkan penyesuaian hipotesis yang mereka tetapkan di awal dengan konsep yang telah mereka bangun. Oleh karena itu, fase-fase pengajaran pada POGIL ini menuntun siswa membangun pemahaman konsep yang dipelajari[14]. Hal ini, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pemahaman konsep siswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing dengan bantuan representasi mikroskopik, dengan siswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing tanpa bantuan representasi mikroskopik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen semu untuk menguji perbedaan pemahaman konsep dua kelompok siswa yakni kelompok siswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing dengan bantuan representasi mikroskopik dengan kelompok yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing saja tanpa bantuan representasi mikroskopik. Kelas eksperimen menggunakan pembelajaran inkuiri terbimbing dengan bantuan representasi mikroskopik sementara kelas kontrol diberi perlakuan menggunakan pembelajaran inkuiri saja. Pemberian perlakuan dalam hal ini, peneliti sebagai pengajar dan pengambilan data dilakukan setelah seluruh proses perlakuan pengajaran selesai (Post test). Perbedaan perlakuan antara kedua kelompok adalah pada pemberian representasi mikroskopik. Kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan bantuan representasi mikroskopik diberikan representasi mikroskopik pada fase eksplorasi dan pembentukan konsep (concept formation). Kelas kontrol tidak diberikan representasi mikroskopik, melainkan hanya berupa representasi simbolik.

Subjek penelitian ini terdiri dari dua kelas yakni kelas X IPA SMAN 1 Gunungsari kelas X IPA 2 dan X IPA 3. Alasan pemilihan subjek penelitian ini didasarkan pada kesesuaian latar belakang penelitian ini dengan praktek pengajaran yang selama ini dilakukan di SMAN 1 Gunungsari. Pengambilan sampel ditentukan dengan pemilihan secara acak pada populasi kelas X IPA dengan kemampuan awal yang homogen.

Tes pemahaman konsep yang digunakan dalam penelitian ini untuk menjangkau pemahaman konsep siswa terhadap konsep ikatan kimia berupa tes pilihan ganda (*multiple choice*) dengan alasan terbuka, terdiri dari 18 item soal yang diadopsi dari tes pemahaman konsep pilihan ganda

dan wawancara yang telah dikembangkan [7] . Berikut contoh salah satu item soal pada tes pemahaman konsep ikatan kimia.

Unsur M memiliki konfigurasi elektron: 2, 8, 2. Untuk memperoleh konfigurasi elektron yang menyerupai gas mulia dilakukan dengan cara...

- A. menangkap 6 elektron sehingga konfigurasi elektronnya menyerupai konfigurasi elektron unsur Ar (Argon) dengan nomor atom 18
- B. melepas 2 elektron sehingga konfigurasi elektronnya menyerupai konfigurasi elektron unsur Ne (Neon) dengan nomor atom 10
- C. menangkap 2 elektron sehingga konfigurasi elektronnya menyerupai konfigurasi elektron unsur Ne (Neon) dengan nomor atom 10
- D. melepas elektron di kulit ke-2 dan ke-3nya sehingga konfigurasi elektronnya menyerupai konfigurasi elektron unsur He (Helium) dengan nomor atom 2
- E. jawaban lain....

Alasan:

Pengujian hipotesis untuk menguji perbedaan dan signifikansi perbedaan kedua kelompok menggunakan analisis uji-t pada taraf signifikansi $\alpha=0,05$ dengan bantuan program SPSS 16 for Windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi pemahaman konsep siswa setelah mengerjakan tes pemahaman konsep disajikan pada tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa kelas eksperimen 1 yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing dan dengan bantuan gamabaran mikroskopik mempunyai rata-rata hasil tes pemahaman konsep yang lebih tinggi dari kelas eksperimen 2 yang hanya dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing tanpa bantuan gamabaran mikroskopik dan juga kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan pembelajaran konvensional.

Tabel 1. Deskripsi pemahaman konsep siswa pada materi ikatan kimia

Kelas	N	Standar Deviasi	Rerata
IT Mikroskopik	30	1,406	14,57
IT	30	1,925	10,87

Sebelum pengujian hipotesis dengan uji-t, dilakukan pengujian pra syarat analisis berupa uji homogenitas dan uji normalitas terhadap masing-masing data. Berdasarkan hasil uji normalitas, dengan kolmogorof smirnof data pemahaman konsep dengan $p\text{-value}$ masing-masing sebesar 0,455 > 0,05 (IT Mikroskopik) dan 0,595 > 0,05 (IT) yang berarti data terdistribusi normal. Uji homogenitas juga menunjukkan data pemahaman konsep siswa tergolong homogen dengan nilai *Lavene statistic* sebesar 0,60 > 0,05. Oleh karena itu, uji hipotesis dengan uji-t dapat dilakukan. Hasil uji hipotesis dengan uji-t dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 didapatkan t hitung sebesar 8,5 dengan p -value lebih kecil dari 0,05 yakni 0,00 maka hipotesis diterima yang berarti bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada pemahaman konsep ikatan kimia pada kelas yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing disertai gambaran mikroskopik dibandingkan dengan kelas yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing saja. Kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan pengajaran inkuiri terbimbing dan bantuan gambaran mikroskopik mempunyai pemahaman konsep yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol yang dibelajarkan dengan pembelajaran inkuiri terbimbing saja.

Tabel 2. Hasil Uji t tes pemahaman konsep siswa pada materi ikatan kimia

Pemahaman Konsep	Lavene's Test for Equality of Variance		t-test for Equality of Means					
	F	Sig	T	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std Error Difference	Error
Equal variance assumed	3,671	,060	8,500	58	,000	3,700	,435	
Equal variance not assumed			8,500	53,095	,000	3,700	,435	

Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh yang menguntungkan dari bantuan gambaran mikroskopik dalam strategi pengajaran inkuiri terbimbing. Gambaran mikroskopik sebagai penggambaran level molekuler lebih mudah difahami siswa dibandingkan penggunaan level simbolik tanpa penjelasan tentang level representasi yang lain. Hal ini sebagaimana hasil penelitian yang dilaporkan [15] bahwa siswa SMA dan Perguruan tinggi tahun pertama mengalami multi miskonsepsi tentang ikatan kovalen dan ikatan ionik meskipun mereka dapat menjelaskan definisi konsep tersebut. Hal ini menunjukkan siswa yang dapat mendeskripsikan proses pembentukan ikatan kimia tidak memahami apa yang terjadi secara molekuler. Hal ini, dibuktikan dengan kesulitan siswa dalam memvisualisasikan proses pembentukan ikatan kimia pada level mikroskopik. Penelitian menunjukkan kesulitan siswa dalam menjelaskan proses pembentukan ion, dan perbedaan rapatan elektron pada ikatan kovalen polar dengan non polar [5]. Data Hasil tes pemahaman konsep pada penelitian ini menunjukkan hal yang sama, yakni rendahnya pemahaman siswa secara mikroskopik pada kelas yang dibelajarkan tanpa bantuan gambaran mikroskopik dalam metode pembelajaran inkuiri terbimbing terbukti efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. Tahapan-tahapan dalam proses inkuiri terbimbing memberi kesempatan siswa secara aktif mengkonstruksi pemahaman melalui proses bukan hanya produk konsep yang disajikan guru. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa siswa yang aktif belajar lebih banyak daripada siswa yang pasif [11].

KESIMPULAN

Berdasarkan paparan data dan ulasan data sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa metode pengajaran inkuiri terbimbing dipadu dengan bantuan representasi mikroskopik lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi ikatan kimia dibandingkan pengajaran inkuiri terbimbing saja tanpa bantuan representasi mikroskopik. Oleh sebab itu sangat disarankan untuk penggunaan bantuan representasi mikroskopik dalam metode inkuiri terbimbing dalam pembelajaran ikatan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Tan, K., D. dan Treagust, D., F. 1999. *School Science Review*, 81(294): 75- 84.
- Nicoll, G. 2001. *Journal of Science Education*, 23 (7): 707-730
- Ayas, A., Costu, B., Unal, S., 2010. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2): 3- 29.
- Pikoli, M. 2003. Pikoli, M. 2003. *Identifikasi Kesalahan Konsep Dalam Ikatan Kimia pada Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia IKIP Negeri Gorontalo dan Upaya Memperbaikinya dengan Strategi Konflik Kognitif*. Malang: Universitas Negeri Malang. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Dinihari, P. 2004. *Analaisis kesalahan Konsep Dalam Ikatan Kimia Berdasarkan Gambaran Mikroskopik Pada Siswa SMU Negeri Sumberpucung dan Upaya Memperbaikinya Dengan Strategi konflik Kognitif*. UM: Tesis.
- Wibowo, Agus Mukti. 2006. *Remidi Kesalahan Konsep Ikatan Kimia Pada Siswa SMA Negeri 1 Batu Melalui Perbaikan Bahan Ajar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Aryani, L. 2013. *Keefektifan Tes Pilihan Ganda Dua Tingkat Untuk Mengidentifikasi Kesalahan Konsep Materi Ikatan Kimia Siswa SMA Kelas X*. UM:Tesis tidak diterbitkan.
- Smith, K.C. and Nakhleh, M.B. 2011. *Chemistry Education Reseach and Practice*, 12: 398-408.
- Gabel, D. 1999. *Journal of Chemical Education* , 76(4), 548-554.
- Sirhan. G. 2007. *Turkish Science Education*, Vol.4 (2): 1-19.
- Bodner, G.M. 1992. *Journal of Chemical Education*, 69: 186-190.
- Hanson, D.M. 2005. In S.W. Bayerlein& D.K. Apple(Eds).IL: Pacific Crest.
- Iskandar, S.M. 2011. *Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis*. Malang: Bayumedia publishing.
- Trout, L., Lee, C., Moog, R., dan Rickey, D. 2008. Dalam Stacey Lowery Bretz(Ed.), *Chemistry in The National Science Education Standards: Models for Meaningful in The High School Chemistry Classroom* (page 29-43). Washington DC: ACS.
- Bretz, S., L. dan Luxford, C., J. 2012. *Journal Of Chemistry Education Reseach and Practice*, 14: 214- 222.

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 5E*
MENGUNAKAN *REAL LABORATORY* DAN *VIRTUAL LABORATORY*
TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP PESERTA DIDIK DENGAN
KEMAMPUAN AWAL BERBEDA PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA**

Mawadatur Rohmah^{a,*}, Suhadi Ibnu^b, dan Endang Budiasih^b

^a Mahasiswa Program Studi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.5, 65145

^b Dosen Program Studi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl.Semarang No.5, 65145

*e-mail : mawmaumaw@yahoo.co.id

ABSTRAK: Keseimbangan kimia merupakan salah satu materi kimia yang dipelajari di SMA kelas XI. Dalam materi ini, terdapat beberapa konsep yang dianggap sulit oleh peserta didik. Fakta adanya konsep sulit inilah yang membuat materi keseimbangan kimia harus disampaikan menggunakan model dan media pembelajaran yang tepat sehingga peserta dapat memahami konsep dengan baik. Pada penelitian ini digunakan model pembelajaran *learning cycle 5E* menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Faktor lain yang mempengaruhi pemahaman konsep peserta didik adalah kemampuan awal. Kemampuan awal dianggap berpengaruh terhadap pemahaman konsep peserta didik karena pengetahuan dan pengalaman yang diperoleh peserta didik sebelumnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam mempelajari hal-hal baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan pemahaman konsep peserta didik yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *learning cycle 5E* (LC 5E) menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* dengan kemampuan awal berbeda pada materi keseimbangan kimia. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen semu *Factorialized (2x2) Version of Non-equivalent Design*. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *avalibility sampling* atau *convenience sampling*. Sampel penelitian ini adalah siswa SMA Negeri 2 Malang kelas XI MIA 4 (25 peserta didik) yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan XI MIA 5 (25 peserta didik) yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *virtual laboratory*. Instrumen yang digunakan berupa instrumen perlakuan yang terdiri dari RPP dan bahan ajar, dan instrumen pengukuran berupa tes pemahaman konsep yang terdiri dari 29 soal pilihan ganda dengan kriteria valid dan reliabilitas sebesar 0,740. Analisis data dilakukan dengan analisis varian dua jalur (*Two Way Anova*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) tidak ada perbedaan pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory*. Namun hasil perbandingan perolehan nilai rata-rata pemahaman konsep menunjukkan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* memiliki nilai lebih tinggi daripada yang menggunakan *virtual laboratory*, sedangkan peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* memiliki nilai lebih tinggi daripada yang menggunakan *real laboratory*. (2) tidak terdapat interaksi antara kemampuan awal peserta didik dengan model pembelajaran terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi keseimbangan kimia.

Kata kunci : *learning cycle 5E*, *real laboratory*, *virtual laboratory*, pemahaman konsep, kemampuan awal.

ABSTRACT: Chemical equilibrium is one of topics chemistry that is studied in 11st grade senior high school. There are have many difficult concepts for students. This fact that makes chemical equilibrium topic should be taught using appropriate model and learning media, so students can understand the concept more easily. In this research implemneted learning cycle 5E model using real laboratory and virtual laboratory to increase student's conceptual understanding. Other factor that influence student's conceptual understanding is prior knowledge. Prior knowledge were influence student's conceptual understanding because previous knowledge and experience that was acquired by student can be used as foundation for learning new topic. The purpose of this research was to know the difference student's conceptual understanding that learnt by learning cycle 5E model using real laboratory and virtual laboratory with different prior knowledge in chemical equilibrium topic. This research use quasi-experimental design with Factorialized (2x2) Version of Non-equivalent Control Group Design. Population in this research were students 11th grade MIA in SMA Negeri 2 Malang. Sample were taken by availability sampling or convenience sampling. Sample in this research were students XI MIA 4 class (25 students) that learntby learning cycle model using real laboratory and students XI MIA 5 class (25 students) that learnt by learning cycle model using virtual laboratory. The instrument that used was treatment instrument consist of lesson plan and learning material, and measuring instrument was student's conceptual understanding test contained of 29 questions with validity criteria and value of reliability was 0,704. The data was analized using Two Way Anova. The result of this research : (1) were no difference student's conceptual understanding with high prior knowledge and low prior knowledge which learnt by LC 5E model using real laboratory and virtual laboratory. However, comparison mean value of conceptual understanding showed that students who had high prior knowledge which learnt using real laboratory was higher than using virtual laboratory, whereas students who had low prior knowledge which learnt using virtual laboratory was higher than using real laboratory. (2) no interaction between student's prior knowledge with learning model toward student's conceptual understanding in chemical equilibrium topic.

Keyword : learning cycle 5E, real laboratory, virtual laboratory, conceptual understanding, prior ability.

PENDAHULUAN

Banyaknya konsep kimia yang bersifat abstrak yang harus diserap peserta didik dalam waktu relatif terbatas (Suyanti, 2010:42) dan bersifat sangat konseptual, menuntut peserta didik untuk memahami konsep secara bersama-sama dengan cara yang bermakna (Sirhan, 2007:3). Salah satu materi kimia SMA kelas XI IPA adalah kesetimbangan kimia. Dalam materi kesetimbangan kimia terdapat beberapa konsep sulit bagi peserta didik. Hasil investigasi Johnstone, dkk (1977:169) menyimpulkan bahwa konsep sulit dan penting pada materi kesetimbangan kimia, antara lain yaitu perbedaan reaksi ke kanan dan ke kiri, interpretasi dari ketentuan panah bolak-balik, pengaruh variabel pada sistem kesetimbangan termasuk prinsip *Le Chatelier* dan hidrolisis garam, katalisis dan energi. Selain itu hasil penelitian Muhklis (2013:47) menyimpulkan bahwa pemahaman algoritmik peserta didik adalah yang tertinggi, pemahaman konseptual lebih rendah dari pemahaman algoritmik, dan pemahaman grafik lebih rendah dari pemahaman konseptual. Berdasarkan penelitian tersebut, pada dasarnya pembelajaran materi kesetimbangan kimia harus ditekankan pada pemahaman makroskopik, mikroskopik dan simbolik secara seimbang agar pemahaman konsep peserta didik dapat tercapai secara menyeluruh. Oleh karena itu, materi kesetimbangan kimia harus disampaikan menggunakan model dan media pembelajaran yang tepat

sehingga dapat mengatasi kesulitan tersebut.

Pergeseran pembelajaran yang lebih mengarah pada pandangan konstruktivisme, membuat guru lebih berperan sebagai fasilitator belajar dan lebih mendorong pada belajar mandiri oleh peserta didik. Pendekatan yang mampu menggali gagasan awal peserta didik yang selanjutnya dapat dijadikan acuan untuk membangun pemahaman konsep yaitu pendekatan inkuiri (Kirna, 2010:5). Salah satu model pembelajaran yang menggunakan pendekatan inkuiri adalah *learning cycle*. Menurut Barman dan Kotar, *learning cycle (LC)* merupakan suatu strategi mengajar yang melibatkan peserta didik secara langsung pada kegiatan penelitian (*investigation*) secara aktif (Dasna, 2005:69). Pada awalnya berdasarkan pengembangan teori Jean Piaget *learning cycle* memiliki 3 fase, yaitu fase pengumpulan data (*gathering data/exploration*), fase penemuan konsep (*conceptual invention*) dan fase pengembangan konsep (*conceptual expansion*) (Renner & Abraham, 1986:121). Seiring dengan perkembangan proses pembelajaran, *learning cycle* berkembang menjadi 4 fase, 5 fase dan 6 fase. Dari berbagai pengembangan *learning cycle* tidak ada perbedaan yang mendasar pada fase-fase tersebut karena unsur-unsur dasar dalam pembelajaran *learning cycle* tidak berubah, yaitu unsur eksplorasi, unsur penemuan atau pengenalan dan unsur penerapan konsep (Iskandar, 2011:49).

Berdasarkan teori belajar konstruktivistik Piaget, terdapat dua fungsi dasar perolehan konsep yaitu organisasi dan adaptasi (Dahar, 2011:135). Fungsi organisasi dan adaptasi pada model pembelajaran LC 5E ditunjukkan pada fase *exploration*, dimana pada fase *exploration* peserta didik diharapkan mengalami ketidakseimbangan kognitif (*disequilibrium*) (Dasna, 2005:74). Ketidakseimbangan kognitif ini akan membuat peserta didik mengalami proses asimilasi dan akomodasi terhadap fenomena baru yang diberikan, sehingga peserta didik akan mencoba untuk menghubungkan fenomena baru ini dengan konsep yang telah mereka pelajari sebelumnya. Proses yang dilalui peserta didik ini akan menyebabkan modifikasi dan pengembangan struktur kognitifnya berdasarkan pengalaman yang telah dilakukan.

Dampak teori belajar konstruktivistik Piaget terhadap pembelajaran adalah guru harus lebih menekankan pentingnya peran pengalaman bagi peserta didik atau interaksi peserta didik dengan lingkungan di sekelilingnya (Suyono & Haryanto, 2014:109). Pemberian pengalaman secara langsung pada peserta didik dengan harapan peserta didik dapat bekerja memanipulasi objek, melakukan percobaan (secara ilmiah), melakukan pengamatan, mengumpulkan data, sampai pada membuat suatu kesimpulan dari percobaan yang dilakukan (Dasna, 2005:74). Proses modifikasi dan pengembangan struktur kognitif peserta didik ini dapat dilakukan melalui suatu kegiatan praktikum. Hal ini didukung oleh Setiawan (2011:36) yang menyatakan bahwa dalam kesetimbangan kimia banyak konsep penting yang harus dicari jawabannya melalui percobaan, dugaan hasil hipotesis, analisis data, pembahasan dan kesimpulan.

Laboratorium dalam pembelajaran kimia dibagi menjadi dua, yaitu *real laboratory*

(laboratorium riil) dan *virtual laboratory* (laboratorium virtual). Istilah *real laboratory* digunakan untuk laboratorium sebenarnya atau laboratorium nyata, yaitu suatu laboratorium yang semua alat dan bahan yang digunakan untuk keperluan kegiatan praktikum adalah benar-benar nyata (Kresnanto, 2013:28). Dalam hal ini *real laboratory* yang dimaksudkan adalah laboratorium kimia yang dimiliki di sekolah-sekolah untuk melaksanakan kegiatan praktikum.

Penggunaan *real laboratory* pada kenyataannya memiliki berbagai kekurangan, antara lain (1) terdapat beberapa alat dan bahan yang belum tersedia ataupun sudah tidak layak digunakan, (2) waktu yang diperlukan untuk persiapan kegiatan praktikum yang lama sedangkan waktu yang tersedia sangat terbatas, (3) terdapat beberapa praktikum yang membahayakan keselamatan peserta didik, dan (4) penyampaian materi secara mikroskopik yang belum dapat dijelaskan hanya dengan melalui praktikum di laboratorium. Solusi yang diberikan untuk menggantikan pembelajaran kimia dengan *real laboratory* adalah dengan mengamati animasi atau video eksperimen, yang disebut dengan *virtual laboratory*.

Istilah *virtual laboratory* merupakan suatu program aplikasi (*software*) yang dirancang khusus untuk kegiatan percobaan dan dioperasikan dengan komputer. Menurut Wahyuni (2014:12-13) pembelajaran *virtual-lab* merupakan pembelajaran yang kegiatan praktikumnya dilakukan di laboratorium virtual yang mensimulasikan atau menirukan lingkungan dan proses *real-lab* sehingga peserta didik mengamati fenomena melalui program aplikasi (*software*) yang dirancang khusus berupa video kegiatan praktikum dengan menggunakan bantuan komputer atau laptop. Berdasarkan definisi tersebut, maka *virtual laboratory* dapat dikatakan sebagai media pembelajaran proses praktikum dalam pembelajaran kimia. Karakteristik *virtual laboratory* diharapkan dapat mengatasi masalah dan hambatan yang timbul dari *real laboratory*, baik dari waktu, keselamatan peserta didik serta ketersediaan alat dan bahan. *Virtual laboratory* yang peneliti gunakan dalam penelitian ini merujuk dari *virtual laboratory* yang terdapat di dalam *e-module* karya Rohmah (2012).

Pembelajaran dengan model pembelajaran LC 5Emenggunakan *real laboratory* maupun *virtual laboratory* diharapkan akan memberikan pengalaman belajar dan hasil belajar yang berbeda, terutama pada pemahaman konsep peserta didik. Hal ini sesuai dengan beberapa hasil penelitian yang menyimpulkan bahwa hasil belajar peserta didik yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* lebih tinggi dibandingkan dengan dibelajarkan menggunakan *real laboratory* (Kresnanto, 2013; Herga & Dinevski, 2012), tidak ada perbedaan pemahaman representasi makroskopik dan mikroskopik pada kelas *real-lab* dan kelas *virtual-lab* (Wahyuni, 2014), tidak terdapat perbedaan pemahaman konsep baik pada lingkungan *virtual laboratory* dan pada lingkungan *real laboratory* (Baser & Durmus, 2010; Tatli & Ayas, 2013), serta pembelajaran menggunakan laboratorium tradisional lebih efektif dibandingkan dengan pembelajaran menggunakan *virtual-lab* (Gorghiu, dkk, 2009).

Nakhleh (1993:52) menyebutkan bahwa pemahaman konsep merupakan kemampuan peserta didik dalam menjelaskan mengapa suatu masalah terjadi terkait dengan fakta, konsep, aturan dan teori. Sirhan (2007:5) menyebutkan bahwa pengetahuan kimia dipelajari pada tiga tingkatan, yaitu submikroskopis, makroskopis dan simbolik, serta hubungan antara ketiga tingkatan ini. Jika peserta didik memiliki kesulitan pada salah satu tingkatan, dapat dimungkinkan juga berpengaruh pada tingkatan yang lain. Oleh karena itu, seharusnya ketiga tingkatan ini diajarkan secara eksplisit, serta interaksi dan perbedaan antara ketiga tingkatan ini merupakan karakteristik yang paling penting untuk disampaikan dalam memahami konsep kimia.

Pemahaman konsep pada materi kesetimbangan kimia sangat berhubungan dengan pemahaman konsep pada materi sebelumnya, yaitu materi hidrokarbon, termokimia dan laju reaksi. Kemampuan awal merupakan salah satu faktor internal yang mempengaruhi prestasi belajar peserta didik karena kemampuan awal dapat menggambarkan kesiapan peserta didik dalam mengikuti suatu pelajaran (Herawati, dkk, 2013:38). Oleh karena itu, pengetahuan tentang kemampuan awal diperlukan guru sebagai pijakan dalam menyampaikan materi pelajaran (Budiningsih, 2010:6). Sedangkan menurut Setiawan (2011:30) kemampuan awal meliputi semua prasyarat tentang pengetahuan, keterampilan dan kompetensi yang diperlukan dan penting untuk mempelajari suatu materi agar lebih cepat memahami fakta, konsep, hukum dan prinsip maupun teori baru yang akan diberikan dengan jalan mengkatifkan kembali konsep yang telah diperoleh pada materi sebelumnya. Oleh karena itu, sebelum dilakukan penelitian pada materi kesetimbangan kimia harus diketahui terlebih dahulu pemahaman konsep peserta didik pada materi sebelumnya, yaitu berdasarkan rata-rata nilai ulangan harian dari materi hidrokarbon, termokimia dan laju reaksi. Berdasarkan nilai tersebut, peserta didik akan dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah.

Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa terdapat pengaruh kemampuan awal terhadap prestasi belajar, dimana kemampuan awal lebih tinggi lebih efektif daripada kemampuan awal rendah (Rokhimulloh, 2010; Dona, dkk, 2013), serta semua peserta didik dapat memanfaatkan dari laboratorium simulasi (laboratorium virtual), laboratorium riil dan kombinasinya tanpa memperhatikan tingkatan kemampuan awal (Jaakola, 2012). Berdasarkan hal tersebut, pengelompokan peserta didik menjadi kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah diharapkan dapat mengamati pemahaman konsep peserta didik dengan lebih signifikan. Hasil ini diharapkan akan membantu untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* terhadap pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal yang berbeda pada materi kesetimbangan kimia.

METODE

Rancangan penelitian pada dasarnya merupakan strategi untuk mendapatkan data yang

dibutuhkan untuk keperluan pengujian hipotesis (Ibnu, dkk., 2003:45). Tujuan dari rancangan ini yaitu untuk menguji perbedaan pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* pada materi kesetimbangan kimia, dan menguji interaksi antara kemampuan awal peserta didik dengan model pembelajaran terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Rancangan penelitian yang digunakan berdasarkan tujuan penelitian tersebut adalah rancangan eksperimen semu (*Quasi Experimental Design*). Rancangan eksperimental semu yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan perlakuan berbeda yang akan dilakukan pada subjek penelitian adalah *Static Group Comparison Design* atau *Non-equivalent Control Group Design* (Fraenkel & Wallen, 2009:266). Rancangan eksperimental semu dengan *Non-equivalent Control Group Design* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rancangan Penelitian *Non-equivalent Control Group Design*

Kelompok Penelitian	Perlakuan	Posttest
Kelompok Eksperimen (<i>Virtual Laboratory</i>)	X	O
Kelompok Pembanding (<i>Real Laboratory</i>)	--	O

(Fraenkel & Wallen, 2009:266)

Keterangan :

X : pembelajaran dengan *learning cycle 5E* menggunakan *real laboratory*

-- : pembelajaran dengan *learning cycle 5E* menggunakan *virtual laboratory*

O : tes pemahaman konsep peserta didik (*posttest*)

Selain pengaruh variabel model pembelajaran, penelitian ini juga menguji perbedaan pemahaman konsep berdasarkan kemampuan awal peserta didik yang dibedakan menjadi kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah. Desain penelitian berdasarkan variabel tersebut disebut desain factorial 2x2 atau *Factorialized (2x2) Version of Non-equivalent Design*. Desain faktorial pada penelitian disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2 Rancangan Penelitian *Factorialized (2x2) Version of Non-equivalent Design*

Variabel Moderator	Variabel Bebas	LC 5E <i>Real Laboratory</i> (X1)	LC 5E <i>Virtual Laboratory</i> (X2)
Kemampuan Awal Peserta Didik Tinggi (Y1)	X1.Y1		X2.Y1
Kemampuan Awal Peserta Didik Rendah (Y2)	X1.Y2		X2.Y2

Keterangan :

X1.Y1 : Pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory*

X1.Y2 : Pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory*

X2.Y1 : Pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *virtual laboratory*

X2.Y2 : Pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *virtual laboratory*

Kedua kelompok ini akan mendapatkan perlakuan yang sama dari segi model pembelajaran LC 5E yang digunakan (pada RPP pertemuan ke-II, IV dan V), tujuan pembelajaran, dan bahan ajar peserta didik. Perbedaan hanya pada saat melakukan demonstrasi dan praktikum, yaitu pada RPP pertemuan ke-I dan ke-III. Kelompok pembanding akan melakukan percobaan menggunakan *real laboratory* yang dilakukan di laboratorium kimia, sedangkan kelompok eksperimen akan melakukan praktikum menggunakan *virtual laboratory*. Peserta didik dari kedua kelompok tersebut akan diberikan tes pemahaman konsep sebagai ulangan harian setelah seluruh materi kesetimbangan kimia dipelajari. Hasil tes pemahaman konsep peserta didik selanjutnya akan dikaji, dianalisis, dan dibandingkan hingga diketahui pengaruh metode laboratorium terhadap pemahaman konsep peserta didik yang dibedakan menjadi peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah.

Variabel-variabel dalam penelitian ini terdiri dari empat variabel, yaitu variabel kontrol, variabel bebas, variabel terikat dan variabel moderator. Variabel kontrol terdiri dari RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran), bahan ajar kesetimbangan kimia, soal tes pemahaman konsep, jumlah pertemuan (tatap muka) dan guru pengajar. Variabel bebas yaitu model pembelajaran LC 5E yang menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory*. Variabel terikat yaitu pemahaman konsep peserta didik. Variabel moderator yaitu kemampuan awal peserta didik.

Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2014/2015 bulan April-Mei 2015 (tanggal 1 April sampai tanggal 11 Mei 2015) di SMA Negeri 2 Malang. Pembelajaran kimia di SMA Negeri 2 Malang dalam seminggu dilakukan sebanyak tiga pertemuan dengan alokasi waktu 2 x 45 menit tiap pertemuan. Rincian pertemuan pada tiap-tiap RPP disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Rincian Pertemuan pada Tiap-Tiap RPP

Pertemuan	Alokasi Waktu	Tempat Pembelajaran
RPP I	1 kali pertemuan (2 x 45 menit)	Di laboratorium
RPP II	1 kali pertemuan (2 x 45 menit)	Di kelas
RPP III	2 kali pertemuan (4 x 45 menit)	Di laboratorium
RPP IV	1 kali pertemuan (2 x 45 menit)	Di kelas
RPP V	2 kali pertemuan (4 x 45 menit)	Di kelas
Ulangan Harian	1 kali pertemuan (2 x 45 menit)	Di kelas

Penentuan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan teknik *availability sampling* atau *convenience sampling*. *Convenience sampling* melibatkan pemilihan individu yang terdekat untuk bertindak sebagai responden dan melanjutkan proses hingga ukuran sample yang telah diperoleh dapat tersedia dan dapat diambil pada waktu tertentu (Cohen, dkk, 2007:113-114). Teknik

convenience sampling digunakan berdasarkan ketetapan guru atau sekolah dengan alasan bahwa sampel tersebut belum memperoleh materi kesetimbangan kimia sebelumnya, sehingga diperoleh dua kelas sampel yaitu kelas XI MIA 4 dan XI MIA 5.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat pembelajaran kimia kelas XI semester genap untuk materi kesetimbangan kimia berdasarkan kurikulum 2013 di SMA Negeri 2 Malang yang menggunakan Sistem Kredit Semester (SKS), terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan bahan ajar materi kesetimbangan kimia. Sedangkan instrumen pengukuran terdiri dari tes pemahaman konsep sebagai soal *posttest*.

Tes pemahaman konsep yang digunakan terdiri dari 30 soal pilihan ganda dengan lima alternatif jawaban. Soal pemahaman konsep dikembangkan berdasarkan soal yang telah dikembangkan Raviolo (2001) yang terdiri dari sepuluh indikator dan mencakup jangkauan kemampuan dari C2-C5 berdasarkan taksonomi Bloom. Validitas ahli diperoleh 98% dan validitas empirik menggunakan korelasi *Product Moment Pearson* menunjukkan terdapat 29 soal yang valid. Reliabilitas soal tes menggunakan analisis *Cronbach Alpha* diperoleh sebesar 0,704 yang artinya soal tes memiliki reliabilitas yang tinggi. Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Analysis of Varian* atau Anova dengan taraf signifikansi sebesar $\alpha = 0,05$. Uji prasyarat analisis yang digunakan adalah uji normalitas, uji homogenitas dan uji kesamaan rata-rata. Uji hipotesis dianalisis menggunakan Anova dua jalur (*Two Way Anova*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data hasil penelitian sebagai berikut :

1. Data Kemampuan Awal Peserta Didik

Data kemampuan awal peserta didik diperoleh dari nilai rata-rata ulangan harian tiga materi yang telah diajarkan sebelum materi kesetimbangan kimia, yaitu hidrokarbon, termokimia dan laju reaksi. Data kemampuan awal peserta didik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Kemampuan Awal Peserta Didik

Kelompok	Jumlah Peserta Didik	Mean	Standar Deviasi	Nilai Maks	Nilai Min
LC 5E dengan <i>Real Laboratory</i>	25	83,12	5,51	94	68
LC 5E dengan <i>Virtual Laboratory</i>	25	81,04	5,51	90	75

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan awal peserta didik pada kedua kelompok hampir sama, yaitu pada kelompok yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* sebesar 83,12 dengan nilai maksimum sebesar 94 dan nilai minimum sebesar 68, sedangkan pada kelompok yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* sebesar 81,04 dengan nilai maksimum sebesar 90 dan nilai minimum sebesar 75. Hasil uji kesamaan dua rata-rata

menggunakan *Independent Sample t-test* juga menunjukkan bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang sama. Hasil uji kesamaan dua rata-rata ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Uji Kesamaan Dua Rata-Rata Kemampuan Awal Peserta Didik

Independent Samples Test									
	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
								Lower	Upper
NILAI_KEMAMPUAN_ AWAL									
Equal variances assumed	.201	.656	1.335	48	.188	2.08000	1.55863	-1.05384	5.21384
Equal variances not assumed			1.335	48.000	.188	2.08000	1.55863	-1.05384	5.21384

Analisis uji normalitas kemampuan awal peserta didik dilakukan menggunakan SPSS 16 for Windows, yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hasil yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Uji Normalitas Kemampuan Awal Peserta Didik

Kemampuan Awal	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	df	Sig.
LC 5E <i>Real Laboratory</i>	0,828	25	0,499
LC 5E <i>Virtual Laboratory</i>	0,917	25	0,369

Tabel 6 menunjukkan bahwa kemampuan awal kelompok yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* terdistribusi normal karena nilai signifikansi (0,499) > 0,05, dan yang menggunakan *virtual laboratory* terdistribusi normal karena nilai signifikansi (0,369) > 0,05. Hal ini berarti bahwa kemampuan awal peserta didik baik pada kelompok yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* maupun yang menggunakan *virtual laboratory* terdistribusi normal.

Uji homogenitas kemampuan awal peserta didik dianalisis menggunakan SPSS 16 for Windows, yaitu *Levene's Test* dengan hasil yang disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Uji Homogenitas Kemampuan Awal Peserta Didik

<i>Levene Statistic</i>	df1	df2	Sig.
0,201	1	48	0,656

Kesimpulan berdasarkan hasil uji homogenitas tersebut yaitu kemampuan awal peserta didik baik pada kelompok yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* memiliki varian yang identik atau homogen. Hal ini ditunjukkan dengan nilai signifikansi (0,656) > 0,05.

2. Data Penilaian Pemahaman Konsep Peserta Didik

Penilaian pemahaman konsep diperoleh berdasarkan nilai *posttest*. Data perolehan nilai

pemahaman konsep berdasarkan kemampuan awal peserta didik disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Pemahaman Konsep Berdasarkan Kemampuan Awal Peserta Didik

Kelompok				Jumlah Peserta Didik	Mean	Nilai Maks	Nilai Min
LC 5E <i>Real Laboratory</i>	Kemampuan Awal Tinggi			12	67,08	79	41
	Kemampuan Awal Rendah			13	59,46	72	34
LC 5E <i>Virtual Laboratory</i>	Kemampuan Awal Tinggi			10	63,80	72	48
	Kemampuan Awal Rendah			15	62,76	86	34

Tabel 8 memperlihatkan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* memiliki nilai rata-rata sebesar 67,08, sedangkan yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* memiliki nilai rata-rata sebesar 63,80. Hal ini memperlihatkan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi memiliki skor rata-rata yang lebih tinggi jika dibelajarkan menggunakan *real laboratory*. Peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* memiliki nilai rata-rata sebesar 59,46, sedangkan yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* memiliki nilai rata-rata sebesar 62,76. Hal ini memperlihatkan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah memiliki nilai rata-rata yang lebih tinggi jika dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory*.

3. Uji Hipotesis Pemahaman Konsep Peserta Didik

Berdasarkan hasil uji hipotesis menggunakan analisis varian dua jalur (*Two way Anova*) disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Uji Hipotesis Analisis Varian Dua Jalur

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: NILAI_POSTTEST

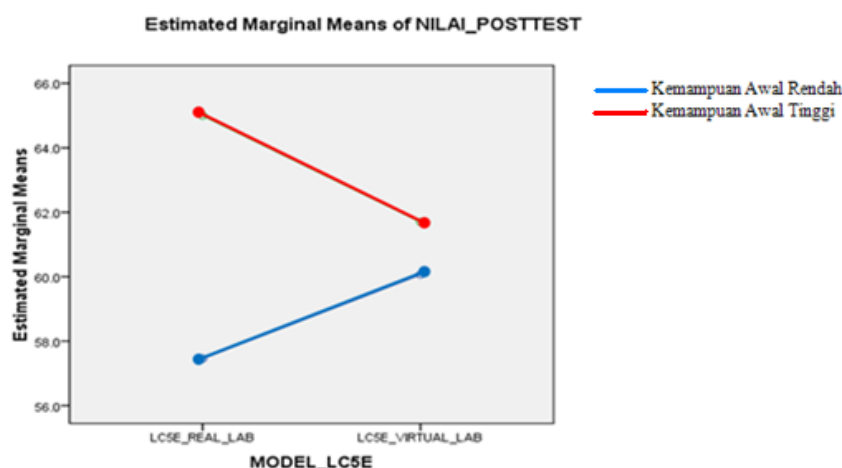
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	372.236 ^a	3	124.079	1.007	.398
Intercept	182450.920	1	182450.920	1.481E3	.000
MODEL_LC5E	1.477	1	1.477	.012	.913
KEMAMPUAN_AWAL	257.314	1	257.314	2.089	.155
MODEL_LC5E * KEMAMPUAN_AWAL	106.663	1	106.663	.866	.357
Error	5666.264	46	123.180		
Total	191479.000	50			
Corrected Total	6038.500	49			

Hasil uji hipotesis pertama menunjukkan bahwa tulisan “KEMAMPUAN_AWAL” menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik yang ditinjau dari kemampuan awal dengan

perolehan nilai signifikansi sebesar $(0,155) > 0,05$, sehingga H_0 diterima. Artinya tidak ada perbedaan pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* pada materi kesetimbangan kimia.

Tidak adanya perbedaan ini mungkin disebabkan karena kemampuan awal dari kedua kelompok sampel, baik yang memiliki kemampuan awal tinggi maupun yang memiliki kemampuan awal rendah, tidak signifikan berbeda. Hal ini mungkin dikarenakan jumlah pertemuan untuk pembelajaran laboratorium yang masih sedikit membuat pengaruh pembelajaran laboratorium kurang maksimal terhadap pemahaman konsep peserta didik. Selain itu seperti dikemukakan sebelumnya bahwa kedua kelompok diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran yang sama, yaitu model pembelajaran LC 5E, dan hanya berbeda pada media laboratorium yang digunakan. Hal ini akan membawa dampak bahwa informasi yang didapatkan oleh peserta didik didapatkan melalui serangkaian pembelajaran yang sama, sehingga pengalaman dan pengetahuan yang didapatkan oleh peserta didik relatif tidak berbeda. Pengalaman dan pengetahuan yang relatif tidak berbeda ini akan memberikan dampak yang relatif tidak berbeda pula pada pemahaman konsep peserta didik. Hasil penelitian ini didukung oleh Jaakkola (2012:4) yang menyimpulkan bahwa semua peserta didik dapat memanfaatkan dari laboratorium simulasi (laboratorium virtual), laboratorium riil dan kombinasinya tanpa memperhatikan tingkatan kemampuan awal.

Namun hasil yang berbeda ditunjukkan pada perbandingan rata-rata perolehan nilai pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah, yang dapat diperoleh dari *estimated marginal means* dari nilai pemahaman konsep peserta didik. *Estimated marginal means* dari nilai *posttest* peserta didik disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2 *Estimated Marginal Means* dari Nilai *Posttest* Peserta Didik

Gambar 2 menunjukkan bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah memiliki nilai pemahaman konsep yang lebih tinggi jika dibelajarkan menggunakan *virtual*

laboratory. Hal ini mungkin terjadi karena pembelajaran menggunakan *virtual laboratory* memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat mempelajari secara berulang-ulang, dimanapun dan kapanpun, melalui komputer atau laptop, baik di sekolah maupun di rumah, sehingga memberikan peluang waktu yang lebih lama bagi peserta didik untuk memahami materi (Kresnanto, 2013:90), peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang kurang berpengalaman dengan peralatan laboratorium dan melaksanakan praktikum dapat lebih leluasa dalam proses belajar sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan masing-masing (Georgiou, dkk, 2007:312), serta peserta didik dengan kemampuan awal rendah membutuhkan bantuan secara visual yang menarik, seperti gambar dan grafik dalam memahami suatu konsep agar lebih mudah untuk memahami konsep tersebut (Hegarty, dkk, 1991).

Saat proses pembelajaran dilaksanakan, peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* merasa sangat antusias dari awal sampai akhir pembelajaran. Hal ini terjadi karena praktikum menggunakan *virtual laboratory* membuat mereka dapat mengulang-ulang sampai mereka benar-benar memahami materi. Pengalaman dan pengetahuan yang minim membuat peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah dapat percaya diri menggunakan *virtual laboratory* tanpa harus takut melakukan kesalahan dan dapat menggunakan *virtual laboratory* untuk belajar dimanapun dan kapanpun sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan masing-masing peserta didik. Berbeda dengan peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* yang merasa canggung dan banyak melakukan kesalahan mendasar, yaitu terlalu asyik praktikum tanpa melakukan pengamatan dengan baik, akibatnya harus melakukan praktikum ulang dan menyita banyak waktu. Selain itu menurut Mayer (1999) dalam Hitipiew (2009:83) menyatakan bahwa *hands-on activities* (kegiatan olah tangan) tidak menjamin *minds-on activities* (kegiatan olah pikir).

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa peserta didik dengan kemampuan awal tinggi memiliki nilai pemahaman konsep lebih tinggi jika dibelajarkan menggunakan *real laboratory*. Hal ini mungkin disebabkan karena pembelajaran menggunakan *real laboratory* memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksperimen dengan menggunakan alat dan bahan kimia secara konkret sehingga pembelajaran ini menyediakan pengalaman nyata yang menantang dan memenuhi keingintahuan (*curiosity*) peserta didik (Wahyuni, 2014:70), serta peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi akan merasa tertantang menggunakan kemampuan berpikirnya untuk menemukan masalah dan penyelesaian masalah dengan cara penyelesaiannya sendiri sehingga dapat menemukan konsep yang diharapkan dengan caranya sendiri (Solihin, 2010:103).

Hal ini terlihat saat proses pembelajaran dilaksanakan. Peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* terlihat sangat antusias saat masuk ke laboratorium. Peserta didik mengikuti proses pembelajaran menggunakan *real laboratory* sesuai dengan prosedur dan aturan yang telah diberikan. Peserta didik sangat antusias

ketika melihat perubahan warna yang terjadi pada setiap faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan. Hal ini berbeda dengan peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory*. Awalnya peserta didik terlihat antusias saat berhasil mengoperasikan program *virtual laboratory* dengan baik dan melihat perubahan warna yang terjadi pada setiap faktor yang mempengaruhi arah pergeseran kesetimbangan. Namun ketika peserta didik telah mengulang-ulang kembali program *virtual laboratory* yang dipelajari, peserta didik merasa bosan.

Berdasarkan uraian di atas diperoleh bahwa baik *real laboratory* dan *virtual laboratory* sama-sama meningkatkan pemahaman konsep peserta didik, namun hanya berbeda pada kemampuan awal peserta didik. Pada *real laboratory* lebih baik bagi peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi, sedangkan pada *virtual laboratory* lebih baik bagi peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah. Meskipun tidak terdapat perbedaan pemahaman konsep peserta didik berdasarkan hasil uji hipotesis statistik, namun secara faktual sudah sesuai dengan hipotesis awal, yaitu terdapat perbedaan pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* pada materi kesetimbangan kimia.

Hasil uji hipotesis kedua menunjukkan bahwa tulisan “MODEL_LC5E*KEMAMPUAN_AWAL” menunjukkan bahwa interaksi kemampuan awal dengan model pembelajaran terhadap pemahaman konsep peserta didik memiliki perolehan nilai signifikansi sebesar $(0,357) > 0,05$, sehingga H_0 diterima. Artinya tidak terdapat interaksi antara kemampuan awal peserta didik dan model pembelajaran terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi kesetimbangan kimia. Hasil analisis tersebut menjelaskan bahwa pembelajaran dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* dengan kemampuan awal peserta didik yang berbeda tidak memberikan pengaruh secara bersamaan terhadap pemahaman konsep peserta didik. Hasil penelitian didukung penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa motivasi belajar dan hasil belajar tidak dipengaruhi oleh interaksi antara model pembelajaran dan kemampuan awal siswa pada materi laju reaksi (Setyowati, 2012:131) dan hasil belajar peserta didik tidak dipengaruhi oleh interaksi antara model pembelajaran dengan kemampuan awal peserta didik pada materi laju reaksi (Suryati, 2011).

Hasil ini membuktikan bahwa terdapat faktor lain yang mempengaruhi pemahaman konsep peserta didik selain model pembelajaran yang menggunakan laboratorium berbeda dan kemampuan awal siswa. Pengaruh faktor lain ini mungkin muncul karena karakteristik materi kesetimbangan kimia yang sangat kompleks, melibatkan pendengaran, perhitungan matematis, pengamatan visualisasi, melakukan praktikum pada *real laboratory* atau mengoperasikan komputer pada *virtual laboratory*. Hal ini membuat proporsi pengaruh faktor selain model pembelajaran dan kemampuan awal siswa sangat mempengaruhi pemahaman konsep peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut : (1) tidak terdapat perbedaan pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi dan kemampuan awal rendah yang dibelajarkan dengan model pembelajaran LC 5E menggunakan *real laboratory* dan *virtual laboratory* pada materi kesetimbangan kimia. Namun berdasarkan hasil perbandingan rata-rata perolehan nilai pemahaman konsep peserta didik menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal tinggi yang dibelajarkan menggunakan *real laboratory* lebih tinggi daripada yang menggunakan *virtual laboratory*, dan sebaliknya pemahaman konsep peserta didik yang memiliki kemampuan awal rendah yang dibelajarkan menggunakan *virtual laboratory* lebih tinggi daripada yang menggunakan *real laboratory*, serta (2) tidak terdapat interaksi antara kemampuan awal peserta didik dengan model pembelajaran terhadap pemahaman konsep peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

DAFTAR RUJUKAN

- Baser, M. & Durmus, S. 2010. The Effectiveness of Computer Supported Versus Real Laboratory Inquiry Learning Environments on The Understanding of Direct Current Electricity Among Pre-Service Elementary School Teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 6(1) : 47-61.
- Budiningsih, C. A. 2010. Pengaruh Strategi Pembelajaran *Deep Dialogue* dan Kemampuan Awal Terhadap Pemahaman Materi Kuliah Teori Belajar dan Pembelajaran. *Jurnal Penelitian Ilmu Pendidikan*, 3(2) : 1-120.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Scotter, P. V., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. 2006. The BSCS 5E Instructional Model : Origins, Effectiveness and Applications. *Journal of Biological Science Curriculum Study (BSCS)*.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education : Sixth Edition*. London : Routledge Tailor and Francis Group.
- Dahar, R. W. 2011. *Teori-Teori Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Dasna, I. W. & Sutrisno. 2005. *Model-Model Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pengajaran Sains/Kimia*. Malang : Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.
- Dona, M.M., Yeni, L.F., & Nurdini, A. 2013. *Pengaruh Media Animasi dan Kemampuan Awal Siswa SMA Karya Terhadap Hasil Belajar Sistem Gerak Manusia*. Pontianak : Prodi Pendidikan Biologi, Jurusan PMIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. *How to Design and Evaluate Research in Education : Seventh Edition*. USA : McGraw-Hill Higher Education.
- Georgiou, J., Dimitropoulus, K., & Manitsaris, A. 2007. A Virtual Reality Laboratory for Distance Education in Chemistry. *International Journal of Social and Human Science*, (306-313).
- Gorghiu, L.M., Gorghiu, G., Alexandrescu, T., & Borcea, L. 2009. *Exploring Chemistry Using Virtual Instrumentation : Challenges and Successes*, (Online), (www.vccsse.ssai.valahio.ro/pdfs), diakses tanggal 15 Pebruari 2015.
- Hegarty, M., Carpenter, P., & Just, M.A. 1991. Diagram in The Comprehension on Scientific Text. In R. Barr, M.L. Kamil, P.B. Mosenthal & Pearson, P.D. (Eds). *Handbook or Reading*

- Research*, Vol. 2 (pp. 641-668).
- Herawati, R. F., Mulyani, S., & Redjeki, T. 2013. Pembelajaran Kimia Berbasis Multiple Representasi Ditinjau dari Kemampuan Awal terhadap Prestasi Belajar Laju Reaksi Siswa SMA Negeri 1 Karanganyar Tahun Pelajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 2(2) : 113-118.
- Herga, N. R. & Dinevski, D. 2012. Virtual Laboratory in Chemistry- Experimental Study of Understanding, Reproduction and Application of Acquired Knowledge of Subject's Chemical Content. *Organizacija Reasearch Papers*, 45(3) : 108-116.
- Hitipiew, I. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Malang : Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Malang.
- Ibnu, S., Mukhadis, A., & Dasna, I.W. 2003. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Iskandar, S. M. 2011. *Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis*. Malang : Bayumedia Publishing.
- Jaakkola, T. 2012. *Thinking Outside The Box : Enhancing Science Teaching by Combining (Instead of Contrasting) Laboratory and Simulation Activities*. Finland : Centre of Learning Research and Department of Teacher Education, University Turku.
- Johnstone, A.H., MacDonald, J.J., & Webb, G. 1977. Chemical Equilibrium and Its Conceptual Difficulties. *Education in Chemistry*, 14(6) : 169-171.
- Kirna, I. M. 2010. *Pengaruh Penggunaan Hypermedia dalam Pembelajaran Menggunakan Strategi Siklus Belajar Terhadap Pemahaman dan Aplikasi Konsep Kimia pada Siswa SMP dengan Dua Gaya Belajar Berbeda*. Disertasi tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Teknologi Pembelajaran, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Kresnanto, M. 2013. *Keefektifan Virtual Laboratory dan Real Laboratory dalam Pembelajaran Kimia dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar Siswa SMK dengan Gaya Belajar Visual dan Kinestetik*. Tesis tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Pendidikan Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Mukhlis, M. M. 2013. *Identifikasi Pemahaman Konseptual, Algoritmik, Grafik dan Gambaran Mikroskopik Siswa kelas XI IPA di SMA Negeri 2 Malang pada Materi Keseimbangan Kimia*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.
- Nakhleh, M. B. 1993. Are Our Student Conceptual Thinkers or Algorithmic Problem Solvers? Identifying Conceptual Student in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 70 (1) : 52-55.
- Raviolo. 2001. Assessing Student's Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 78 (5) : 629-631.
- Renner, J. W. & Abraham, M. R. 1986. The Sequence of Learning Cycle Activities in High Scholl Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (2) : 121-143.
- Rohmah, M. 2012. *Pengembangan e-module dengan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E pada Pokok Bahasan Keseimbangan Kimia untuk SMA Kelas XI IPA Semester Ganjil*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang : Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.
- Rokhimulloh, M. 2010. *Pembelajaran Kimia Menggunakan Laboratorium Virtuil dan Laboratorium Riil melalui Metode Eksperimen dengan Memperhatikan Emotional Spiritual Quotient (ESQ) dan Kemampuan Awal Siswa (Studi Kasus Laju Reaksi pada Madrasah Aliyah PPMI Assalaam Sukoharjo Kelas XI Tahun Ajaran 2009-2010)*. Tesis Tidak Diterbitkan. Surakarta : Program Studi Pendidikan Sains, Program Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret.
- Setiawan, N.C. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran dan Kemampuan Awal terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Turen pada Materi Keseimbangan Kimia*. Tesis tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Pendidikan Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Setyowati, I. 2012. *Pengaruh Variasi Media pada Cooperative Learning Cycle 5E (CLC 5E) dan Kemampuan Awal terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Siswa dalam Materi Laju Reaksi*. Tesis tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Pendidikan Kimia, Program Pascasarjana,

- Universitas Negeri Malang.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry : An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2) : 2-20.
- Solihin, I. 2010. *Keefektifan Model Pembelajaran Inkuiri Terbuka dan Learning Cycle dalam Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X SMA Negeri 3 Bontang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Pendidikan Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Suryati. 2011. *Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle Dipadu dengan Diagram Alir terhadap Kualitas Proses, Hasil Belajar dan Kemampuan Metakognitif Kimia Siswa Kelas XI SMA Negeri 2 Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Pendidikan Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.
- Suyanti, R. D. 2010. *Strategi Pembelajaran Kimia*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Suyono & Haryanto. 2014. *Belajar dan Pembelajaran : Teori dan Konsep Dasar*. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.
- Tatli, Z. & Ayas, A. 2013. Effect of A Virtual Chemistry laboratory on Student's Achievement. *Educational Technology and Society*, 16(1) : 159-170.
- Wahyuni, T. S. 2014. *Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Menggunakan Real-Lab dan Virtual-Lab terhadap Pemahaman Representasi Kimia dan Motivasi Siswa pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan*. Tesis tidak diterbitkan. Malang : Program Studi Pendidikan Kimia, Program Pascasarjana, Universitas Negeri Malang.

KETERLAKSANAAN *COMMUNITY OF INQUIRY* (COI) PESERTA DIDIK MELALUI STRATEGI *BLENDED LEARNING* PADA MATERI KIMIA ANALISIS KUANTITATIF

Mohammad Alex Firdaus, Surjani Wonorahardjo, dan Munzil Arif

Prodi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang no. 5 Malang 65145

E-mail: mohammad.alex.firdaus@gmail.com

ABSTRAK: tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keterlaksanaan *Community of Inquiry* (CoI) peserta didik melalui strategi *blended learning* pada materi Analisis Kuantitatif. Penelitian ini menggunakan rancangan pra-eksperimental dengan desain penelitian *one group pretest-posttest*. Data penelitian adalah persentase distribusi untuk setiap tahapan inkuiri dalam pembelajaran Analisis Kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tahap eksplorasi dan integrasi lebih mendominasi jika dibandingkan dengan tahap yang lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik mampu memfokuskan dirinya terhadap pertanyaan yang diajukan peserta didik lain terkait materi ajar dengan mencari informasi melalui berbagai sumber. Selain itu, peserta didik juga mampu memahami berbagai informasi yang berkaitan dengan pemecahan masalah atau pertanyaan. Pada penelitian ini diketahui juga bahwa tahap resolusi memiliki aktivitas yang paling rendah dibandingkan tahap yang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik (khususnya penanya) sudah memahami jawaban atas pertanyaan melalui berbagai informasi yang diberikan oleh peserta didik lain maupun penguatan jawaban oleh pendidik.

Kata Kunci: *blended learning, Community of Inquiry (CoI), Analisis Kuantitatif, Pendidikan Kimia.*

ABSTRACT: the purpose of this study was to know determine the feasibility CoI learners through *blended learning* strategy in Quantitative Analysis. This study used a pre-experimental design with *one group pretest-posttest*. The data is the percentage distribution for each phase in the inquiry learning Quantitative Analysis. The results showed that the exploration and the integration phase are more dominating compared to other stages. This indicated that learners are able to devoted themselves to the question posed other learners related teaching materials to find information through various sources. In addition, learners are also able to understod a variety of information related to problems or questions solving. In this study also known that the resolution phase has a very low activity compared to another phase. This indicatedthat learners(particularly the questioner) alreadyunderstod the answers throughinformation providedbyother learnersorstrengthening theresponse byeducator.

Keywords:*blended learning, CommunityofInquiry (CoI), Quantitative Analysis, chemistry education.*

PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan pusat dari sains karena menjembatani ilmu pengetahuan yang lain, seperti fisika dan biologi [1]. Fungsi ilmu kimia terhadap ilmu pengetahuan lain adalah untuk

membantu menjelaskan fenomena dan memecahkan masalah. Ilmu kimia diperoleh dan dikembangkan untuk mencari jawaban atas pertanyaan apa, mengapa, dan bagaimana, khususnya yang berkaitan dengan komposisi, struktur, sifat, dan perubahan materi [2]. Ilmu kimia sebagai bagian dari sains, terdiri dari aspek teoritis (produk kimia) dan empiris (proses kimia). Belajar kimia harus mencakup aspek teoritis dan empiris. Aspek teoritis berhubungan dengan penalaran peserta didik dalam memahami konsep, teori, dan prinsip. Sedangkan aspek empiris berhubungan dengan cara suatu produk kimia diperoleh melalui keterampilan berupa eksperimen. Oleh karena itu, dalam pembelajarannya, kimia mempelajari segala sesuatu mengenai materi dan perubahannya yang melibatkan penalaran dan keterampilan.

Tujuan pembelajaran kimia tidak hanya pada peningkatan kualitas pengembangan bahan ajar, kegiatan laboratorium, dan penerapan penilaian otentik, tetapi juga penekanan pada strategi pembelajaran dan aktivitas sosial peserta didik di dalam kelas [3]. Dalam hal ini, tujuan pembelajaran kimia tidak hanya pada aspek kognitif saja, tetapi juga pada sikap. Peningkatan aktivitas sosial peserta didik dimaksudkan untuk memaksimalkan pemahaman perihal berbagai fakta, kemampuan memecahkan masalah, keterampilan dalam laboratorium, serta sikap ilmiah yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan kata lain, pembelajaran kimia menyarankan pengalihan pusat pembelajaran dari berpusat kepada pendidik menjadi berpusat kepada peserta didik.

Pembelajaran dengan pendekatan berpusat kepada peserta didik menekankan pada partisipasi dan aktivitas dari peserta didik. Hal ini berarti bahwa proses belajar terjadi jika peserta didik secara aktif terlibat dalam kegiatan belajar. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran di ruang kuliah yang dilakukan pendidik (dosen) sebenarnya mensyaratkan peserta didik (mahasiswa) untuk selalu aktif dan menjadi bagian proses perkuliahan. Keaktifan peserta didik tidak hanya bermakna dengan kehadiran di dalam ruang kuliah, melainkan juga kegiatan-kegiatan belajar, seperti mencatat, menanya, diskusi, mengkritik, maupun merangkum. Namun hal tersebut ternyata tidak selalu nampak pada peserta didik, khususnya yang mempelajari materi Analisis Kuantitatif pada matakuliah Dasar-dasar Kimia Analitik.

Ketidaktifan peserta didik dalam mempelajari materi Analisis Kuantitatif dikhawatirkan dapat mempengaruhi pemahaman terhadap materi ajar. Hal ini dibuktikan dari hasil angket dimana hampir semua sampel (30 peserta didik) menyatakan bahwa tingkat pemahamannya kurang. Hal ini dikarenakan interaksi peserta didik dengan materi yang belum efektif, yang diakui oleh 67% sampel. Faktor lain adalah peserta didik kurang siap untuk menerima materi baru yang dibuktikan dengan tidak terbiasanya peserta didik untuk mencermati tujuan pembelajaran (80%), serta rendahnya kemauan peserta didik (67%) untuk terbuka atau bertanya ketika menemui suatu konsep yang dianggap sulit (Dokumen pribadi, Agustus 2014). Hal-hal yang menyebabkan peserta didik kesulitan dalam mempelajari materi Analisis Kuantitatif adalah konsep dalam materi ini sebagian

besar bersifat abstrak, melibatkan hitungan matematis yang kompleks (penentuan nilai pH selama titrasi), bahasa yang digunakan dalam literatur sulit dimengerti, serta rendahnya kemampuan representasi yang dimiliki peserta didik [4].

Materi Analisis Kuantitatif merupakan salah satu pokok bahasan dalam matakuliah Dasar-dasar Kimia Analitik (DKA). Melalui analisis kuantitatif kita dapat mengidentifikasi jumlah dari komponen penyusun bahan yang dianalisis atau disebut sebagai analit. Tujuan utama analisis kuantitatif adalah untuk mengetahui kuantitas dari setiap komponen yang menyusun analit. Analisis kuantitatif menghasilkan data numerik yang memiliki satuan tertentu. Data hasil analisis kuantitatif umumnya dinyatakan dalam satuan volume, satuan berat, maupun satuan konsentrasi dengan menggunakan metode analisis tertentu [5]. Oleh karena itu, dalam mempelajari materi Analisis Kuantitatif tidak cukup dengan menghafal pengertian suatu konsep dan aplikasinya, tetapi juga perlu dengan menggunakan proses berfikir.

Salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan pada pembelajaran Analisis Kuantitatif adalah dengan menghidupkan pembelajaran berbasis inkuiri. Pembelajaran berbasis inkuiri menekankan pada kemandirian peserta didik dalam hal pencarian dan penggunaan berbagai sumber belajar atau informasi. Tujuan dari pembelajaran berbasis inkuiri adalah untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi ajar [6-7]. Pembelajaran berbasis inkuiri dikatakan baik jika mampu membangun keterlibatan peserta didik dalam aktivitas dan proses berfikir selayaknya seorang ilmuwan [8]. Keterlibatan tersebut berupa menumbuhkan sikap keingintahuan, keterbukaan terhadap gagasan baru, motivasi diri, serta ketekunan.

Pembelajaran berbasis inkuiri dapat dilaksanakan secara individu (*individual inquiry*) maupun kelompok (*group/collaborative inquiry*). *Individual inquiry* dilaksanakan atas dasar bahwa setiap peserta didik itu unik dan memiliki cara belajar yang berbeda [7]. Sedangkan *collaborative inquiry* dilaksanakan dikarenakan mampu memaksimalkan keterampilan memecahkan masalah (*problem solving*) [9]. Beberapa penelitian [6,10] menyatakan bahwa *collaborative inquiry* lebih efektif daripada *individual inquiry* baik dari segi proses maupun hasil belajar. Hal ini dikarenakan dengan adanya kolaborasi atau interaksi dalam belajar, peserta didik mampu meningkatkan rasa percaya diri dan memaksimalkan pencapaian tujuan pembelajaran.

Upaya memaksimalkan *collaborative inquiry* dapat dilakukan dengan membentuk komunitas belajar. Komunitas belajar ini digunakan sebagai media untuk mengembangkan penalaran peserta didik dalam memahami materi ajar. Komunitas belajar dalam hubungannya dengan inkuiri dikenal dengan istilah *Community of Inquiry (CoI)*. Pengembangan *CoI* ini didasarkan pada karakteristik pembelajaran di perguruan tinggi, yaitu *community* dan *inquiry* [11]. *Community* lebih mengedepankan sisi sosial pendidikan, seperti interaksi atau kerja sama dalam membangun pengetahuan. *Community* dikembangkan untuk mendukung proses pembelajaran dan peningkatan keterampilan mengidentifikasi sampai dengan memecahkan masalah. Sedangkan

inquiry merefleksikan proses yang terjadi selama membangun pengetahuan tersebut. Inti dari pelaksanaan *CoI* ini adalah kerja sama serta saling bertukar pengalaman dan wawasan baik antar peserta didik maupun antara peserta didik dengan pendidik dalam mengkonstruksi suatu konsep.

Selain kerja sama dan saling bertukar informasi, *CoI* juga menekankan pada konstruksi pemahaman pengetahuan. Selain itu, *CoI* juga memastikan pemahaman peserta didik terhadap materi yang sedang dipelajari. Konstruksi pemahaman tersebut dilakukan secara bersama-sama, baik itu antar peserta didik maupun antara peserta didik - pendidik. Konstruksi pemahaman dalam *CoI* dilakukan dengan mengikuti empat tahap inkuiri. Empat tahap inkuiri dalam *CoI* meliputi pemicu, eksplorasi, integrasi, dan resolusi [12]. Tahap pemicu merupakan kegiatan awal proses inkuiri dimana suatu masalah diidentifikasi. Kegiatan ini dimaksudkan untuk membangkitkan rasa keingintahuan peserta didik terhadap materi ajar. Tahap eksplorasi fokus terhadap masalah dan kemudian mencari informasi atau penjelasan yang relevan melalui berbagai sumber. Dalam tahap integrasi, peserta didik mulai memahami berbagai informasi yang berkaitan dengan pemecahan masalah atau pertanyaan. Tahap integrasi menekankan pada penggabungan berbagai gagasan. Pada tahap resolusi berlaku pemberian solusi jika ditemukan suatu masalah yang belum terpecahkan atau belum dicapai mufakat. Selain itu, tahap resolusi berfungsi untuk mencermati pemahaman peserta didik terhadap materi ajar melalui *peer-review* kesimpulan. Berikut ini adalah ringkasan kegiatan tahapan inkuiri dalam pembelajaran berbasis *CoI*.

Tabel 1 Ringkasan Kegiatan Tahapan Inkuiri dalam Pembelajaran Berbasis *CoI*

Tahapan Inkuiri	Indikator Ketercapaian
Pemicu	- Penugasan pra-membaca - Mencermati alur pembelajaran - Mencermati tujuan pembelajaran - Menggali kemampuan awal peserta didik - Pengajuan masalah/pertanyaan oleh peserta didik
Eksplorasi awal	- Memotivasi peserta didik untuk aktif dan interaktif - Mengerjakan LKM secara berkelompok - Studi literatur untuk membantu mengerjakan LKM - Membuat dan mengunggah kesimpulan
Integrasi	- Refleksi diskusi <i>offline</i> secara berkelompok - Penyampaian solusi atau kesimpulan yang tepat atas masalah atau jawaban atas pertanyaan
Eksplorasi (lanjutan)	- Perbedaan jawaban - Tukar pendapat (bisa disertai sumber pendukung) - Konfirmasi pemahaman dengan mengerjakan soal dan diunggah di dalam fitur <i>Upload</i>
Resolusi	- <i>Peer-review</i> kesimpulan - Pemberian solusi untuk masalah yang tidak terpecahkan

CoI diharapkan tidak hanya diciptakan di dalam kelas, tetapi juga di luar kelas. Upaya untuk menciptakan bahkan sampai dengan mempertahankan pembelajaran berbasis *CoI* pada materi Analisis Kuantitatif di luar kelas dapat dilakukan dengan *blended learning*[11]. Istilah *blended learning* mengacu pada pembelajaran yang mengkombinasikan pembelajaran tatap muka dengan pembelajaran *online*[13-14]. Peneliti lain [15] menambahkan bahwa *blended learning* adalah pembelajaran secara simultan dan saling melengkapi antara pembelajaran yang terjadi secara langsung dengan tidak langsung. Penerapan pembelajaran berbasis *CoI* melalui *blended learning* diharapkan mampu meningkatkan kemandirian peserta didik dalam hal berkomunikasi baik dengan sesama peserta didik maupun dengan pendidik. Selain itu, diharapkan bagi peserta didik untuk tidak bergantung pada materi yang diberikan oleh pendidik, tetapi dibebaskan mencari sumber belajar yang relevan baik itu melalui buku-buku di perpustakaan, media *online*, video, atau animasi pendukung. Animasi pendukung ini diharapkan mampu membantu peserta didik dalam memvisualisasikan proses molekular pada setiap materi pada materi Analisis Kuantitatif. Fungsi dari visualisasi molekular ini adalah untuk meningkatkan kemampuan representasi agar peserta didik mampu memahami konsep abstrak pada materi Analisis Kuantitatif.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah pra-eksperimental dengan rancangan penelitian *one group pretest-posttest*. Penelitian dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2014/2015 bulan Oktober-Desember di Universitas Negeri Malang (UM). Pembelajaran untuk materi Analisis Kuantitatif dialokasikan sebanyak lima kali pertemuan *offline* dan *online*. Subjek penelitian sejumlah 38 mahasiswa yang menempuh matakuliah Dasar-dasar Kimia Analitik (DKA).

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari instrumen perlakuan dan pengukuran. Instrumen perlakuan yang digunakan adalah silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), dan media *online*. Instrumen pengukuran yang digunakan adalah tes prestasi belajar berupa tes subjektif dengan total 20 soal.

Berdasarkan validasi oleh tiga ahli, diperoleh validitas RPP sebesar 86,25%, LKM sebesar 81,67%, media *online* sebesar 100%, dan soal tes prestasi belajar sebesar 85,94%. Hasil validasi tersebut menyatakan bahwa instrumen valid dan tidak perlu revisi. Sementara itu, berdasarkan hasil perhitungan reliabilitas diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,883. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa konstruk soal untuk menguji pemahaman peserta didik pada materi Analisis Kuantitatif adalah reliabel. Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan keterlaksanaan tahapan inkuiri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah keterlaksanaan tahapan inkuiri dalam diskusi *online*. Proses pembelajaran materi Analisis Kuantitatif dengan strategi *blended learning* berbasis *CoI* ini dilaksanakan dengan empat tahapan inkuiri. Tahapan tersebut adalah pemicu, eksplorasi, integrasi, dan resolusi. Berikut ini adalah tabel keterlaksanaan setiap tahapan inkuiri dalam pembelajaran materi Analisis Kuantitatif dengan strategi *blended learning* berbasis *CoI*.

Tabel 2 Keterlaksanaan Tahapan Inkuiri dalam Pembelajaran Materi Analisis Kuantitatif

Tahapan Inkuiri dalam <i>CoI</i> (%)	Materi				
	I	II	III	IV	V
Pemicu	15,20	12,10	16,92	20,00	21,95
Eksplorasi	45,60	39,49	41,54	36,36	43,90
Integrasi	20,00	28,03	24,62	30,90	19,51
Resolusi	5,60	3,18	0	9,10	14,64
Tidak termasuk tahapan	13,60	17,20	16,92	3,64	0

Tingkat keberhasilan *CoI* melalui *blended learning* ditinjau dari keterlaksanaan tiga unsur dari kerangka *CoI*. Tiga unsur dari kerangka *CoI* tersebut adalah unsur sosial, metode mengajar yang tepat (unsur pengajaran), serta adanya tingkat pemahaman yang dicapai (unsur kognitif). Hubungan tersebut diperoleh dari interaksi peserta didik dalam forum diskusi *online*.

Unsur sosial pada *CoI* melalui *blended learning* untuk materi Analisis Kuantitatif ini dioptimalkan dengan menciptakan suasana belajar yang nyaman. Tujuan dari menciptakan suasana belajar yang nyaman adalah untuk mendapatkan respon yang positif dari peserta didik [16]. Peneliti lain [11] menambahkan bahwa tujuan menciptakan suasana belajar yang nyaman adalah agar peserta didik bebas mengemukakan pendapatnya baik dengan peserta didik lain maupun dengan pendidik. Dalam hal ini kegiatan diskusi dilakukan dengan *synchronous* dan *asynchronous* sehingga peserta didik tidak terikat oleh waktu dan tempat serta bebas mengeksplorasi sumber belajar. Hal ini dibuktikan dengan variasi sumber belajar (tidak hanya sumber belajar yang disarankan dalam konten sumber cetak dan *link*) yang digunakan oleh peserta didik dalam forum diskusi baik berupa buku, video, maupun sumber dari internet.

Unsur pengajaran, menurut [17], menyediakan fasilitas dan bimbingan demi kelancaran keterlaksanaan *CoI* melalui *blended learning*. Fasilitas *CoI* melalui *blended learning* dalam penelitian ini diakomodasi oleh aplikasi *Moodle*. Di dalam aplikasi tersebut terdapat konten-konten yang diharapkan mampu mengoptimalkan interaksi bermakna dalam forum diskusi dan interaksi peserta didik dengan konten. Konten tersebut berupa alur pembelajaran, LKM, sumber belajar (cetak dan elektronik), serta *chat room* untuk setiap materi. Sedangkan bimbingan yang dilakukan oleh pendidik dalam penelitian ini dilakukan dengan cara menjelaskan alur pembelajaran dan

mengarahkan peserta didik untuk aktif berinteraksi serta memberikan penguatan jawaban. Hal-hal yang dijelaskan dalam alur pembelajaran disesuaikan dengan langkah-langkah pembelajaran *CoI*.

Proses mempelajari materi Analisis Kuantitatif tidak hanya berlangsung secara *offline*, tetapi juga secara *online*. Melalui pembelajaran berbasis *CoI* melalui strategi *blended learning*, kemandirian dan penalaran peserta didik dikembangkan dalam setiap tahapan *CoI*. Pembelajaran berbasis *CoI* melalui strategi *blended learning* dilaksanakan melalui empat tahap yang saling berkaitan mulai dari tahap pemicu sampai dengan resolusi. Empat tahap ini termasuk dalam unsur kognitif dalam *CoI*. Dalam pelaksanaannya, empat tahap pembelajaran tersebut dilaksanakan dalam dua kali pertemuan (*offline* dan *online*) untuk setiap siklus *CoI* atau materi. Hal ini dilaksanakan atas pertimbangan waktu, kuantitas materi yang diajarkan, serta karakteristik dari materi Analisis Kuantitatif. Setiap materi pada materi Analisis Kuantitatif memiliki karakter yang sama, yaitu sebagian besar bersifat abstrak dan melibatkan hitungan matematis yang kompleks [4].

Pada tahap pemicu, pendidik merangsang minat peserta didik terhadap materi Analisis Kuantitatif dengan penugasan pra-membaca, mencermati alur dan tujuan pembelajaran, serta menggali kemampuan awal peserta didik. Selain itu, pendidik meminta kepada peserta didik untuk terbuka atau mengajukan pertanyaan jika mengalami kesulitan dalam memahami materi Analisis Kuantitatif. Hal ini dibuktikan dengan berbagai pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik untuk setiap materi pada materi Analisis Kuantitatif, khususnya dalam diskusi *online*.

Pada tahap eksplorasi peserta didik dituntut untuk mengembangkan penalarannya dalam menjawab pertanyaan melalui interaksi bermakna. Pada tahap ini, peserta didik mulai fokus terhadap masalah atau pertanyaan-pertanyaan di dalam LKM maupun oleh peserta didik lain dalam forum diskusi. Pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik dalam forum diskusi meliputi pendalaman konsep materi Analisis Kuantitatif, hitungan matematis, gambaran mikroskopis yang terlibat dalam materi Analisis Kuantitatif dalam bentuk animasi, bahkan permasalahan yang dihadapi peserta didik di dalam kelas praktikum DKA. Pada tahap eksplorasi, terjadi tukar pendapat antar peserta didik dalam menjawab atau menanggapi pertanyaan-pertanyaan. Jawaban yang diajukan oleh peserta didik seringkali disertai dengan sumber pendukung. Sumber pendukung yang disertakan oleh peserta didik berasal dari sumber yang disarankan oleh pendidik yang diunggah dalam *Moodle* maupun yang berasal dari peserta didik sendiri.

Pada tahap integrasi, peserta didik mulai memahami berbagai informasi yang berkaitan dengan pemecahan masalah atau pertanyaan. Pemahaman terhadap pemecahan masalah atau jawaban atas pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik ditandai dengan penyampaian solusi atau kesimpulan yang tepat. Jika belum dicapai suatu solusi atau kesimpulan yang tepat pada tahap integrasi, maka berlaku pemberian solusi, sehingga didapatkan konfirmasi pemahaman oleh penanya. Tahap ini disebut dengan tahap resolusi. Tahap ini berfungsi untuk mengurangi ketidakpahaman peserta didik bahkan meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap pertanyaan

yang diajukan.

Di dalam forum diskusi di *Moodle* yang dijalankan, diketahui bahwa terdapat beberapa diskusi yang melibatkan semua tahapan *CoI*. Salah satu diskusi yang melibatkan semua tahapan *CoI* teramati ketika salah satu peserta didik menanyakan perbedaan antara iodometri dengan iodimetri. Pertanyaan mengenai perbedaan antara iodometri dengan iodimetri ini ditanggapi oleh beberapa peserta didik dimana salah satunya menyertakan sumber pendukung atas jawabannya. Selain itu, peserta didik juga menyertakan persamaan reaksi yang terlibat pada iodometri dan iodimetri. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik mulai fokus terhadap masalah atau tahap eksplorasi telah terbentuk. Tahap integrasi terbentuk ketika penanya menyimpulkan jawaban dari beberapa peserta didik namun penanya masih ragu dalam menyimpulkannya. Hal ini kemudian diperjelas oleh salah satu peserta didik bahwa perbedaan antara iodometri dan iodimetri terletak pada prosedur pelaksanaan titrasi. Penjelasan bahwa perbedaan antara iodometri dan iodimetri inilah yang merupakan bagian dari tahap resolusi sehingga penanya memberikan konfirmasi pemahaman.

Tidak semua tahap *CoI* ada pada setiap diskusi di *Moodle* yang dijalankan. Tahap *CoI* yang sering tidak ada pada diskusi adalah resolusi. Hal ini dikarenakan peserta didik telah memahami permasalahan yang diajukan berdasarkan pada jawaban peserta didik lain atau pendidik. Misalkan saja ketika salah satu peserta didik menginginkan penjelasan mengenai tindakan yang dilakukan ketika titrasi argentometri terjadi pada suasana basa. Pertanyaan mengenai argentometri pada suasana basa ini ditanggapi/dijawab oleh satu peserta didik dengan menyertakan sumber pendukung. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik mulai fokus terhadap masalah atau tahap eksplorasi telah terbentuk. Tanggapan/jawaban yang diberikan oleh peserta didik bisa juga dikategorikan sebagai bagian dari tahap integrasi. Hal ini dikarenakan jawaban yang diberikan merupakan jawaban yang tepat berdasarkan pada pertanyaan yang diajukan. Diskusi ini diakhiri dengan konfirmasi pemahaman oleh penanya.

Tidak semua diskusi pada forum diskusi diakhiri dengan konfirmasi pemahaman oleh penanya. Konfirmasi pemahaman diperlukan untuk mengetahui ketuntasan pemahaman peserta didik terhadap materi ajar [17]. Konfirmasi pemahaman ini juga digunakan sebagai acuan pendidik untuk melihat keberhasilan peserta didik dalam memahami materi. Keberhasilan peserta didik dalam memahami konsep diperoleh dari hasil proses bertanya (*inquiry*) hingga menuju simpulan untuk beberapa alternatif solusi. Dengan kata lain, terjadi pertukaran informasi serta menghubungkan gagasan atau ide satu sama lain sehingga diperoleh ketuntasan pemahaman peserta didik terhadap konsep yang belum dipahami. Contoh kutipan diskusi dalam forum diskusi di *Moodle* yang dijalankan yang tidak diakhiri dengan konfirmasi pemahaman adalah ketika salah satu peserta didik menanyakan mengenai ada tidaknya titrasi antara basa poliprotik dengan asam kuat.

Pada penelitian ini, diketahui bahwa tahap eksplorasi dan integrasi lebih mendominasi dibandingkan tahap yang lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik mampu memfokuskan dirinya terhadap pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik lain terkait materi ajar dengan mencari informasi melalui berbagai sumber. Sumber yang digunakan berasal dari sumber belajar yang disarankan oleh pendidik maupun dari hasil pencarian sendiri, seperti pada contoh diskusi di atas. Selain itu, peserta didik juga mampu memahami berbagai informasi yang berkaitan dengan pemecahan masalah atau pertanyaan. Pada penelitian ini diketahui juga bahwa tahap resolusi memiliki aktivitas yang paling rendah dibandingkan tahap yang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik (khususnya penanya) sudah memahami jawaban atas pertanyaan melalui berbagai informasi yang diberikan oleh peserta didik lain maupun penguatan jawaban oleh pendidik. Hasil penelitian ini sama seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Akyol & Garrison [12]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tahap eksplorasi dan integrasi peserta didik dalam memahami materi ajar lebih dominan jika dibandingkan dengan tahap yang lain dalam pembelajaran berbasis *CoI*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pemaparan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa keefektifan atau tingkat keberhasilan pembelajaran berbasis *CoI* melalui *blended learning* pada materi Analisis Kuantitatif ditandai dengan keterlaksanaan tiga unsur dari kerangka *CoI*. Tiga unsur dari kerangka *CoI* tersebut adalah unsur sosial, metode mengajar yang tepat (unsur pengajaran), serta adanya tingkat pemahaman yang dicapai (unsur kognitif). Unsur sosial pada *blended learning* berbasis *CoI* untuk materi Analisis Kuantitatif ini dioptimalkan dengan menciptakan suasana belajar yang nyaman. Unsur pengajaran dilaksanakan dengan menyediakan fasilitas dan bimbingan demi kelancaran keterlaksanaan pembelajaran berbasis *CoI* melalui *blended learning*. Fasilitas pembelajaran berbasis *CoI* melalui *blended learning* dalam penelitian ini diakomodasi oleh aplikasi *Moodle*. Sedangkan unsur kognitif pada pembelajaran berbasis *CoI* melalui *blended learning* dilaksanakan melalui empat tahap yang saling berkaitan mulai dari tahap pemicu sampai dengan resolusi. diketahui bahwa tahap eksplorasi dan integrasi lebih mendominasi dibandingkan tahap yang lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa peserta didik mampu memfokuskan dirinya terhadap pertanyaan yang diajukan oleh peserta didik lain terkait materi ajar dengan mencari informasi melalui berbagai sumber.

SARAN

Beberapa saran yang dapat diberikan berdasarkan pada hasil penelitian untuk perbaikan penelitian lebih lanjut adalah: (1) sebelum mengembangkan pembelajaran *online*, sebaiknya dikaji terlebih dahulu mengenai sarana pendukung peserta didik; (2) diperlukan kreatifitas pendidik

dalam memanfaatkan sistem manajemen pembelajaran yang digunakan sehingga mampu menumbuhkan antusiasme peserta didik dalam belajar; (3) sebelum pembelajaran *online* dilakukan, hendaknya dibangun rasa kebersamaan dan saling percaya antar peserta didik baik dalam kelompok maupun kelas dalam menciptakan komunitas belajar, sehingga peserta didik dalam menanggapi pertanyaan atau pendapat tidak berdasarkan pada siapa namun pada pendapat yang diajukan; (4) untuk mengaktifkan diskusi kelompok, sebaiknya pendidik merancang tugas yang spesifik untuk tiap kelompok; dan (5) untuk pembelajaran *online* khusus Kimia, sebaiknya konten materi diperkaya dengan animasi dan video pendukung. Fungsi dari konten tersebut adalah memberikan alternatif interaksi peserta didik dengan konten dalam rangka meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi.

DAFTAR RUJUKAN

- Rasmussen, S. C., Guinta, C., & Tomchuk, M. R., 2008, Content Standards for the History and Nature of Science. Dalam Bretz, S. L. (Ed.), *Chemistry in The National Science Education Standards: Content Standard for the History and Nature of Science*, American Chemical Society, Washington, 80.
- Silberberg, M. S. 2006. *Chemistry: The Molecular Nature Matter and Change Fourth Edition*, McGraw-Hill, New York, 2.
- Deters, K. M. & Heikkinen H. W., 2008, Thinking About Standards. Dalam Bretz, S. L. (Ed.), *Chemistry in The National Science Education Standards: Model for Meaningful Learning in The High School Chemistry Classroom Second Edition*, American Chemical Society, Washington, 8.
- Sheppard, K., 2006, *Chemistry Education Research and Practice*, 7, 1, 32-33.
- Ibnu, M. S., Budiasih, E., Widarti, H. R., & Munzil, 2005, *Kimia Analitik I*, UM Press, Malang, 1.
- Kellow, J. M., 2006, *Inquiry Learning in an ICT-rich Environment*, eFellows, New Zealand , 2, 14.
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K., 2007, *International Journal of Applied Research & Studies*, 2, 1, 5, 27.
- Trout, L., Lee C., Moog, R., & Rickey D., 2008, Inquiry Learning: What Is It? How Do You Do It?. Dalam Bretz, S. L. (Ed.), *Chemistry in The National Science Education Standards: Model for Meaningful Learning in The High School Chemistry Classroom Second Edition*, American Chemical Society, Washington, 30.
- Bhowon, M. G., Laullo, S. J., Wah, H. L. K., & Ramasami, P., 2009, *Chemistry Education in The ICT Age*, Springer Science + Business Media B. V., Mauritius, 96.
- Cooper, S. & Kimbrough, D., 2008, Why Chemistry?. Dalam Bretz, S. L. (Ed.), *Chemistry in The National Science Education Standards: Model for Meaningful Learning in The High School Chemistry Classroom Second Edition*, American Chemical Society, Washington, 123.
- Garrison, D. R. & Vaughan, N. D., 2008, *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*, Jossey-Bass, San Fransisco, 14, 8, 20.
- Akyol, Z. & Garrison, D. R., 2011, *British Journal of Educational Technology*, 42, 2, 235, 242.
- Cheung, W. S. & Hew, K. F., 2011, *Australasian Journal of Educational Technology*, 27, 8 1319.
- Muthiah, K., 2012, *International Journal of Applied Research & Studies*, 2, 1, 2.
- Power, M., 2008, *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 4, 4, 503.
- Asalla, L. K., Maria, N., & Hannesto, R., 2014, *Jurnal Com Tech*, 5, 1, 217.
- Anderson, T., Rourke, L., Garrison, D. R., & Archer, W., 2001, *The Journal of Asynchronous Learning Network*, 5, 2, 5, 217.

**PERBEDAAN HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR MATERI LARUTAN
ELEKTROLIT-NON ELEKTROLIT ANTARA SISWA YANG DIBELAJARKAN
DENGAN MODEL PEMBELAJARAN *LEARNING CYCLE 5E* DAN *LEARNING CYCLE
5E-THINK TALK WRITE* (TTW) PADA SISWA KELAS X SMA NEGERI 2 BATU**

Neni Triwidayanti 1^{a,*} Endang Budiasih 2^b dan Dedek Sukarianingsih 3^b

^a Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.5 Malang 65145

* Corresponding author's email: neni.triwidayanti@yahoo.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran, hasil belajar, dan motivasi belajar pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu. Kelas eksperimen dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW), dan kelas kontrol dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Instrumen penelitian divalidasi dengan tingkat validasi 74% dengan kriteria baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* memiliki rata-rata sebesar 89,53% dan hasil keterlaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* memiliki rata-rata sebesar 89,06%. (2) Ada perbedaan hasil belajar kognitif materi larutan elektrolit dan non elektrolit antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW), dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Rata-rata nilai hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X} = 73,06$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X} = 65,41$). Hasil belajar afektif siswa yang dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X} = 86,76$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X} = 85,00$), dan (3) Motivasi belajar pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X} = 82,70$) lebih tinggi daripada motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X} = 80,47$).

Kata kunci: Model Pembelajaran *Learning Cycle 5E*, *Think Talk Write*, Hasil Belajar, motivasi belajar.

ABSTRACT: Research aims to know the learning implementation, learning outcome, and learning motivation to the student that taught by learning model of *Learning Cycle 5E* and student that taught by learning model of *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) in the material of electrolyte and non-electrolyte solution. This research used quasi experimental research. 10th Grade-MIA 2 as control class which taught by learning model of *Learning Cycle 5E*. The research instrument was validated with validation level 74% for good criteria. The research result showed that: (1) The implementation of learning model of *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* has the average for 89,53% (very good), and the implementation of learning model of *Learning Cycle 5E* had average for 89,06% (very good); (2) There was the difference for cognitive learning outcome to the material of electrolyte and non-electrolyte solution between student that taught by learning model of *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) and student that taught by learning model of

Learning Cycle 5E. The average value of student learning outcome that taught by using learning model of Learning Cycle 5E-Think Talk Write ($\bar{X}$ =73,06) was higher than student that taught by learning model of Learning Cycle 5E ($\bar{X}$ =65,41). Affective learning outcome for student that taught by learning model of Learning Cycle 5E-Think Talk Write ($\bar{X}$ =86,76) was higher than student that taught by learning model of Learning Cycle 5E ($\bar{X}$ =85,00); and (3) Learning motivation to the student that taught by learning model of Learning Cycle 5E-Think Talk Write ($\bar{X}$ =82,70) was higher than student that taught by learning model of Learning Cycle 5E ($\bar{X}$ =80,47).

Keywords: *Learning Model of Learning Cycle 5E, Think Talk Write, Learning Outcome, Learning Motivation*

PENDAHULUAN

Ilmu kimia tumbuh dan berkembang berdasarkan eksperimen–eksperimen (*Chemistry Based on Experiment*) yang kemudian membentuk deskripsi berupa konsep–konsep, teori, dan hukum (Maikristina)[1,1]. Pembelajaran ilmu kimia sebaiknya dilakukan dengan memberikan fakta–fakta konkrit dalam kehidupan sehari–hari, sehingga dapat menimbulkan proses berpikir siswa untuk memperoleh pengetahuan secara mandiri. Salah satu materi kimia yang berhubungan dengan kehidupan sehari–hari siswa adalah materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Materi larutan elektrolit dan non elektrolit merupakan materi yang bersifat abstrak dan prosedural, yang terdiri dari konsep, percobaan dan perhitungan matematis. Materi dengan karakteristik tersebut sesuai apabila dibelajarkan dengan model pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif dalam menemukan konsep. Model pembelajaran yang sesuai adalah *Learning Cycle*. Menurut Dasna dan Sutrisno [2,71] model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dapat meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa, akan tetapi pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E* yang memungkinkan untuk berlangsungnya pembelajaran kooperatif atau kegiatan berkelompok ternyata tidak berpola. Hal ini menyebabkan proses pembelajaran tidak efektif. Saat ini telah banyak berkembang model pembelajaran kooperatif yang berpola. Salah satu metode pembelajaran kooperatif yang menekankan kepada kemampuan individual siswa adalah model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW). Menurut Sunyoto dan Fitriatien [3,65] serta Fahmiarsyad [4,54], model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Listiawan [5] menyatakan bahwa model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Model pembelajaran ini dapat dipadukan dengan *Learning Cycle 5E* karena kedua model tersebut didasarkan pada tujuan agar siswa dapat menemukan dan memahami konsep. Keunggulan model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW) dapat digunakan untuk memaksimalkan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dalam meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa melalui kegiatan penemuan konsep dan diskusi kelompok yang berpola. Model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) dapat dibelajarkan dengan mengintegrasikan tahapan model pembelajaran *Think Talk Write* (TTW)

pada fase *elaboration* dalam model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Perpaduan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) diharapkan dapat memberikan pengalaman kepada siswa untuk belajar secara aktif dan memberikan motivasi pada siswa sehingga dapat memperoleh hasil belajar yang baik.

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan penelitian eksperimen semu (*Quasi Eksperimental design*) dengan desain *post test only control group design*. kelas eksperimen dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW). Kelas kontrol dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Rancangan Penelitian *Posttest Only Control Group Design* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rancangan Penelitian *Posttest Only Control Group Design*

Subyek	Perlakuan	Post-test
Kelas eksperimen	X ₁	O ₁
Kelas kontrol	X ₂	O ₂

Keterangan:

X₁=Pembelajaran model *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW)

X₂=Pembelajaran model *Learning Cycle 5E*

O₁=*Post test* untuk kelas eksperimen

O₂=*Post test* untuk kelas kontrol

Populasi dalam penelitian ini adalah semua siswa SMA Negeri 2 Batu kelas X MIA semester 2 tahun ajaran 2014/2015 yang terdiri dari kelas X MIA 1, X MIA 2, X MIA 3, dan X MIA 4. Pengambilan sampel dalam penelitian menggunakan teknik *cluster random sampling*. Diperoleh kelas X MIA 3 sebagai kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, dan kelas X MIA 2 sebagai kelas kontrol yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*.

Instrumen perlakuan berupa perangkat pembelajaran seperti silabus, RPP, dan LKS. RPP dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* diterapkan pada kelas eksperimen sedangkan RPP dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* diterapkan pada kelas kontrol. RPP pada masing-masing kelas terdiri atas 3 RPP.

Instrumen pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini berupa lembar tes (ulangan harian), lembar observasi, dan angket. Tes digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa. Lembar observasi digunakan untuk mengukur keterlaksanaan pembelajaran dan hasil belajar afektif siswa. Angket digunakan untuk mengukur motivasi belajar siswa

Nilai hasil belajar kognitif siswa diperoleh dari hasil tes yang dilakukan setelah semua materi larutan elektrolit dan non elektrolit selesai diajarkan. Keterlaksanaan pembelajaran dan nilai hasil belajar afektif siswa diperoleh dari hasil observasi selama proses pembelajaran berlangsung, sedangkan motivasi belajar siswa diperoleh setelah siswa melaksanakan ulangan harian.

Data yang diperoleh dari hasil penelitian, dianalisis menggunakan teknik analisis statistik, dan teknik analisis deskriptif. nilai hasil belajar kognitif siswa dianalisis menggunakan teknik analisis statistik dengan uji-t. Keterlaksanaan pembelajaran, nilai hasil belajar afektif dan motivasi belajar siswa dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif dengan teknik persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan pembelajaran

Data keterlaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) dan *Learning Cycle 5E* diperoleh melalui lembar observasi. Deskripsi persentase keterlaksanaan pembelajaran kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Deskripsi Persentase Keterlaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	Persentase Keterlaksanaan Model Pembelajaran (%)	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Pertama	88,80	88,00
Kedua	89,70	89,70
Ketiga	90,30	89,50
Rata-rata	89,53	89,06

Berdasarkan tabel 2 dapat disimpulkan bahwa keterlaksanaan pembelajaran pada ke kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki kriteria yang sama yaitu sangat baik. Deskripsi data nilai kuis siswa pada fase *evaluation* selama pembelajaran untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol pada pertemuan I-III tertera pada Tabel 3 sampai 5.

Tabel 3 Deskripsi Data Nilai Kuis Siswa pada Fase *Evaluation* selama Pembelajaran untuk Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol pada Pertemuan I

Hasil tes	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
0,00-67	6 siswa	5 siswa
68-100	26 siswa	29 siswa
Jumlah siswa	32 siswa	34 siswa
Nilai tertinggi	100,00	90,00
Nilai terendah	60,00	50,00

Rata-rata kelas	77,81	77,35
% ketuntasan	81,25%	85,29%

Pada tabel 3 sampai 5 menunjukkan bahwa nilai kuis siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol mencapai angka ketuntasan lebih dari 60%. Dengan demikian siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat melanjutkan pembelajaran untuk siklus pembelajaran berikutnya.

Tabel 4 Deskripsi Data Nilai Kuis Siswa pada Fase *Evaluation* selama Pembelajaran untuk Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol pada Pertemuan II

Hasil tes	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
0,00-67	2 siswa	3 siswa
68-100	30 siswa	31 siswa
Jumlah siswa	32 siswa	34 siswa
Nilai tertinggi	95,00	98,00
Nilai terendah	30,00	55,00
Rata-rata kelas	80,63	81,18
% ketuntasan	93,75%	91,18%

Tabel 5 Deskripsi Data Nilai Kuis Siswa pada Fase *Evaluation* selama Pembelajaran untuk Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol pada Pertemuan III

Hasil tes	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
0,00-67	0 siswa	4 siswa
68-100	32 siswa	30 siswa
Jumlah siswa	32 siswa	34 siswa
Nilai tertinggi	100,00	100,00
Nilai terendah	80,00	60,00
Rata-rata kelas	92,13	87,06
% ketuntasan	100%	88,23%

Hasil belajar siswa

Hasil belajar kognitif siswa

Data hasil belajar kognitif siswa meliputi data nilai kemampuan awal siswa pada materi ikatan kimia dan data nilai ulangan harian pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit.

Nilai kemampuan awal siswa

Data nilai kemampuan awal siswa diperoleh dari nilai ulangan harian materi ikatan kimia. Hasil uji normalitas data nilai kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Normalitas Data Nilai Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Nilai Rata-rata	Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i>		Kesimpulan
		Standar Deviasi	Nilai Signifikansi	
Eksperimen	64,840	11,179	0,591	Normal
kontrol	65,150	9,730	0,592	Normal

Hasil uji homogenitas data nilai kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Uji Homogenitas Data Nilai Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Nilai Rata-rata	Nilai Signifikansi	Kesimpulan
Eksperimen	64,850	0,215	Homogen
Kontrol	65,150		

Hasil uji kesamaan dua rata-rata data nilai kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Uji Kesamaan Dua Rata-rata Data Nilai Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Jumlah Siswa	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi	Nilai Signifikansi	Kesimpulan
Eksperimen	32,000	64,850	11,179	0,907	Tidak terdapat perbedaan kemampuan awal siswa
Kontrol	34,000	65,150	9,730		

Berdasarkan Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa kedua sampel memiliki kemampuan awal yang sama.

Nilai ulangan harian siswa

Hasil belajar kognitif siswa diperoleh dari hasil ulangan harian pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Deskripsi data nilai ulangan harian siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Deskripsi Data Nilai Ulangan Harian Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Deskriptif	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Rata-rata	73,06	65,41
Jumlah siswa	32 siswa	34 siswa
Nilai tertinggi	100,00	92,00
Nilai terendah	48,00	40,00

Hasil uji normalitas data nilai ulangan harian siswa dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Uji Normalitas Data Nilai Ulangan Harian Siswa

Kelas	Nilai Rata-rata	Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i>		Kesimpulan
		Standar Deviasi	Nilai Signifikansi	
Eksperimen	73,060	12,547	0,947	Normal
Kontrol	65,410	13,922	0,694	Normal

Hasil uji homogenitas data nilai ulangan harian siswa dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Uji Homogenitas Data Nilai Ulangan Harian Siswa

Kelas	Nilai Rata-rata	Nilai Signifikansi	kesimpulan
Eksperimen	73,060	0,365	Homogen
Kontrol	65,410		

Hasil uji-t dua pihak data nilai ulangan harian siswa dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Uji-t Dua Pihak Data Nilai Ulangan Harian Siswa

Variabel	Nilai Rata-rata		Uji-t Nilai Signifikansi	Kesimpulan
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol		
Hasil belajar	73,06	65,41	0,02	Terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa

Tabel 12 dapat menunjukkan bahwa hipotesis penelitian (H_1) diterima. Jadi, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan hasil belajar kognitif antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write (TTW)* dengan siswa yang dibelajarkan dengan *Learning Cycle 5E*

Data hasil belajar afektif siswa

Data hasil belajar afektif siswa diperoleh selama proses pembelajaran sebanyak tiga kali, mulai dari RPP I, II, dan III. Data nilai hasil belajar afektif siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat dalam Tabel 13.

Tabel 13 Data Nilai Hasil Belajar Afektif Siswa pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.

No	Kriteria	Kelas Eksperimen Persentase(%)	Kelas Kontrol Persentase(%)

1	Sangat baik	41,00	38.22
2	Baik	44,00	54.42
3	Cukup	13,00	7.35
4	kurang	3,00	8.82

Persentase rata-rata hasil belajar afektif siswa pada setiap pertemuan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 13 dan Tabel 14 menunjukkan bahwa hasil belajar afektif siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*.

Tabel 14 Persentase Rata-rata Hasil Belajar Afektif Siswa pada Setiap Pertemuan.

Pertemuan	Rata-Rata Hasil Belajar Afektif (%)	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
1	85,31	84,00
2	87,18	85,00
3	87,81	86,00
Rata-rata	86,76	85,00

Data motivasi belajar siswa

Motivasi belajar diperoleh dari angket motivasi belajar yang diberikan kepada siswa. Data motivasi belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Data Motivasi Belajar Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas	Sangat Termotivasi (STT)	Tidak Termotivasi (TT)	Termotivasi (T)	Sangat Termotivasi (ST)
Eksperimen	0 %	9,38 %	15,63 %	75 %
Kontrol	0 %	14,7. %	38,7 %	47,05 %

Perbandingan rata-rata persentase dari keempat indikator yang mempengaruhi motivasi belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16 Perbandingan Rata-Rata Persentase dari Keempat Indikator yang Mempengaruhi Motivasi Belajar Siswa

Indikator Mempengaruhi	yang Motivasi	Rata-rata Persentase (%)	
		Eksperimen	Kontrol

Belajar		
<i>Attention</i> (perhatian)	82,90	71,00
<i>Convidence</i> (Kepercayaan diri)	82,20	67,40
<i>Satisfaction</i> (kepuasan)	84,08	73,80
<i>Relevance</i> (kesesuaian)	81,60	73,00
Rata-rata	82,70	80,47

Tabel 16 menunjukkan bahwa perbandingan rata-rata persentase dari keempat indikator pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*.

PEMBAHASAN

Model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, dan *Learning Cycle 5E* dari ketiga pertemuan mengalami peningkatan persentase keterlaksanaan pembelajaran. Hal ini karena ada perbaikan kegiatan pembelajaran dari pertemuan sebelumnya. Persentase keterlaksanaan pembelajaran pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, dan *Learning Cycle 5E* juga didapatkan nilai kuis pada fase *evaluation*. Ketuntasan nilai kuis pada fase *evaluation* pertemuan I-III bagi siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* mencapai rata-rata diatas 60%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya dan keterlaksanaan pembelajaran pada kedua kelas tergolong baik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar kognitif materi larutan elektrolit dan non elektrolit antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X}=65,41$), dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW) ($\bar{X}=73,06$). Perbedaan tersebut karena pembelajaran dengan menggunakan model *Learning Cycle 5E* pada fase *elaboration*, siswa dikelompokkan tidak berpola dan setiap kelompok mengumpulkan satu lembar kerja siswa sebagai perwakilan tugas kelompok, hal ini menyebabkan beberapa siswa aktif berdiskusi, sedangkan siswa lainnya pasif. Pembelajaran dengan model *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, pada fase *elaboration* digunakan model pembelajaran *Think Talk Write* sehingga siswa belajar di dalam kelompok berpola yang setiap tahap pembelajarannya dapat membantu siswa untuk memahami materi. Pada tahap *Think* siswa mengerjakan soal secara individu, sehingga siswa tidak bergantung dalam kelompok dan memiliki tanggung jawab untuk mengerjakan soal yang diberikan sesuai dengan pemahamannya. Tahap *Talk* memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengkomunikasikan jawaban dan berdiskusi dalam kelompok. Pada tahap *Write* siswa secara individu mengorganisasikan hasil diskusi dari beragam

gagasan, ide, pendapat, atau pikiran ke dalam bentuk tulisan sehingga diperoleh kesimpulan yang dituliskan dalam lembar kerja siswa dan dikumpulkan secara individu. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hasil penelitian ini didukung dengan oleh Istyadi [5,7] yang menjelaskan bahwa hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Group Investigation* lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dipadu dengan metode kooperatif dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hasil belajar afektif menunjukkan bahwa bahwa siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X}$ =86,76) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X}$ =85,00). Hasil belajar afektif dalam penelitian sesuai dengan pernyataan Dasna dan Sutrisno [6,89] yang menyatakan bahwa penerapan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* dalam pembelajaran dapat meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar siswa. Slavin [7,37] menyatakan bahwa perilaku yang diperlihatkan di dalam kelompok Kooperatif lebih berkembang daripada yang dapat mereka tunjukkan sebagai individu. Perbedaan hasil belajar afektif siswa ini karena pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, di tahap *Think* siswa memiliki tanggung jawab secara individu untuk menjawab soal. Pada tahap *Talk*, siswa aktif bekerjasama untuk mendiskusikan jawabannya. Pada tahap *Write*, siswa secara individu diberi kesempatan untuk menuliskan kesimpulan dari hasil diskusi dengan bahasanya sendiri. Pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E* kegiatan tersebut tidak diperoleh siswa.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* memiliki motivasi lebih tinggi karena tanggung jawab individu pada tahap *Think* dan *Write* mengharuskan siswa untuk mempersiapkan diri sebaik mungkin agar dapat memperoleh prestasi belajar yang baik. Empat indikator yang mempengaruhi motivasi belajar siswa yaitu *attention* (perhatian), *confidence* (kepercayaan diri), *satisfaction* (kepuasan), dan *relevance* (kesesuaian). Pada indikator *attention* (perhatian) menunjukkan bahwa motivasi belajar yang dipengaruhi oleh indikator perhatian terhadap pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X}$ =82,90) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X}$ =71,00). Perbedaan ini disebabkan pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* siswa menyadari pentingnya memperhatikan setiap proses pembelajaran agar dapat mengerjakan soal secara individu pada tahap *think* di fase *elaboration*. Pada model

pembelajaran *Learning Cycle 5E*, siswa bekerja dalam kelompok tidak berpola di fase *elaboration* sehingga terjadi ketergantungan dalam kelompok yang menyebabkan perhatian siswa terhadap pembelajaran berkurang.

Pada indikator *confidence* (kepercayaan diri) menunjukkan bahwa motivasi belajar yang dipengaruhi oleh indikator kepercayaan diri pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X}=82,20$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X}=67,40$). Perbedaan ini disebabkan pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, siswa mengerjakan soal pada tahap *Think* di fase *elaboration* secara individu dan mengemukakan pendapatnya dalam diskusi kelompok pada tahap *Talk* sehingga memberikan peluang kepada guru untuk memberikan pujian kepada siswa yang aktif. Menurut Sardiman [8,92] pemberian pujian akan meningkatkan motivasi belajar dan rasa percaya diri siswa. Pada indikator *satisfaction* (kepuasan) menunjukkan bahwa motivasi belajar yang dipengaruhi oleh indikator kepuasan terhadap pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X}=84,08$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X}=73,80$). Perbedaan ini disebabkan pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, siswa dapat mengemukakan pendapatnya secara individu dalam bentuk lisan maupun tulisan pada fase *elaboration* sehingga memberikan peluang kepada guru untuk memberikan pujian kepada siswa. Pujian akan memberikan rasa puas dalam diri siswa. Hal ini sesuai dengan pernyataan Keller [9,3] bahwa strategi yang dapat meningkatkan indikator *satisfaction* yaitu dengan memberikan pujian kepada siswa. Hasil analisis data pada indikator *relevance* (kesesuaian) menunjukkan bahwa motivasi belajar yang dipengaruhi oleh indikator kesesuaian atau keterkaitan terhadap pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{X}=81,60$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{X}=73,00$). Perbedaan ini disebabkan pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write*, siswa terlebih dahulu harus memahami setiap materi yang dibelajarkan agar dapat mengerjakan soal pada tahap *Think* di fase *elaboration* secara individu. Dengan demikian siswa berfikir bahwa terdapat keterkaitan dalam setiap proses pembelajaran terhadap prestasinya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Moeslichatoen [10,23] bahwa salah satu faktor yang dapat memotivasi siswa dalam belajar adalah kebutuhan untuk berprestasi. Pada model pembelajaran *Learning Cycle 5E*, siswa bekerja dalam kelompok tidak berpola di fase *elaboration* sehingga tanggung jawab individu lebih kecil karena terdapat siswa yang dominan aktif. Hal ini menyebabkan kurangnya kesadaran terhadap keterkaitan dalam setiap proses pembelajaran.

Hasil keterlaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol ternyata memiliki kriteria yang sama yaitu sangat baik, akan tetapi hasil belajar dan motivasi belajar pada kelas

eksperimen dan kelas kontrol ternyata berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan oleh perbedaan model pembelajaran, bukan karena perbedaan keterlaksanaan pembelajaran

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut; (1) keterlaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* memiliki rata-rata sebesar 89,53% dan hasil keterlaksanaan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* memiliki rata-rata sebesar 89,06%, (2) ada perbedaan hasil belajar kognitif materi larutan elektrolit dan non elektrolit antara siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* (TTW), dan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E*. Rata-rata nilai hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{x}=73,06$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x}=65,41$). Hasil belajar afektif siswa yang dibelajarkan menggunakan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{x}=86,76$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x}=85,00$), (3) motivasi belajar pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E-Think Talk Write* ($\bar{x}=82,70$) lebih tinggi daripada motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Learning Cycle 5E* ($\bar{x}=80,47$).

DAFTAR PUSTAKA

- Maikristina, Nanda. 2013. *Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI IPA SMAN 3 Malang pada Materi Hidrolisis Garam*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA UM.
- Dasna, I Wayan & Sutrisno. 2006. *Model-Model Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pembelajaran Sains Kimia*. Malang: FMIPA UM.
- Sunyoto, H. & Fitriatien, Sri Rahmawati. 2011. *Penerapan Strategi TTW (Think Talk Write) untuk Meningkatkan Komunikasi Matematika dan Penalaran Siswa pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Kelas X TITL SMKN 2 Bangkalan*. Makalah yang Disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Matematika. Surabaya, 09 Juli 2011. Dalam Digilib Unipasby, (Online), ([Http:// Digilib.Unipasby.Ac.Id/Download.Php?Id=376](http://Digilib.Unipasby.Ac.Id/Download.Php?Id=376)), diakses 21 Agustus 2014.
- Fahmiarsyad, Harits. 2014. *Penerapan Model Pembelajaran Think Talk Write untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Mata Pelajaran Geografi Siswa Kelas XI-IPS SMA Negeri 1 Tumpang Kabupaten Malang*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FIS IM.
- Listiawan, Dwi. 2012. *Penerapan Strategi Pembelajaran Think Talk Write untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Biologi Siswa Kelas VII di SMP Negeri 22 Surakarta Tahun Pelajaran 2010/2011*. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: FKIP UNS.
- Istiyadji. M. 2007. *Penerapan Paduan Model Pembelajaran Learning Cycle dengan Kooperatif Group Investigation untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Siswa SMA pada Materi Pokok Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Slavin, Robert. E. 2005. *Cooperative Learning Teori dan Praktek*. Bandung: Nusa Media.
- M, Sardiman A. 2007. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Raja Grafindo

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

Persada.

- Keller, J. M. 2000. *How to Integrate Learner Motivation Planning into Lesson Planning: The ARCS Model Approach*. Makalah dipresentasikan pada seminar VII, Santiago, Cuba, February 2000. Dalam Stephanie Magleby database, (Online), (<http://ocw.metu.edu.tr/pluginfile.php/8620/modresource/content/1Keller%20Development%20%20Use%20of%20ARCS.pdf>), diakses 26 Agustus 2013.
- Moeslichatoen. 1993. *Motivasi dalam Proses Belajar Mengajar*. Malang: Proyek OPF.

**PENGARUH METODE INKUIRI TERBIMBING DAN *PROBLEM SOLVING* SERTA
KEMAMPUAN BERFIKIR ILMIAH TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA
MATERI KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN**

Rendy Priasmika^a, Subandi^b, Aman Santoso^c

Progam Studi Pendidikan Kimia S2, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.5, Malang, Jawa Timur

E-mail: rendy.priasmika@gmail.com

ABSTRAK: Materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) mencakup konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dan membutuhkan kemampuan operasi matematika, sehingga siswa SMA masih sering kesulitan untuk menguasainya. Sementara itu pembelajaran kimia selama ini masih cenderung menggunakan metode ceramah, sehingga kemampuan berfikir ilmiah siswa rendah. Pembelajaran seperti itu belum dapat mendorong siswa untuk mengembangkan Kemampuan Berpikir Ilmiah (KBI) dan siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep-konsep materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Diduga metode pembelajaran inkuiri terbimbing dan *Problem Solving* dapat mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menguji : (1) perbandingan hasil belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*; (2) perbandingan hasil belajar antara siswa yang mempunyai kemampuan berpikir ilmiah berbeda, baik pada kelas yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing maupun pada kelas yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu dengan desain faktorial 2x2. Populasi penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri Pronojiwo Lumajang. Sampel penelitian adalah siswa kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 SMA Negeri Pronojiwo Lumajang yang diambil dengan teknik *nonprobability sampling* berdasarkan kemampuan awal yang sama. Skor KBI dikumpulkan menggunakan tes berfikir ilmiah (TBI) yang diterjemahkan dari *Classroom Test Of Scientific Reasoning* (CTSR) yang disusun oleh Lawson. Tes tersebut terdiri dari 24 item soal dengan nilai koefisien reliabilitas sebesar 0,74. Data hasil belajar diperoleh dari tes akhir materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Tes tersebut berupa 22 soal pilihan ganda dengan nilai koefisien reliabilitas sebesar 0,71 dan validitas isi sebesar 93,17%. Analisis data menggunakan uji ANOVA Two Ways pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) ada perbedaan hasil belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan metode pembelajaran inkuiri terbimbing dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan dengan metode pembelajaran *Problem Solving*. Hasil belajar siswa pada kelas inkuiri terbimbing lebih baik dibandingkan dengan kelas *Problem Solving*; (2) ada perbedaan hasil belajar antara siswa yang mempunyai kemampuan berpikir ilmiah berbeda, baik pada kelas inkuiri terbimbing maupun pada kelas *Problem Solving*. Pada kelas inkuiri terbimbing siswa dengan KBI tinggi memiliki nilai hasil belajar yang lebih tinggi, tetapi pada kelas *Problem Solving* perbedaan KBI tidak mempengaruhi hasil belajar.

Kata Kunci: inkuiri terbimbing, *problem solving*, kemampuan berpikir ilmiah, hasil belajar.

ABSTRACT: Material solubility and solubility product (K_{sp}) covers chemistry concepts that are abstract and require math operations capabilities, so that high school students still often difficult to master. While the chemistry learning during these still tend to use the lecture method, so that the scientific reasoning skills is low. Such learning can not encourage students to develop the the Scientific Reasoning Skills (SRS) and students have difficulty in learning the concepts of matter

solubility and solubility product (K_{sp}). Allegedly guided inquiry learning methods and Problem Solving these problems can be overcome. This study aims to examine: (1) comparison of learning outcomes among students that learned with guided inquiry method in comparison with the students that learned the method of problem solving; (2) comparison of learning outcomes among students with different the scientific reasoning skills both in the classroom that learned with guided inquiry method or class that learned the method of Problem Solving. This study used a quasi-experimental design with a 2x2 factorial design. The study population were students of class XI IPA SMAN Pronojiwo Lumajang. The samples were students of class XI IPA 1 and XI IPA 2 SMA Pronojiwo Lumajang taken with nonprobability sampling technique based on the same initial ability. SRS scores were collected using the scientific reasoning skills test translated from the Classroom Of Scientific Reasoning Test (CTSR) compiled by Lawson. The test consists of 24 items about the value of reliability coefficient of 0.74. The data obtained from the test results of the final study material solubility and solubility product (K_{sp}). The test is in the form of 22 multiple choice questions with value of reliability coefficient of 0.71 and the validity of the content of 93.17%. Analysis of data using ANOVA Two Ways at the 5% significance level. The results showed that (1) there is a difference between the learning outcomes of students that learned with guided inquiry learning method in comparison with the students that learned the learning method problem solving. Student learning outcomes in class guided inquiry better than the class of problem solving; (2) there are differences in learning outcomes between students with different SRS, either in class or in guided inquiry problem solving class. In the class of guided inquiry SRS students with high value learning outcomes are higher, but the problem solving class SRS difference did not affect learning outcomes.

Keywords: guided inquiry, problem solving, scientific reasoning skills, learning outcomes

PENDAHULUAN

Materi pelajaran kimia di SMA banyak berisi konsep-konsep yang cukup sulit untuk dapat dipahami siswa karena menyangkut reaksi-reaksi kimia, hitungan-hitungan, dan konsep-konsep yang bersifat abstrak. Hal tersebut berdampak pada pembelajaran materi kimia dimana siswa sering mengalami hambatan dalam memahami konsep-konsep kimia, terutama materi yang mengandung konsep bersifat abstrak, perlu konsep lain yang mendasarinya serta ketidaktahuan siswa akan manfaat dari konsep tersebut dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu adanya kecenderungan pembelajaran kimia di SMA selama ini hanya mementingkan penyelesaian target bahan ajar tanpa memperhatikan aspek-aspek lain, sehingga menambah kesulitan siswa dalam mempelajari materi kimia dengan baik dan benar yang salah satunya adalah materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}).

Tacettin dan Canpolat (2003) mengemukakan bahwa materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) mempunyai karakteristik konkrit, abstrak, dan algoritmik. Pada materi tersebut ada beberapa konsep seperti kesetimbangan kelarutan, kation, anion, ion senama, dan lain-lain. Konsep-konsep tersebut mempunyai karakteristik abstrak sebab berhubungan dengan ion, molekul dan reaksi kesetimbangan yang tidak dapat dilihat secara kasat mata. Selain itu, materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) juga berkarakteristik algoritmik yang pemahamannya membutuhkan kemampuan operasi matematika, misalnya menghitung kelarutan, menghitung K_{sp} , dan

membandingkan nilai K_{sp} dengan nilai Q_c . Hal ini menunjukkan bahwa konsep materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) bersifat kompleks yang menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi ini.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sebagian siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Tacettin dan Canpolat (2003) mengemukakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membedakan larutan tak jenuh, larutan jenuh dan lewat jenuh. Stevens (2000) yang menemukan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam memprediksi pengendapan yang terjadi jika larutan $NiCl_2$ ditambah dengan ion hidroksida. Onder dan Geban (2006) menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami keadaan dinamis setelah kesetimbangan larutan tercapai dan kesulitan menyelesaikan soal-soal K_{sp} . Cacciatore, *et al.*, (2008) menemukan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menghitung nilai K_{sp} dari hasil percobaan. Nisak (2010) mengungkapkan bahwa 45,2% siswa SMA Laboratorium UM mengalami kesulitan dalam menentukan kelarutan senyawa dan 75,5% siswa mengalami kesulitan dalam menentukan kelarutan zat dalam larutan yang mengandung ion senama. Berdasarkan hasil-hasil penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan memahami konsep-konsep dalam materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}).

Fakta di sekolah selama ini menunjukkan bahwa dalam proses belajar mengajar pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) guru cenderung mengajar dengan metode konvensional (ceramah dan diskusi). Penelitian yang dilakukan oleh Sudirman (2010) dan Zahri (2010) menunjukkan bahwa sebagian besar guru cenderung menggunakan model pembelajaran konvensional dalam mengajarkan materi kimia sehingga tingkat penalaran dan pemahaman konsep siswa kurang baik. Kondisi tersebut mengakibatkan siswa cenderung lemah dalam memahami konsep-konsep untuk menyelesaikan permasalahan materi kimia, sehingga siswa menjadi pasif dan kurang antusias dalam pembelajaran. Selain itu pembelajaran di sekolah pada umumnya masih mengutamakan perolehan hasil belajar kognitif daripada proses pembelajaran itu sendiri.

Kebanyakan guru mengabaikan pemahaman konsep siswa pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) dan guru lebih mengutamakan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah hitung yang memerlukan operasi matematika. Nurrenben dan Pickering (1987); Nakhleh dan Mitchell (1993) menyebutkan bahwa guru menganggap siswa yang mampu menggunakan operasi matematika berarti sudah memahami konsep kimia dengan baik. Pada kenyataannya, banyak siswa yang dapat menyelesaikan masalah/soal kimia tetapi belum memahami konsep dengan baik (Sawrey, 1990 ; Cardellini, 2006), sehingga diperlukan suatu metode pembelajaran yang sesuai untuk mengatasi kesulitan-kesulitan siswa tersebut.

Kesulitan-kesulitan yang dialami siswa dalam mempelajari materi kimia menuntut siswa untuk memiliki kemampuan yang baik dalam mempelajarinya. Effendy (2002) menyebutkan

beberapa kemampuan tersebut, diantaranya adalah kemampuan berpikir formal, kemampuan menghafal rumus senyawa kimia, dan kemampuan melakukan operasi matematika. Pendapat lain ditambahkan oleh Lawson (2000), Coletta & Phillip (2005), dan Nnorom (2013) yang menyatakan bahwa kemampuan berpikir ilmiah juga dibutuhkan dalam memahami sains atau IPA, sehingga kemampuan ini diperlukan untuk mempelajari kimia terkait bahwa kimia merupakan bagian dari sains atau IPA.

Kemampuan berpikir ilmiah merupakan keterampilan kognitif yang dibutuhkan untuk memahami dan mengevaluasi informasi sains (Bao, *et al.*, 2009:1). Menurut (Lawson, 2000) kemampuan ini memiliki ciri-ciri yang ditandai beberapa kemampuan, yaitu memahami masalah yang berhubungan dengan konservasi, melakukan penalaran proposional, memahami masalah yang berhubungan dengan pengontrolan variabel, menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan probabilitas, melakukan penalaran korelasi, dan penalaran *hypotetico deductive*. Lawson (2000) menambahkan penalaran *hypotetico deductivo* menjadi pembeda antara kemampuan berpikir ilmiah dan kemampuan berpikir formal. Beberapa ciri-ciri kemampuan kemampuan berpikir ilmiah merupakan bagian dari ciri-ciri kemampuan dalam berpikir formal. Oleh karena itu kemampuan berpikir ilmiah yang tinggi umumnya dimiliki oleh siswa yang telah mencapai tingkat berpikir formal (Colleta, 2013).

Salah satu metode pembelajaran alternatif yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) untuk mengatasi permasalahan dan kesulitan belajar siswa adalah inkuiri. Inkuiri merupakan strategi yang tepat untuk mengajarkan sains (Cacciatore, *et al.*, 2008). Pembelajaran inkuiri merupakan suatu rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berfikir secara kritis dan analisis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan (Sanjaya, 2011:196). Aktivitas inkuiri dapat berupa inkuiri terbuka (*open inquiry*) dan inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) (Sadeh, 2009). Inkuiri terbimbing dirasa lebih tepat diterapkan untuk siswa SMA karena mereka belum memiliki bekal pengetahuan yang cukup untuk melaksanakan inkuiri secara terbuka. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Pavelich & Abraham (1979) dalam Effendy (1985: 7) bahwa mahasiswa tingkat satu belum memiliki bekal yang cukup baik, yang berupa konsep-konsep maupun teknik-teknik kerja di laboratorium, untuk melaksanakan inkuiri secara terbuka.

Metode pembelajaran lain (K_{sp}) yang dapat diajukan dalam pembelajaran materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) yaitu *Problem Solving*. Langkah-langkah dalam metode pembelajaran *Problem Solving* menurut Polya (2004) yaitu memahami masalah, merencanakan rancangan pemecahan, melaksanakan rencana dan mereview. Lyle & Robinson (dalam Rahayu, 2001) menyebutkan bahwa metode pembelajaran *Problem Solving* dalam ilmu kimia merupakan proses yang meliputi gabungan dari pengetahuan dasar dan keterampilan dasar. Metode pembelajaran *Problem Solving* dapat diaplikasikan dalam pembelajaran materi kelarutan dan hasil kali kelarutan

(K_{sp}) sesuai pendapat (Cardellini, 2006) bahwa dalam *Problem Solving* tidak hanya membutuhkan kemampuan dalam operasi matematika ataupun pengetahuan yang dimiliki, tetapi juga membutuhkan kemampuan menganalisis, merencanakan dan mengevaluasi hingga membuat kesimpulan. Oleh sebab itu, penerapan metode pembelajaran *Problem Solving* diharapkan dapat mengembangkan proses berpikir siswa sehingga hasil belajar dan kemampuan berfikir ilmiah siswa dapat meningkat.

Penelitian tentang inkuiri terbimbing dan *Problem Solving* telah dilakukan secara terpisah oleh Agustina (2009) pada materi laju reaksi dan Mustapa (2009) pada materi ikatan ionik. Hasil penelitian menyebutkan bahwa kedua metode tersebut efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui metode pembelajaran yang lebih efektif antara inkuiri terbimbing dengan *Problem Solving* ditinjau dari kemampuan berfikir ilmiah siswa pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}).

METODE PENELITIAN

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan eksperimen semu *non equivalent control group design* yang melibatkan dua kelas eksperimen yang digunakan sebagai sampel penelitian. Satu kelas eksperimen diberi perlakuan dengan menggunakan metode inkuiri terbimbing dan kelas eksperimen lainnya menggunakan metode *Problem Solving*. Rancangan penelitian eksperimen semu digunakan untuk membandingkan hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dengan metode *Problem Solving*. Pembelajaran ini juga dikenakan pada siswa dengan kemampuan berpikir ilmiah (KBI) berbeda, yaitu siswa yang berkemampuan berpikir ilmiah tinggi (KBIT) dan siswa berkemampuan berpikir ilmiah rendah (KBIR). Penelitian ini menggunakan rancangan faktorial 2 x 2 karena berkaitan dengan 2 variabel bebas yaitu metode pembelajaran dan kemampuan berpikir ilmiah. Variabel metode pembelajaran meliputi kelas inkuiri terbimbing dan kelas *Problem Solving*. Variabel kemampuan berpikir ilmiah terdiri dari kelompok kemampuan berpikir ilmiah tinggi (KBIT) dan kelompok kemampuan berpikir ilmiah rendah (KBIR). Rancangan penelitian yang digunakan seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rancangan Faktorial 2 x 2

Kemampuan Berpikir Ilmiah	Metode Pembelajaran	
	Inkuiri Terbimbing	<i>Problem Solving</i>
Tinggi	O ₁	O ₃
Rendah	O ₂	O ₄

Keterangan :

O₁ : skor hasil belajar kelompok kemampuan berpikir ilmiah tinggi yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing

O₂ : skor hasil belajar kelompok kemampuan berpikir ilmiah rendah yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing

O₃ : skor hasil belajar kelompok kemampuan berpikir ilmiah tinggi yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*

O₄ : skor hasil belajar kelompok kemampuan berpikir ilmiah rendah yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*

Peneliti mengumpulkan dan mengolah data kemampuan awal siswa dari dua kelas untuk uji prasyarat. Peneliti bertindak sebagai guru yang melakukan pembelajaran dengan menggunakan metode inkuiri terbimbing dan *Problem Solving* untuk kedua kelas eksperimen. Peneliti mengumpulkan dan mengolah data kemampuan awal siswa dan data kemampuan berfikir ilmiah (KBI) siswa dari dua kelas untuk uji prasyarat.. Peneliti melaksanakan tes akhir setelah semua materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) disampaikan untuk mengukur hasil belajar siswa. Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri Pronojiwo Lumajang tahun ajaran 2014/2015 yang terdiri dari 2 kelas yaitu XI IPA 1 dan XI IPA 2 yang akan mendapat materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Oleh karena jumlah populasi relatif kecil maka digunakan teknik sampling jenuh dimana semua anggota populasi dijadikan sampel.

Data penelitian yang dikumpulkan adalah skor hasil belajar siswa setelah siswa menerima semua materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Instrumen tes yang digunakan untuk mengukur hasil belajar berbentuk pilihan ganda berjumlah 22 item soal. Penelitian ini bertujuan untuk menguji : (1) perbandingan hasil belajar antara siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*; (2) perbandingan hasil belajar antara siswa yang mempunyai kemampuan berpikir ilmiah berbeda, baik pada kelas yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing maupun pada kelas yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*. Uji hipotesis menggunakan Analisa Varian (ANOVA) *Two Ways* dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$ dengan bantuan program *SPSS 16 for Windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data kemampuan awal siswa dalam penelitian ini diperoleh dari nilai ulangan harian materi sebelumnya yaitu hidrolisis garam. Data kemampuan awal ini berfungsi untuk mengetahui sampel penelitian mempunyai kemampuan awal yang sama atau tidak dalam menerima pelajaran kimia. Tabel 2 menjabarkan data kemampuan awal siswa kelas XI IPA 1 atau kelas inkuiri terbimbing dan kelas XI IPA 2 atau kelas *Problem Solving*.

Tabel 2. Data Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Jumlah Siswa	Mean	Minimum	Maximum
Inkuiri Terbimbing	22	67,45	52	88
<i>Problem Solving</i>	23	65,56	52	84

Uji normalitas, homogenitas dan kesamaan dua rata-rata dilakukan pada data kemampuan awal siswa kelas inkuiri terbimbing dan kelas *Problem Solving*. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data kemampuan awal kelas inkuiri terbimbing dan kelas *Problem Solving* terdistribusi normal dengan taraf signifikansi $> 0,05$. Pada uji homogenitas data kemampuan awal kedua kelas eksperimen tergolong data yang homogen dengan nilai *Levene Statistics* sebesar 0,098. Hasil uji kesamaan dua rata-rata menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara kemampuan awal antara kelas inkuiri terbimbing dengan kelas *Problem Solving* dengan taraf signifikansi $> (0,05)$.

Data kemampuan berfikir ilmiah siswa dalam penelitian ini diperoleh dari nilai tes Kemampuan Berfikir Ilmiah (KBI). Tabel 3 menjabarkan data kemampuan berfikir ilmiah siswa kelas inkuiri terbimbing dan siswa kelas *Problem Solving*.

Berdasarkan hasil skor tes kemampuan berpikir ilmiah siswa selanjutnya siswa dikelompokkan ke dalam kelompok kemampuan berpikir ilmiah tinggi (KBIT) dan kelompok kemampuan berpikir ilmiah rendah (KBIR). Siswa dengan skor tes kemampuan berpikir ilmiah sama dengan atau di atas rata-rata skor kelas dikelompokkan ke dalam kelompok KBIT. Siswa dengan skor tes berpikir ilmiah di bawah rata-rata skor kelas dikelompokkan ke dalam kelompok KBIR.

Tabel 3. Data Skor Kemampuan Berfikir Ilmiah (KBI) Siswa

Kelas	KBI	Jumlah Siswa	Mean	Skor Minimum	Skor Maksimum
Inkuiri Terbimbing	tinggi	12	43,56	29,17	54,17
	rendah	10			
<i>Problem Solving</i>	tinggi	13	44,57	29,17	58,33
	rendah	10			

Uji normalitas, homogenitas dan kesamaan dua rata-rata dilakukan pada data kemampuan berfikir ilmiah baik pada siswa kelas inkuiri terbimbing maupun pada siswa kelas *Problem Solving*. Hasil uji normalitas menunjukkan kelas inkuiri terbimbing dan kelas *Problem Solving* untuk semua kelompok KBI nilai signifikansinya $> 0,05$ yang berarti seluruhnya terdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji homogenitas dengan *Levene Statistics*, diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$, sehingga kedua kelas mempunyai KBI yang sama atau homogen. Hasil uji kesamaan dua rata-rata diperoleh nilai signifikansi $> 0,05$ sehingga rata-rata skor KBI untuk kedua kelas tidak ada perbedaan yang berarti.

Hasil belajar siswa diperoleh dari hasil tes harian materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Tabel 4 menunjukkan deskripsi data hasil belajar siswa kelas inkuiri terbimbing dan kelas *Problem Solving*.

Tabel 4. Data Hasil Belajar Kelas Inkuiri Terbimbing Dan Kelas *Problem Solving*

Kelas	Kemampuan Berfikir Ilmiah	Jumlah Siswa	Mean	Rerata	Skor	
					Minimum	Maksimum
Inkuiri Terbimbing	KBIT	12	72,83	71,50	64	91
	KBIR	10	70		59	82
<i>Problem Solving</i>	KBIT	13	67,46	67,35	59	82
	KBIR	10	67,20		50	82

Berdasarkan tabel 4 diketahui bahwa nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas inkuiri terbimbing lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas *Problem Solving*. Nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas inkuiri terbimbing kelompok KBIT lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata siswa kelompok KBIR. Nilai rata-rata hasil belajar siswa kelas *Problem Solving* kelompok KBIT hampir sama dengan nilai siswa kelompok KBIR.

Uji prasyarat analisis juga dilakukan pada data hasil belajar siswa kelas inkuiri terbimbing dan kelas *Problem Solving* yang meliputi uji normalitas dan homogenitas dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data hasil belajar siswa kelas inkuiri terbimbing dan *Problem Solving* terdistribusi normal dengan taraf signifikansi $> 0,05$. Pada uji homogenitas data hasil belajar siswa untuk kedua kelas eksperimen tergolong data yang homogen dengan nilai *Levene Statistics* sebesar 0,467.

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas Hasil Belajar Siswa

Kelas	Kemampuan Berfikir Ilmiah	Normalitas p (sig)	Homogenitas P (sig)
Inkuiri Terbimbing	Tinggi	0,867	0,467
	Rendah	0,652	
<i>Problem Solving</i>	Tinggi	0,830	0,467
	Rendah	0,942	

Berdasarkan hasil uji prasyarat analisis yang sudah dilakukan sebelumnya, maka selanjutnya dapat dilakukan uji hipotesis dengan ANOVA Two Ways. Hasil uji ANOVA Two Ways ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Metode Pembelajaran dan Kemampuan Berfikir Ilmiah terhadap Hasil Belajar

Parameter	Dependent Variable	p (sig)	H ₁
Metode Belajar	Hasil Belajar	0,157	Diterima
Kemampuan Berfikir Ilmiah	Hasil Belajar	0,588	Diterima

Pengambilan keputusan dari uji hipotesis dilakukan dengan penerimaan atau penolakan H₁ pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Analisis data yang akan diuji meliputi (1) pengaruh metode

pembelajaran terhadap hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri Pronojiwo pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}); (2) pengaruh metode pembelajaran dengan kemampuan berfikir ilmiah (KBI) berbeda terhadap hasil belajar siswa kelas XI IPA SMA Negeri Pronojiwo pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}).

Pembahasan

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kemampuan berfikir ilmiah (KBI) siswa kelas inkuiri terbimbing sebesar 43,56 dengan nilai minimum 29,17 dan maksimum 54,17. Pada kelas *Problem Solving* nilai rata-rata kemampuan berfikir ilmiah (KBI) siswa sebesar 44,57 dengan nilai minimum 29,17 dan maksimum 58,33.

Seperti diketahui jumlah soal tes kemampuan berfikir ilmiah (KBI) sebanyak 24 soal dan jika dibandingkan jumlah jawaban benar tes KBI yang dapat dijawab siswa, baik siswa kelas inkuiri terbimbing atau siswa kelas *Problem Solving* tidak ada siswa yang mencapai kategori *Upper Formal*. Maka dapat disimpulkan siswa belum mencapai tahap berfikir formal, karena kemampuan berpikir ilmiah yang tinggi pada umumnya dimiliki oleh siswa yang telah mencapai tingkat berpikir formal (Colleta, 2013).

Deskripsi skor dan kriteria skor Tes Berfikir Ilmiah (TBI) menurut Lawson seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Kriteria Skor Tes Berpikir Ilmiah Berdasarkan Lawson

Skor	Persentase Siswa (%)	Kategori
0 – 9	28,9	<i>Concrete</i>
10 – 14	71,1	<i>Low formal</i>
15 – 19	0	<i>Upper formal</i>
20 – 24	0	<i>Post formal</i>

(Lawson, 2014)

Rendahnya persentase siswa yang termasuk dalam kategori formal dapat disebabkan beberapa hal diantaranya;

- Perolehan stimulasi intelektual anak dari lingkungan, baik yang berasal dari lingkungan keluarga maupun yang berasal dari lingkungan belajar atau sekolah. Lingkungan yang kurang menguntungkan anak akan memperlambat laju perkembangan berfikir formalnya, mungkin pada usia 15 – 20 tahun seperti yang dikemukakan oleh Long (dalam Ardhana, 1983) dan tidak pada usia antara 11 – 15 tahun seperti yang dikemukakan oleh Piaget.
- Pembelajaran yang dilakukan lebih menekankan pada aspek algoritmik dibandingkan aspek konseptual. Aktivitas pembelajaran yang lebih menekankan aspek algoritmik dapat diamati dari proses pembelajaran yang lebih mengutamakan penguasaan dalam melakukan operasi hitungan matematika. Pembelajaran yang lebih menekankan pada pengetahuan algoritmik hanya memerlukan proses berpikir mengingat, mendefinisikan, memahami, dan menerapkan (Zoller dan Pushkin, 2007). Pembelajaran yang mengutamakan pada aspek algoritmik termasuk proses

berpikir yang melibatkan proses kognitif rendah yang kurang merangsang perkembangan intelektual siswa.

Hasil belajar siswa diperoleh dari nilai tes akhir materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}). Jumlah soal tes sebanyak 24 item soal pilihan ganda dengan jenjang soal mulai C1 hingga C4. Seperti pada tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai hasil belajar siswa pada kelas inkuiri terbimbing sebesar 71,5, sedangkan kelas *Problem Solving* sebesar 67,35. Berdasarkan hasil uji hipotesis dengan ANOVA *Two Ways* seperti pada tabel 6, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan inkuiri terbimbing dengan siswa yang dibelajarkan dengan *Problem Solving* dengan taraf signifikansi $> (0,05)$. Hal ini ditunjukkan dengan rata-rata nilai hasil belajar materi kelarutan dan hasil kali kelarutan (K_{sp}) siswa kelas inkuiri terbimbing (71,5) lebih tinggi dibandingkan siswa kelas *Problem Solving* (67,35). Deskripsi tersebut menunjukkan bahwa metode inkuiri terbimbing mempunyai keunggulan dibandingkan metode *Problem Solving* untuk meningkatkan hasil belajar siswa.

Berdasarkan tabel 5 dapat diketahui bahwa siswa kelas inkuiri terbimbing kelompok KBIT mempunyai rata-rata nilai hasil belajar sebesar 72,83 sedangkan siswa kelompok KBIR mempunyai rata-rata nilai hasil belajar sebesar 70. Pada kelas *Problem Solving* siswa kelompok KBIT mempunyai rata-rata nilai hasil belajar sebesar 67,46, sedangkan siswa kelompok KBIR memiliki nilai rata-rata sebesar 67,20. Berdasarkan kategori KBI pada kelas inkuiri terbimbing siswa dengan KBIT mempunyai nilai rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan siswa dengan KBIR. Berbeda dengan kelas *Problem Solving*, siswa kelompok KBIT dan KBIR memiliki nilai rata-rata yang hampir sama. Secara umum nilai rata-rata hasil belajar siswa dengan kemampuan berfikir ilmiah berbeda (KBIT dan KBIR) pada kelas inkuiri terbimbing lebih tinggi dibanding kelas *Problem Solving*.

Hasil uji ANOVA *Two Ways* seperti pada tabel 6 menunjukkan bahwa: (1) ada perbedaan hasil belajar yang signifikan antara siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dengan siswa yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving*; (2) ada perbedaan hasil belajar siswa kelompok KBIT dengan siswa kelompok KBIR dengan nilai signifikansi $> (0,05)$. Oleh sebab itu, kemampuan berfikir ilmiah memiliki pengaruh terhadap hasil belajar siswa. Siswa dengan KBIT pada kelas inkuiri terbimbing cenderung mempunyai nilai hasil belajar lebih tinggi dibandingkan siswa dengan KBIR. Hasil penelitian ini mendukung hasil penelitian Cracolice, *et al.*, (2008) yang melaporkan bahwa siswa yang memiliki skor berpikir ilmiah tinggi memiliki skor lebih tinggi pada pelajaran kimia dibandingkan siswa yang memiliki skor berpikir ilmiah rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diulas sebelumnya, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut. Pembelajaran pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan

(K_{sp}):

1. Penerapan metode pembelajaran inkuiri terbimbing lebih efektif dibandingkan metode *Problem Solving*. Siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing memiliki nilai hasil belajar yang lebih tinggi (rata-rata 71,5) dibandingkan siswa yang dibelajarkan dengan metode *Problem Solving* (rata-rata 67,35).
2. Pada kelas inkuiri terbimbing siswa kelompok KBIT memiliki nilai hasil belajar (rata-rata 72,83) lebih baik dibandingkan hasil belajar siswa kelompok KBIR (rata-rata 67,2) sehingga KBI mempengaruhi hasil belajar. Pada kelas *Problem Solving* perbedaan KBI tidak mempengaruhi hasil belajar siswa yang dapat dilihat dari nilai hasil belajar kelompok KBIT (rata-rata 67,47) dan siswa kelompok KBIR (rata-rata 67,2).

DAFTAR PUSTAKA

- Stevens, K. E. 2000. *Journal Chemical Education*, vol 77 no 3, hal 327-328.
- Nnorm, N.R. 2013. *International Journal of Scientific & Enginering Research*, vol 14, no 12, hal 2102 -2104.
- Lawson, A. E. 1978. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 15, no 1, hal 11-24.
- Cacciatore, K.L., dkk. 2008. *Journal of Chemical Education*, vol 85, no 2, hal 251-253.
- Cardellini, L. 2006. *Chemistry Education Research and Practice*, vol 7, hal 131-140.
- Rahayu, S. 2001. *Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam dan Pengajarannya*, vol 31, no 2, hal 271-279.
- Coletta, V.P. (vcolleta@lmu.edu). 27 Agustus 2013. *Scientific Reasoning*. E-mail kepadaValency Femintasari (valency_87@yahoo.com).
- Lawson, A.E. (Anton.Lawson@asu.edu). 22 September 2014. *Scientific Reasoning*. E-mail kepada Andri Wahyu W (diaandri@gmail.com).
- Lawson, A.E. 2000. *Classroom Test of Scientific Reasoning*, (Online) (<http://lswweb.la.asu.edu/alawson/LawsonAssesments.htm>, diakses 21 Juni 2013).
- Coletta, V.P. & Phillips, J.A. 2005. *American Journal of Physics*, vol 73, no 12, hal 1172-1182.
- Nurrenben & Pickering, M. 1987. *Journal of Chemical Education*, vol 64, no 6, hal 508-510.
- Onder, I. & Geban, O. 2006. *Journal of education*, (Online), No. 30, diakses 1mei 2013).
- Tacettin & Canpolat. 2003. *Journal Chemical Education*, vol 80, no 11, hal 1328-1332.
- Sadeh, I. & Zion, M. 2009. *Journal of Research in Science Teaching*, vol 46, no 10, hal 1137-1160.
- Zoller, U. dan Pushkin, D. 2007. *Chemistry Education Research and Practice*, vol 8, no 2 hal 153-171.
- Bao, L., dkk. 2009. Learning and Scientific Reasoning. *Science*, 323,1-9.
- Lawson, A.E. 1995. *Science Teaching and The Development of Thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Polya, G. 2004. *How to Solve It* (John Conway, Ed). United State of America: Princenton University Press.
- Mustapa, K. 2009. *Efektivitas Pembelajaran Problem Posing dalam Meningkatkan Proses Belajar, Motivasi, dan Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kimia Dasar I FKIP Universitas Tadulako*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Sanjaya, W. 2011. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Media Group.
- Sudirman, P. 2010. *Pengaruh Pendekatan Inkuiri Terbuka dan Inkuiri Terbimbing Terhadap Kualitas Proses Dan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Asidi Alkalimetri Kelas XI Prodi Keahlian Analisis Kimia SMKN 1 Bontang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana UM.

- Agustina, R. 2013. *Efektivitas Pembelajaran Kimia Dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media Animasi Digital Terhadap Motivasi Dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Laju Reaksi*. Tesis tidak diterbitkan: PPS Universitas Negeri Malang.
- Zahri, F. 2010. *Pengaruh model pembelajaran Learning Cycle terhadap kualitas proses, hasil belajar dan retensi hasil belajar siswa pada materi pokok asam basa kelas XI IPA SMAN 1 Indrapuri Aceh Besar*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana UM.
- Nisak, K. 2010. *Identifikasi Kesulitan Belajar Siswa Kelas XI IPA Semester II SMA Laboratorium Universitas Negeri Malang dalam Memahami Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang.
- Effendy. 1985. *Pengaruh Pengajaran Ilmu Kimia dengan Cara inkuiri Terbimbing dan dengan Cara Verifikasi terhadap Perkembangan Intelek dan Prestasi Belajar Mahasiswa IKIP Jurusan Pendidikan Kimia Tahun Pertama*. Tesis tidak diterbitkan. Jakarta: Fakultas Pascasarjana Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Jakarta.

**PENGARUH MULTI REPRESENTASI PADA METODE INKUIRI TERBIMBING
TERHADAP KEMAMPUAN KOGNITIF TINGKAT TINGGI SISWA
PADA MATERI KELARUTAN DAN HASIL KALI KELARUTAN**

Rizki Nur Analita^{*)}, I Wayan Dasna^{**)}, & Aman Santoso

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang no. 5 Malang 65145

Corresponding author: ^{*)}rizki_analita@yahoo.com & ^{**)}idasna@um.ac.id

ABSTRAK: Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk membandingkan kemampuan kognitif tingkat tinggi siswa berdasarkan metode pembelajaran yang berbeda pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan. Penelitian menggunakan rancangan eksperimen semu. Sampel penelitian sebanyak 75 orang siswa dan terdiri dari dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen-1 ($n = 37$) dan kelompok eksperimen-2 ($n = 38$). Teknik pengambilan sampel dengan menggunakan sampling acak kelompok. Kelompok eksperimen-1 dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dan kelompok eksperimen-2 dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi. Data diperoleh melalui tes objektif dan tes subjektif ($r = 0,72$). Analisis data penelitian menggunakan uji-t dan *gain score* ternormalisasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan kognitif tingkat tinggi yang signifikan antara siswa kelompok eksperimen-1 yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dan eksperimen-2 yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi ($\text{Sig. (2-tailed)} \leq 0,05$). Kelompok eksperimen-2 memiliki kemampuan kognitif tingkat tinggi yang lebih baik daripada kelompok eksperimen-1. Hal tersebut menunjukkan bahwa multi representasi berpengaruh terhadap kemampuan kognitif tingkat tinggi.

Kata kunci: inkuiri terbimbing, multi representasi, kelarutan dan hasil kali kelarutan, kemampuan kognitif tingkat tinggi.

ABSTRACT: The aimed of this research was to compare the higher-order cognitive skill (HOCS) of students for different learning method in solubility and solubility product concept. The research used a Quasi-Experimental Design. Sample of research consisted of 75 students and had been determined to two groups, which are experiment-1 group ($n = 37$) and experiment-2 group ($n = 38$). Sampling technique used a Cluster Random Sampling. The experiment-1 group was learned using guided inquiry method and the experiment-2 group was learned using guided inquiry method with multi representation. The data were collected within objective test and subjective test ($r = 0,72$). Data were analysed using t-test and gain score normalized. The results showed that there were significant difference of HOCS between experiment-1 group that was learned by inquiry method and experiment-2 group that was learned by inquiry method with multi representation ($\text{Sig. (2-tailed)} \leq 0,05$). Experiment-2 group gained better HOCS than experiment-1 group. The conclusions showed that multi representation gave effect to HOCS.

Keywords: guided inquiry, multi representation, solubility and solubility product, higher-order cognitive skill (HOCS).

PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan cabang ilmu alam yang mempelajari tentang sifat dan reaksi antar

zat serta energi yang menyertai (Kolomuc & Tekin, 2011: 84; Levy-Nahum *et al*, 2004: 301). Konsep kimia cenderung bersifat abstrak dan kompleks, sehingga siswa seringkali mengalami kesulitan untuk menjelaskan fenomena kimia yang terjadi dan mengaitkan ke dalam kehidupan sehari-hari (Bennett, 2005: 1522; Levy-Nahum *et al*, 2004: 302). Salah satu materi dalam kimia yang sebagian besar konsepnya bersifat abstrak adalah materi kelarutan dan hasil kali kelarutan. Menurut Raviolo (2001: 629), meskipun siswa banyak yang sulit memahami konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan, namun penelitian tentang materi tersebut tidak banyak dilakukan, padahal konsep yang ada pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan sangat kompleks, meliputi konsep kelarutan, kesetimbangan kimia, prinsip Le Chatelier, larutan kimia, dan persamaan kimia. Kesulitan siswa dalam memahami konsep kelarutan dan hasil kali kelarutan dapat memicu terjadinya miskonsepsi (Onder, 2006: 67; Pekmez, 2002: 62; Raviolo, 2001: 629). Berdasarkan penelitian Onder & Geban (2006: 169), dinyatakan bahwa sebagian besar miskonsepsi pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan terjadi pada topik-topik yang bersifat konseptual daripada algoritmik.

Salah satu alasan yang menyebabkan terjadinya miskonsepsi pada siswa adalah tidak sesuai metode pembelajaran yang diterapkan (Vlassi & Karaliota, 2013: 494). Pada era globalisasi ini, pembelajaran harus berdasar pada *student-centered learning* untuk membentuk siswa yang aktif dan mampu membentuk konsep secara mandiri. Permendikbud Nomor 103 Tahun 2014 menyatakan bahwa metode pembelajaran yang layak diterapkan meliputi *discovery learning*, *project-based learning*, *problem-based learning*, dan *inquiry learning* (Kemendikbud, 2014: 4). Menurut National Research Council, Inkuiri merupakan salah satu model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam mencari informasi melalui pengamatan dan penelitian, sehingga siswa memiliki kesempatan maksimal untuk mengembangkan kemampuan intelektual dan keterampilan memecahkan masalah (NRC, 2000: 13-15). Proses perolehan pengetahuan baru dalam inkuiri meliputi identifikasi masalah, tinjauan eksperimen, penentuan alternatif, perencanaan penyelidikan, penelitian kemungkinan, pembentukan model, serta diskusi dan pembentukan kesimpulan yang saling berhubungan (Bilgin, 2009: 1039; Eggen & Kauchak, 1996: 243-244; Kuhlthau, 2010: 18; Matthew & O'Kenneth, 2013: 136). Secara umum, inkuiri terdiri dari dua jenis, yaitu inkuiri terbuka (*open inquiry*) dan inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) (Hassard dalam Bilgin, 2009: 1038; Iskandar, 2011: 32-33). Inkuiri terbuka merupakan inkuiri tingkat tinggi, dimana siswa mencari permasalahan secara mandiri serta melakukan investigasi untuk memecahkannya. Sementara itu, inkuiri terbimbing menuntut siswa melakukan investigasi mandiri untuk menyelesaikan masalah yang diberikan oleh guru. Kuhlthau (2010: 18) menjelaskan bahwa inkuiri terbimbing menggunakan penuntun yang memungkinkan siswa memperoleh pemahaman mendalam melalui berbagai sumber. Berdasarkan beberapa penelitian, metode inkuiri terbimbing terbukti dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan algoritmik siswa berdasarkan hasil belajar yang

diperoleh (Bilgin, 2009; Maharani, 2013; Mattew & O'Kenneth, 2013; Vlassi & Karaliota, 2013; Wahyuni, 2014).

Pada beberapa penelitian, metode inkuiri terbimbing terbukti mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan algoritmik siswa. Dalam ilmu kimia, pemahaman konseptual dan algoritmik terdiri dari representasi tingkat makroskopik, mikroskopik, dan simbolik atau disebut multi representasi (Broman *et al*, 2011: 44; Gilbert, 2005: 14; Talanquer, 2011: 182; Wood, 2013: 18-19). Representasi makroskopik terjadi selama proses observasi dan dapat terlihat; representasi submikroskopik atau molekuler merujuk pada bentuk atom-atom, ion-ion, dan molekul-molekul, serta distribusi partikel-partikel dalam reaksi; sedangkan representasi simbolik meliputi simbol-simbol, grafik-grafik, persamaan reaksi kimia, dan perhitungan yang terkait dengan sifat kuantitatif kimia (Gilbert, 2005: 14; Talanquer, 2011: 182-185). Pembelajaran multi representasi dengan permodelan atau visualisasi sangat penting agar siswa dapat membentuk pengetahuan konseptualnya secara mandiri (Broman *et al*, 2011: 44). Pembelajaran multi representasi bertujuan untuk meningkatkan kemampuan kognitif, membentuk konsep, dan menyimpan pengetahuan tersebut dalam memori jangka panjang (*long-term memory*) pada siswa (Anderson *et al*, 2011: 1-2; Broman *et al*, 2011: 44).

Menurut Ainsworth (2008: 195-196), peran multi representasi dalam pengajaran kimia terbagi menjadi tiga, yaitu: mendukung pembelajaran dengan memberikan informasi komplementer, membantu mendalami pemahaman konsep yang sulit, dan mengkonstruksi pemahaman konsep secara lebih mendalam. Konstruksi pemahaman konsep yang mendalam akan mempengaruhi peningkatan kemampuan kognitif tingkat tinggi (*Higher-Order Cognitive Skill/ HOCS*) pada siswa. HOCS mengacu pada taksonomi Bloom ter revisi yang terdiri dari C₄ (menganalisis), C₅ (mengevaluasi), dan C₆ (menciptakan) (Krathwohl, 2002: 215; Zoller & Tsapalis, 1997: 117-118). HOCS menekankan pada kemampuan tanya-jawab (*question-asking*), *problem solving*, pembentukan keputusan (*decision-making*), berpikir kritis dan evaluatif (*critical-evaluative thinking*), dan transfer disiplin ilmu dari lingkungan kecil ke dalam lingkungan bermasyarakat (Lubezky *et al*, 2004: 175-176; Zoller, 1999: 184). Oleh karena tujuan pembelajaran multi representasi sejalan dengan inkuiri terbimbing, maka penggunaan pembelajaran tersebut diprediksi mampu meningkatkan HOCS dan hasil belajar siswa. Berdasarkan penjabaran latar belakang tersebut, maka penelitian berikut diberi judul “Pengaruh Multi Representasi pada Metode Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Kognitif Tingkat Tinggi Siswa pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan”

METODE

Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah eksperimental semu (*Quasi-Experimental Design*) dengan desain *Pretest-Posttest Control Group*. Populasi penelitian adalah

seluruh siswa kelas XI MIA SMA Negeri 1 Boyolangu, Tulungagung. Pada populasi dilakukan uji prasyarat analisis, berdasarkan hasil ujian materi sebelumnya, untuk menentukan distribusi data. Uji analisis prasyarat dilakukan menggunakan program *SPSS 17.0 for Windows*. Hasil uji prasyarat menunjukkan bahwa data terdistribusi normal (*Sig.(2-tailed)* > 0,05) dan tersebar homogen (*Sig.* > 0,05), sehingga populasi penelitian tidak berbeda secara signifikan. Sampel penelitian sebanyak dua kelas dipilih secara acak dengan teknik *Cluster Random Sampling*. Berdasarkan hasil sampling, diperoleh sampel sebanyak 75 siswa, yaitu 37 siswa dari kelas eksperimen-1 dan 38 siswa dari kelas eksperimen-2. Kelas eksperimen-1 dibelajarkan dengan menggunakan metode inkuiri terbimbing dan kelas eksperimen-2 dibelajarkan dengan menggunakan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi.

Penelitian menggunakan dua macam instrumen, yaitu instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan terdiri dari silabus, RPP, dan LKS, sedangkan instrumen pengukuran berupa soal tes yang terdiri dari pretes dan postes, dimana setiap instrumen telah divalidasi sebelum digunakan. Pretes terdiri dari 4 item soal subjektif dan postes terdiri dari 20 item soal objektif dan 3 soal item subjektif dengan sebaran tingkat kognitif dari C_1 hingga C_6 . Melalui program *SPSS 17.0 for Windows*, diketahui bahwa soal postes yang digunakan telah valid (*Sig.(2-tailed)* $\leq 0,05$) dan reliabel ($r = 0,72$). Hasil pretes dan postes digunakan untuk mengukur kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) siswa.

Analisis data penelitian menggunakan *Independent Sample T-Test* dan *Paired Sample T-Test* dengan bantuan program *SPSS 17.0 for Windows* serta *Gain Score Normalized*. Hipotesis asumsi yang digunakan dalam penelitian adalah:

- $H_{0(1)}$ = Tidak terdapat perbedaan kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) antara siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi dengan siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing.
- $H_{0(2)}$ = Tidak terdapat pengaruh pembelajaran multi representasi pada metode inkuiri terbimbing terhadap kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) siswa.

Analisis *Independent Sample T-Test* dilakukan untuk menentukan perbedaan HOCS antara kelas eksperimen-1 yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing dan kelas eksperimen-2 yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi. Sementara itu, *Paired Sample T-Test* dilakukan untuk menentukan pengaruh metode inkuiri terbimbing dan perhitungan *gain score normalized* untuk menentukan efektivitas pembelajaran antara kelas eksperimen-1 dan eksperimen-2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Prasyarat Penelitian

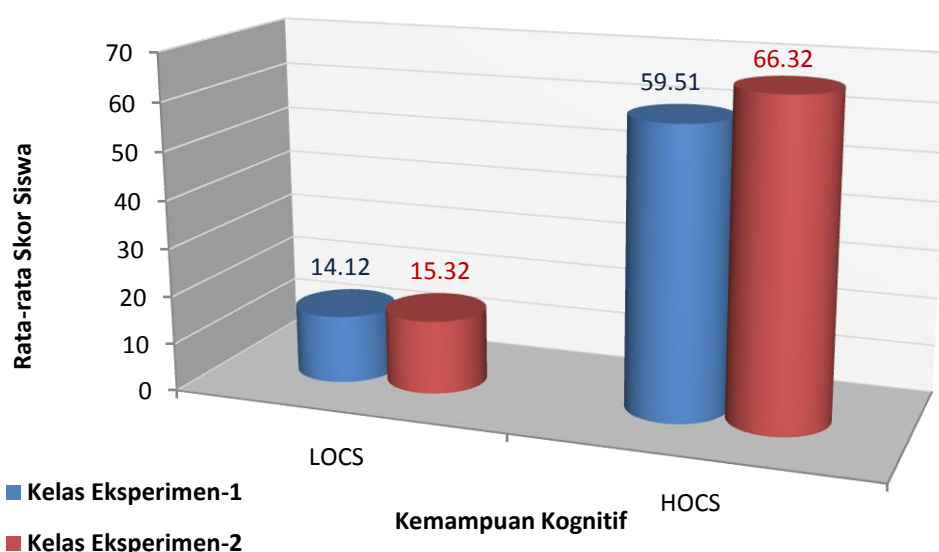
Deskripsi data hasil penelitian yang dibahas meliputi tiga poin, yaitu: (1) uji normalitas; (2)

uji homogenitas; dan (3) uji kesamaan rata-rata sampel. Distribusi data sampel digunakan sebagai uji prasyarat untuk menentukan normalitas dan homogenitas sampel. Distribusi data diperoleh dari hasil ujian materi sebelumnya, yaitu materi larutan penyangga dan hidrolisis. Data hasil ujian tersebut selanjutnya diolah untuk mengetahui distribusi data sampel berdasarkan uji normalitas dan homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan data kelas eksperimen-1 memiliki nilai probabilitas 0,75 dan kelas eksperimen-2 memiliki nilai probabilitas sebesar 0,85. Berdasarkan hasil uji normalitas, dapat disimpulkan bahwa sampel terdistribusi normal. (*Asymp. Sig.(2-tailed)* $\geq 0,05$). Berdasarkan hasil uji homogenitas, diperoleh nilai probabilitas sebesar 0,15, sehingga dapat disimpulkan bahwa sebaran data sampel bersifat homogen (*Sig.(2-tailed)* $\geq 0,05$).

Uji kesamaan rata-rata sampel diperoleh dari data hasil pretes sebelum sampel diberi perlakuan. Pretes yang digunakan terdiri dari 4 soal subjektif. Uji kesamaan rata-rata sampel ditentukan dengan menggunakan *Independent Sample T-Test*. Hasil uji kesamaan rata-rata memiliki nilai probabilitas sebesar 0,57, sehingga dapat disimpulkan bahwa kemampuan awal sampel sama atau tidak berbeda (*Sig.(2-tailed)* $\geq 0,05$).

Uji Hipotesis terhadap HOCS

Kemampuan kognitif sampel ditentukan berdasarkan hasil postes yang diperoleh setelah siswa diberi perlakuan. Soal postes yang digunakan terdiri dari 20 item soal objektif dan 3 item soal subjektif yang terdiri dari tingkat kognitif C_1 hingga C_6 . Soal dengan tingkat kognitif C_1 - C_3 digunakan untuk menentukan kemampuan kognitif tingkat rendah (LOCS), sedangkan tingkat kognitif C_4 - C_6 digunakan untuk menentukan kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) siswa. Hasil LOCS diperoleh dari skor siswa dalam menjawab 9 item soal objektif yang meliputi tingkat kognitif C_1 - C_3 . Sementara itu, hasil HOCS diperoleh dari skor siswa dalam menjawab 11 item soal objektif dan 3 item soal subjektif pada tingkat kognitif C_4 - C_6 . Secara umum, grafik rata-rata hasil postes siswa ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Rata-rata Hasil Postes Siswa

Pada hasil postes siswa dilakukan uji hipotesis menggunakan *Independent Sample T-Test*. Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa HOCS siswa kelas eksperimen-1 berbeda dengan siswa kelas eksperimen-2 dengan nilai probabilitas 0,003 ($\text{Sig. (2-tailed)} \leq 0,05$). Nilai probabilitas yang diperoleh menyebabkan hipotesis nihil (H_0) penelitian ditolak. Jadi, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan HOCS antara siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi dengan siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan.

Perbandingan hasil pretes dan postes diuji menggunakan *Paired Sample T-Test*. Hasil uji menunjukkan bahwa terdapat pengaruh metode inkuiri terbimbing terhadap HOCS siswa pada kedua kelas dengan nilai probabilitas 0,000 ($\text{Sig. (2-tailed)} \leq 0,05$). Efektivitas metode pembelajaran tersebut ditentukan dengan menggunakan perhitungan *Gain Score Normalized* berdasarkan hasil pretes dan postes kedua kelas. Berikut data hasil uji hipotesis terhadap HOCS siswa.

Tabel 4.1 Hasil Uji Hipotesis terhadap HOCS Siswa

Kelas	n	Skor Rata-rata Pretes	Skor Rata-rata Postes	<i>Independent Samples Test</i> (Sig. (2-tailed))	<i>Paired Samples Test</i> (Sig. (2-tailed))	<i>Gain Score Normalized</i> (g)
Eksperimen-1	37	55,24	59,51	0,003	0,000	0,17
Eksperimen-2	38	55,18	66,32		0,000	0,42

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa *Gain Score Normalized* pada kelas eksperimen-2, yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi, lebih tinggi

dibandingkan kelas eksperimen-1, yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing. Oleh karena itu, pembelajaran multi representasi pada metode inkuiri terbimbing terbukti efektif untuk meningkatkan kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) siswa.

Pengaruh Metode Inkuiri Terbimbing-Multi Representasi terhadap HOCS Siswa

Pada dasarnya metode pembelajaran yang diterapkan di kelas eksperimen-1 dan kelas eksperimen-2 tidak jauh berbeda, yaitu sama-sama menggunakan metode inkuiri terbimbing. Metode inkuiri terbimbing merupakan pembelajaran berbasis *student-centered learning*, dimana siswa dituntut untuk aktif menemukan konsep secara mandiri dari berbagai sumber (Bilgin, 2009: 1039; Kuhlthau, 2010: 18). Perbedaan antara kelas eksperimen-1 dan eksperimen adalah pada pembelajaran multi representasi. Kelas eksperimen-2 menggunakan pembelajaran multi representasi, tetapi tidak pada kelas eksperimen-1. Jumlah pembelajaran materi kelarutan dan hasil kali kelarutan sebanyak 6 kali pertemuan, dimana alokasi waktu setiap pertemuan adalah 2 x 45 menit. Sub materi yang dibahas pada setiap pertemuan adalah: (1) konsep umum kelarutan dan hasil kali kelarutan; (2) penentuan harga K_{sp} melalui percobaan; (3) prediksi pembentukan endapan; (4) pengaruh penambahan ion senama; dan (5) pengaruh perubahan pH terhadap kelarutan. Sebagai bentuk representasi makroskopik, siswa kelas eksperimen-2 melakukan kegiatan praktikum mandiri pada semua submateri yang berhubungan. Sementara itu, kelas eksperimen-1 diberikan demonstrasi dan melakukan kegiatan praktikum pada submateri yang berhubungan. Pembelajaran representasi mikroskopik diberikan pada kelas eksperimen-2 dengan video simulasi dan tugas menggambar molekuler reaksi pada beberapa submateri.

Hasil belajar kognitif siswa dianalisis dengan menggunakan *Independent Sample T-Test*. Berdasarkan uji hipotesis pada Tabel 4.1 diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan HOCS antara siswa kelas eksperimen-2 yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi dan kelas eksperimen-1 yang dibelajarkan metode inkuiri terbimbing. Adanya perbedaan tersebut ditunjukkan dengan nilai probabilitas sebesar 0,003 (*Sig.2-tailed* $\leq 0,05$). Uji hipotesis lebih lanjut dilakukan untuk melihat pengaruh metode inkuiri terbimbing dan efektivitas metode pembelajaran pada kedua kelas. Pada Tabel 4.1 diketahui nilai probabilitas *Paired Samples Test* pada kedua kelas sebesar 0,000, dimana menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan metode inkuiri terbimbing terhadap HOCS. Selanjutnya, *Gain Score Normalized* pada kelas eksperimen-1 sebesar 0,17 dan pada kelas eksperimen-2 sebesar 0,42. Kelas eksperimen-2 mengalami peningkatan HOCS yang lebih besar daripada kelas eksperimen-1. Hasil tersebut membuktikan bahwa pembelajaran multi representasi pada inkuiri terbimbing berpengaruh efektif terhadap peningkatan HOCS siswa.

Peningkatan hasil belajar pada kedua kelas membuktikan keefektifan metode inkuiri terbimbing. Para siswa berkesempatan untuk mengembangkan kemampuan intelektual dan

keterampilan memecahkan masalah melalui materi yang telah diuraikan secara terperinci. Langkah pembelajaran pada metode inkuiri terbimbing terbukti mampu membuat siswa bertindak aktif dalam menemukan ataupun membentuk konsep materi. Langkah pembelajaran inkuiri terbimbing yang digunakan dalam penelitian terdiri dari enam fase dari Eggen *et al* (1996: 244), yaitu: (1) penyajian masalah; (2) perumusan hipotesis; (3) perancangan eksperimen; (4) pelaksanaan eksperimen; (5) pengumpulan dan analisis data; dan (6) pembentukan kesimpulan. Di sisi lain, multi representasi melengkapi keefektivan pembelajaran karena siswa mampu memahami ketiga representasi kimia serta mampu menghubungkan setiap representasi tersebut ke dalam fenomena kimia. Pada kelas eksperimen-2, pembelajaran multi representasi dilakukan secara berkala dengan memberikan tugas menggambar keadaan partikulat senyawa dan memberikan persamaan reaksi yang terjadi pada suatu contoh kegiatan eksperimen. Tugas multi representasi yang diberikan melatih siswa untuk memahami konsep yang bersifat kompleks serta menghindarkan siswa dari miskonsepsi atas materi yang cenderung abstrak.

Penerapan metode inkuiri terbimbing memerlukan partisipasi penuh dari guru dan siswa untuk mengembangkan keterampilan proses berpikir dan bertindak dalam setiap langkah (Bilgin, 2009: 1039; FitzGerald, 2011: 26). Partisipasi penuh tersebut sangat diperlukan, terutama apabila inkuiri terbimbing dibelajarkan bersama dengan pembelajaran multi representasi. Tanpa adanya partisipasi penuh dari kedua pihak, maka pembelajaran tidak akan berjalan dengan baik dan lancar. Pembelajaran multi representasi mengajak siswa untuk dapat mengintegrasikan informasi dari berbagai sumber ke dalam berbagai representasi (Ainsworth, 2006: 4). Ainsworth menambahkan bahwa pembelajaran multi representasi dapat meningkatkan kemampuan kognitif siswa, baik LOCS ataupun HOCS. Oleh karena itu, pembelajaran multi representasi sangat sesuai jika diterapkan dengan metode inkuiri terbimbing. Beberapa penelitian menjelaskan bahwa metode inkuiri terbimbing terbukti dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa melalui peningkatan pemahaman konseptual dan algoritmik (Maharani, 2013; Rini, 2014; Rizal, 2015; Vlassi & Karaliota, 2013; Wahyuni, 2014). Penelitian lain menjelaskan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing dengan multi representasi memberi pengaruh positif terhadap hasil belajar kognitif siswa, penguasaan konsep, keterampilan proses, dan motivasi belajar (Ainsworth, 2006; Rizal, 2015; Wahyuni, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat perbedaan kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) antara siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi dan siswa yang dibelajarkan

dengan metode inkuiri terbimbing pada materi kelarutan dan hasil kali kelarutan dengan nilai probabilitas sebesar 0,003 ($\text{Sig.}(2\text{-tailed}) \leq 0,05$).

2. Terdapat pengaruh pembelajaran multi representasi pada metode inkuiri terbimbing terhadap kemampuan kognitif tingkat tinggi (HOCS) siswa. Perolehan *gain score* pada siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing berbantuan multi representasi ($g = 0,42$) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan metode inkuiri terbimbing ($g = 0,17$).

DAFTAR RUJUKAN

- Ainsworth, S. 2006. DeFT: A Conceptual Framework For Considering Learning with Multiple Representations. *A Framework For Learning with Multiple Representations*, 1-23.
- Ainsworth, S. 2008. The Educational Value of Multiple-representations when Learning Complex Scientific Concepts. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, 191-208.
- Anderson, E.W., Potter, K.C., Matzen, L.E., Shepherd, J.F. & Preston, G.A. 2011. A User Study of Visualization Effectiveness Using EEG and Cognitive Load. *Procedia – EuroVis*, 30(3): 1-10.
- Arikunto, S. 2010. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan (Edisi Revisi)*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bennett, J., Gräsel, C., Parchmann, I. & Waddington, D. 2005. Context-based and Conventional Approaches to Teaching Chemistry: Comparing Teachers' Views. *International Journal of Science Education*, 27(13): 1521–1547.
- Bilgin, I. 2009. The Effects of Guided Inquiry Instruction Incorporating a Cooperative Learning Approach on University Students' Achievement of Acid and Bases Concepts and Attitude Toward Guided Inquiry Instruction. *Scientific Research and Essay*, 4(10): 1038-1046.
- Broman, K., Ekborg, M. & Johnels, D. 2011. Chemistry in Crisis? Perspectives on Teaching and Learning Chemistry in Swedish Upper Secondary Schools. *Nordic Studies in Science Education*, 7(1): 43-60.
- Eggen, P.D. & Kauchak, D.P. 1996. *Strategies and Models for Teachers: Teaching Content and Thinking Skills*. Boston: Allyn & Bacon.
- FitzGerald, L. 2011. The Twin Purposes of Guided Inquiry: Guiding Student Inquiry and Evidence Based Practice. *Scan: The Journal for Educators*, 30(1): 26-41.
- Gilbert, J.K. 2005. Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. *Visualization in Science Education*, 14.
- Kemendikbud. 2014. *Salinan Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 103 Tahun 2014 Tentang Pembelajaran pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*, (Online), (<http://pgsd.uad.ac.id/wp-content/uploads/lampiran-permendikbud-no-103-tahun-2014.pdf>), diakses 28 Desember 2014.
- Kolomuc, A. & Tekin, S. 2011. Chemistry Teachers' Misconception Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 3(2): 84-101.
- Krathwohl, D.R. 2002. A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice*, 41(4): 212-218.
- Kuhlthau, C.C. 2010. Guided Inquiry: School Libraries in the 21st Century. *School Libraries Worldwide*, 16(1): 17-28.
- Levy-Nahum, T., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Bar-Dov, Z. 2004. Can Final Examinations Amplify Students' Misconception in Chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3): 301-325.
- Lubezky, A., Dori, Y.J. & Zoller, U. 2004. HOCS-Promoting Assessment of Students' Performance on Environment-Related Undergraduate Chemistry. *Chemistry Education: Research and Practice*. 5(2): 175-184.
- Maharani, C.A. 2013. *Pengaruh Pendekatan Inkuiri Terbimbing dan Kemampuan Awal terhadap Hasil Belajar Kognitif Tingkat Tinggi pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan*.

- Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Matthew, B. M. & O'Kenneth, I. 2013. A Study on the Effects of Guided Inquiry Teaching Method on Students Achievemen in Logic. *International Researchers*, 2(1): 135-140.
- National Research Council (NRC). 2000. *Inquiry and The National Science Education Standards: A guide for Teaching and Learning*. Washington: National Academy of Science.
- Onder, I. 2006. *The Effect of Conceptual Change Approach on Students Understanding of Solubility Equilibrium Concept*. Published Thesis. Ankara: Middle East Technical University.
- Onder, I. & Geban, O. 2006. The Effect of Conceptual Change Texts Oriented Instruction on Students' Understanding of the Solubility Equilibrium Concept. *Journal of Education*, 30: 166-173.
- Pekmez, E.S. (2002). Students' Understanding of Higher Order Concepts in Chemistry: Focusing on Chemical Equilibrium. *Education and Science*, 27 (124), 61-70.
- Raviolo, A. 2001. Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium. *Journal of Chemistry Education*, 78(5): 629-631.
- Rini, E. S. 2015. *Pengaruh Strategi Pembelajaran Inkuiri Terbimbing berbantuan Peta Konsep dan Tingkat Perkembangan Kognitif terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Rizal, M. 2014. *Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Multi Representasi terhadap Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep IPA Siswa Kelas VIII SMP Negeri 2 Peukan Baro*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Sugiyono. 2009. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Talanquer, V. 2011. Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of the Chemistry "Triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2): 179-195.
- Tuckman, B.W. 1999. *Conducting Educational Research Fifth Edition*. Orlando: Harcourt Brace & Company.
- Vlassi, M. & Karaliota, A. 2013. The Comparison Between Guided Inquiry and Traditional Teaching Method. A Case Study for the Teaching of the Structure of Matter to 8th Grade Greek Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 93: 494-497.
- Wahyuni, T.S. 2014. *Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Menggunakan Real-Lab dan Virtual-Lab terhadap Pemahaman Representasi Kimia dan Motivasi Siswa pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Wood, L. 2013. *Representing Chemistry: How Instructional Use of Symbolic, Microscopic, and Macroscopic Mode Influences Student Conceptual Understanding in Chemistry*. Published Dissertation. Arizona: Arizona State University.
- Zoller, U. 1999. Research Based Evaluation in HOCS-Oriented Science Education and Curriculum Development. *Research in Science Education in Europe*, 183-191.
- Zoller, U. & Tsaparlis, G. 1997. Higher and Lower-Order Cognitive Skills: The Case of Chemistry. *Research in Science Education*, 27(1): 117-130.

**KOMBINASI METODE PEMBELAJARAN BERMEDIA UTS
(ULAR TANGGA SENYAWA) UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR
TATA NAMA SENYAWA KIMIA KELAS X SMA**

Bahtiar Kholili

Guru Kimia SMA Negeri 1 Munjungan, Trenggalek

Jl. Raya Terusan Solodipo, Masaran Munjungan, Kabupaten Trenggalek KP. 66365

e-mail: kholili72@yahoo.com

ABSTRAK: Upaya mempermudah siswa memahami tata nama senyawa kimia telah dilakukan dengan membuat media pembelajaran UTS (ular tangga senyawa) dan perubahan strategi pembelajaran yang lebih memotivasi siswa berperan aktif untuk belajar, mengembangkan inovasi dan kreatifitas, pelaksanaannya efektif serta menyenangkan. Pembelajaran tata nama senyawa UTS dapat dilakukan dengan menggunakan kombinasi beberapa metode pembelajaran, seperti: instruksi langsung, diskusi, tanya jawab, penugasan kelompok dan pemecahan masalah. Peningkatan hasil belajar siswa tampak terjadi setelah dilakukan analisis data yang melibatkan 36 siswa sebagai subyek penelitian. Ditunjukkan dengan terdapat beda rata-rata nilai yang signifikan antara *pra test* (60,06) dengan *post test* (75,72). Saat proses pembelajaran berlangsung, semua siswa secara aktif belajar dalam kelompoknya.

Kata kunci: *Kombinasi Metode Pembelajaran, Media UTS, Hasil belajar, Tata Nama Senyawa Kimia*

ABSTRACT: Efforts to facilitate students to understand the nomenclature of chemical compounds have been performed by making compoundsnakes and ladders learning media and changes in learning strategies that motivate students to play an active roletolearn, develop innovation and creativity, and have effective and funimplementation. Compound nomenclature learning with compound snakes and ladders can be carried out using a combination of several learning methods, such as direct instruction, discussion, question and answer, group assignments and problem solving. Students' learning outcome was improved after it was performed data analysis involving 36 students as the research subjects. It was indicated by significant difference in the mean of scoresbetween pre-test (60.06) and post-test (75.72). During the learning process all students were actively learning in their group.

Keywords: *Combination of Learning Methods, Compound Snakes And Ladders Media, Learning Outcomes, Nomenclature of Chemical Compounds*

Pendahuluan

Ilmu kimia memiliki karakteristik khusus seperti yang diungkapkan Midle dan Kean (1985:6) bahwa, Ilmu Kimia tidak sekedar memecahkan soal-soal hitungan, tetapi juga mendiskripsikan fakta-fakta, peristilahan serta aturan kimia. Menurut Michael Purba (2010:vi) ilmu kimia pebahasannya meliputi tiga bagian dunia, yaitu: 1) Dunia makroskopis yang dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari, industri dan laboratorium. 2) Dunia mikroskopis meliputi partikel-

partikel penyusun materi yang ukurannya terlalu kecil bagi indera mata dan biasanya akan lebih mudah dipahami melalui animasi atau simulasi pemodelan. 3) Dunia lambang yang berkaitan dengan rumus-rumus kimia. Berdasarkan sifat khasnya tersebut, peranan media pembelajaran kimia menjadi sangat dibutuhkan untuk mempermudah pemahaman siswa. Namun kenyataan menunjukkan media pembelajaran yang sudah ada terutama hasil industri harganya cenderung relatif mahal, sulit mendapatkannya, fungsi spesifik serta belum tentu memicu spontanitas belajar karena bahan tidak terkait dengan lingkungan dimana siswa berada.

Kebaragaman karakteristik siswa dalam suatu kelas dan kekhasan suatu materi pelajaran menuntut kemampuan seorang guru tidak hanya menguasai satu atau dua metode pembelajaran, tidak sekedar mengetahui berbagai macam metode tanpa dapat menerapkannya sesuai dengan kebutuhan (Hariyanto, 2011). Bisa saja terjadi pada pembahasan materi pelajaran yang sama disampaikan pada kelas yang berbeda, metode penyampainnya juga akan berbeda. Sangat mungkin pula seorang guru melakukan pengembangan kreativitas pembelajaran dengan penggunaan metode yang telah diadaptasikan atau bahkan di kombinasikan. Hal tersebut dikarenakan metode yang sudah ada dianggap belum cukup untuk mencapai tujuan pembelajaran, selain itu juga sebagai upaya peningkatan kualitas hasil belajar dengan memberikan pengalaman belajar tertentu pada siswa.

Media pembelajaran bagi guru dan siswa memang seharusnya tidak hanya mengandalkan media hasil produksi industri, sebagaimana yang diungkapkan Indrafachrudi (1985:102), bahwa barang bekas yang mudah didapat disekitar kita sangat potensial sebagai media pembelajaran tiruan atau media baru tanpa mengesampingkan pencapaian tujuan, efektifitas, efisiensi dan daya guna untuk memperlancar komunikasi transfer pengetahuan. Oleh karena itu faktor kemampuan guru untuk berkreaitivitas dan berfikir menentukan jenis, struktur, cara kerja dan bahan media akan sangat berarti dalam keberhasilan pelaksanaan pembelajaran bersama siswa.

Pemilihan media yang tepat sesuai dengan kubutuhan dan tujuan pembelajaran akan dapat memperkecil gangguan dalam proses belajar mengajar. Kebaradaan suatu media menjadi aspek penting pada pembelajaran karena dapat membangkitkan motivasi dan menghindari terjadinya miskonsepsi, menarik perhatian siswa, mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan ukuran, mengaktifkan siswa dalam kegiatan belajar, mengefektifkan pemberian rangsangan untuk belajar. Namun perlu diperhatikan beberapa prinsip yang harus dipertimbangkan oleh guru ketika memilih dan menggunakan media pembelajaran (Degeng, 1990:45).

Konsep penamaan senyawa kimia merupakan kompetensi yang harus dikuasai siswa pada semester ganjil di kelas X SMA. Berdasarkan pengalaman dan pengamatan di awal pembelajaran yang pernah dilakukan, siswa cenderung berusaha menghafal berbagai rumus kimia senyawa berserta namanya. Hal ini jelas bukan cara terbaik untuk menguasai konsep penamaan senyawa,

karena jumlah senyawa yang ada sangat banyak sehingga berpeluang salah memberikan nama. Kondisi pembelajaran yang cenderung teoritis menjadikan siswa mudah dihindangi rasa bosan akibatnya interaksi dan kerjasama antar siswa jarang terjadi. Mempertimbangkan kenyataan tersebut, maka perlu dikembangkan model pembelajaran tata nama senyawa kimia secara tepat ditunjang media pembelajaran yang sesuai.

Upaya untuk mempermudah siswa memahami tata nama senyawa kimia telah dilakukan dengan membuat media pembelajaran UTS (ular tangga senyawa) dan melakukan perubahan strategi pembelajaran yang lebih memotivasi siswa berperan aktif untuk belajar, inovatif, kreatif, efektif serta menyenangkan. Strategi tersebut melibatkan beberapa metode pembelajaran secara keterpaduan agar terbentuk kegiatan belajar siswa aktif (*Active learning*). Sesuai dengan sifat materi pelajaran tata nama senyawa kimia, maka metode pembelajaran yang memungkinkan untuk dikombinasikan yaitu: 1) *Expository teaching-receptive learning* atau *direct instructions*, yakni penyampaian materi maupun instruksi secara langsung oleh guru kepada siswa. 2) *Interactive learning*, metode pembelajaran yang akan mendorong interaksi positif antara guru dengan siswa maupun antara siswa dengan siswa, bisa berupa diskusi, tanya jawab, kerja kelompok, dan kuiz. 3) *Problem solving learning*, bermaksud memberikan stimulus pada siswa untuk mencari, menemukan dan memecahkan masalah.

Media pembelajaran ular tangga senyawa (UTS) merupakan media karya guru yang sengaja dibuat untuk memberikan kemudahan pemahaman terhadap tata nama senyawa kimia. Penggunaan media UTS mengarahkan siswa untuk menemukan konsep tata nama senyawa golongan anorganik berdasarkan unsur-unsur penyusunnya melalui suatu permainan berbentuk ular tangga. Permainan ular tangga sebagai model media dipilih karena memungkinkan untuk dilakukan perubahan berbagai macam informasi pada papan permainan tanpa adanya standarisasi tertentu, sehingga dalam pembelajarannya siswa dengan mudah untuk meniru membuat dan mengembangkannya sesuai dengan pemahaman informasi yang cantumkan di atas papan permainan.

Berdasarkan data yang tersimpan pada Wikipedia.org konsep bermain ular tangga adalah: Setiap pemain memiliki peluang yang sama sebagai pemain pemula dengan cara hompimpa atau suit, kemudian secara bergiliran melemparkan dadu dan memulai bidaknya di kotak pertama pada sudut kiri bawah papan permainan. Bidak dijalankan sesuai dengan jumlah dadu yang muncul. Bila pemain mendarat di ujung bawah sebuah gambar anak tangga, maka bidaknya dapat langsung menuju ujung atas anak tangga. Sebaliknya jika bidak seorang pemain berada pada ujung gambar ekor ular, berarti bidaknya harus turun hingga bagian kepala ular.

Metode Penelitian

Kegiatan belajar mengajar selama penelitian dilakukan terjadi ketika semester ganjil tahun pelajaran 2013/2014 di kelas X-C dengan melibatkan 36 siswa. Dipilihnya kelas X-C sebagai subjek penelitian karena pada pembelajaran kompetensi dasar materi sebelumnya dirasakan:

1. Heterogenitas kemampuan awal siswa cukup besar.
2. Kerjasama antar siswa dalam belajar kurang.
3. Sebagian besar siswa kurang dapat secara aktif mengikuti pembelajaran.

Kondisi siswa yang berkemampuan berfikir beragam dalam suatu kelas haruslah dipandang sebagai faktor kelebihan dalam pembelajaran, karena dengan teknik kooperatif atau pengaturan kerjasama kelompok maka akan terjadi interaksi tutor sebaya ketika memecahkan suatu masalah. Keterlibatan seluruh siswa dalam proses belajar akan menyebabkan terwujudnya pembelajaran aktif. Apalagi bila ada upaya untuk menstimulus semangat belajar siswa agar mau berperan aktif, salah satunya adalah digunakannya media pembelajaran yang tepat, menarik dan menyenangkan.

Proses pembelajaran tata nama senyawa kimia yang telah direncanakan akhirnya diterapkan dalam penelitian berpendekatan *positivistic* tipe pra eksperimen dengan mengedapankan pengukuran variable hasil belajar dari objek yang diteliti terlepas dari konteks waktu dan situasi (Nana Sudjana dan Ibrahim, 1989:6). Disain penelitiannya menggunakan *pra test - post test* satu kelompok dan membandingkan data yang terkumpul saat tes sebelum dengan setelah perlakuan secara diskriptif kualitatif.

Disain penelitian *pra test - post test* satu kelompok

Pra Test	Variabel Bebas (Perlakuan)	Post Test
Y	X	Y'

(Nana Sudjana dan Ibrahim, 1989:35).

Pembuatan Media Pembelajaran UTS

Pada ide awal pembuatannya, media pembelajaran ular tangga senyawa atau lebih mudah diakronimkan UTS sengaja dibuat berbahan kertas lembaran sebagai papan permainan ular tangga. Perbedaan dengan papan permainan ular tangga biasa adalah isi informasi di setiap area kotak yang ada. Media UTS memuat 2 (dua) kemungkinan informasi pada tiap area kotaknya, yaitu rumus kimia suatu senyawa, atau nama senyawa

Sebagai upaya pengembangan media agar penggunaannya lebih efektif dan efisien serta mampu memicu semangat belajar, maka para siswa dalam kerja kelompok diberi kebebasan untuk berkreasi mengembangkan media UTS. Jadi proses pembuatan media UTS sangat memberikan ruang berkeaktifitas kepada siswa, mulai menentukan bahan hingga teknis perakitannya menjadi media belajar. Hal yang penting untuk diperhatikan informasi yang ada pada media tidak keluar

dari konteks materi pelajaran dan tetap mengarah ke tujuan pembelajaran.

Proses Pembelajaran Tata Nama Senyawa

Sebelum pelaksanaan pembelajaran, guru telah mengerjakan persiapan yang terdiri dari beberapa kegiatan berikut:

1. Menetapkan bahan ajar dalam pembelajaran, yakni tata nama senyawa kimia.
2. Menetapkan indikator pencapaian kompetensi yang akan dicapai oleh siswa, yaitu: (a) mempolakan aturan tata nama senyawa biner, (b) menentukan rumus senyawa biner jika diketahui nama senyawanya, (c) menentukan nama senyawa biner jika diketahui rumus kimianya, (d) mempolakan aturan tata nama senyawa poliatomik, (e) menentukan rumus senyawa poliatom jika diketahui nama senyawanya, dan (f) menentukan nama senyawa biner jika diketahui rumus kimianya.
3. Membuat model media pembelajaran UTS.
4. Menyiapkan instrumen penelitian berupa: (a) catatan observasi proses belajar mengajar, (b) lembaran tes kognitif *pra test* dan *post test*, dan (c) lembar tugas kelompok terstruktur.

Skenario pembelajaran tata nama senyawa kimia

No	Kegiatan Pembelajaran	Waktu	Metode Pembelajaran
Pertemuan pertama (1X45 menit)			
1	Awal (Pendahuluan) • Apersepsi Guru menggali pengetahuan siswa tentang nama unsur dan lambangnya sebagaimana yang pernah dipelajari pada kompetensi sebelumnya. • Motivasi Guru menginformasikan manfaat kemampuan memberikan nama suatu senyawa. Guru juga memberi beberapa pertanyaan terkait tata nama beberapa senyawa kimia kepada siswa. • Prasyarat Siswa telah memahami ikatan kimia	7 menit	Tanya jawab Diskusi informasi
2	Inti • Eksplorasi Guru memberikan stimulus informasi indikator pembelajaran yang akan dicapai. • Elaborasi Siswa memberikan contoh nama senyawa dan rumus kimianya • Konfirmasi Guru memfasilitasi siswa untuk menyimpulkan pembagaian tata nama senyawa.	18 menit	Ceramah Tanya jawab Tanya jawab
3	Akhir • Guru memberikan pra test	15 menit	Evaluasi individu
4	Tugas • Guru menyampaikan tugas kelompok di luar sekolah	5 menit	Penugasan

	untuk membuat media UTS setelah terinspirasi model media UTS yang dibawa guru		Kelompok (proyek)
Pertemuan kedua (2x45 menit)			
5	Awal (Pendahuluan) - Apersepsi - Guru meminta mengumpulkan hasil tugas kelompok dengan memberi penjelasan aturan penggunaannya. - Guru membentuk kelompok belajar siswa dengan cara mencampur keanggotaan pada saat mengerjakan tugas kelompok diluar sekolah. - Motivasi Guru memberi informasi bahwa akan dilakukan pembelajaran tata nama senyawa kimia dengan mudah dan menyenangkan, melalui permainan ular tangga. Setelah bermain dan belajar akan diminta membuat kesimpulan tata nama senyawa kimia secara berkelompok.	10 menit	Instruksi langsung Diskusi informasi
6	Inti - Eksplorasi Dalam bentuk kelompok siswa mulai belajar tata nama senyawa kimia sambil bermain ular tangga. Setelah berlangsung 30 menit dilakukan pergantian media dari media UTS kelompok lain hingga 15 menit berikutnya. - Elaborasi Guru memberikan lembar kerja kelompok untuk didiskusikan oleh siswa tentang konsep pemberian nama senyawa kimia yang benar. - Konfirmasi Guru memfasilitasi siswa untuk membuat kesimpulan tata nama senyawa kimia.	60 menit	Memecahkan masalah dan Diskusi Memecahkan masalah, Diskusi, dan Tugas kelompok
7	Akhir Guru memberikan pra test	15 menit	Evaluasi individu
8	Reward - Guru memberikan apresiasi dan penghargaan terhadap hasil kerja kelompok dalam menyelesaikan tugas membuat media UTS yang terbaik. - Guru memberikan apresiasi dan penghargaan kepada siswa yang paling berperan aktif dalam pembelajaran.	5 menit	Tindakan Berbasis prestasi

Selama proses belajar mengajar tata nama senyawa kimia bermedia UTS tampak telah digunakan berbagai macam metode pembelajaran secara terkombinasikan, sehingga antar metode bersinergi untuk mensukseskan tercapainya indikator kompetensi yang harus dikuasai siswa. Berdasarkan pengamatan saat pembelajaran berlangsung, siswa tidak tampak rasa bosan mengikuti pembelajaran bahkan tampak antusias bersemangat dari awal hingga akhir.

Hasil Penelitian Prestasi Belajar Siswa

Pengamatan selama pembelajaran tata nama senyawa kimia menggunakan kombinasi metode dengan media UTS yang dilaksanakan 2 kali tatap muka atau 3 jam tatap muka (@ 45 menit), menunjukan terjadi pembelajaran siswa aktif dan menyenangkan. Sebanyak 36 siswa kelas X-C

yang terlibat sebagai subyek penelitian semuanya berperan aktif dalam menyelesaikan tugas kelompok pembuatan media UTS dan tugas kelompok terstruktur menentukan konsep pemberian nama senyawa kimia.

Suasana pembelajaran tata nama senyawa kimia menggunakan kombinasi metode bermedia UTS

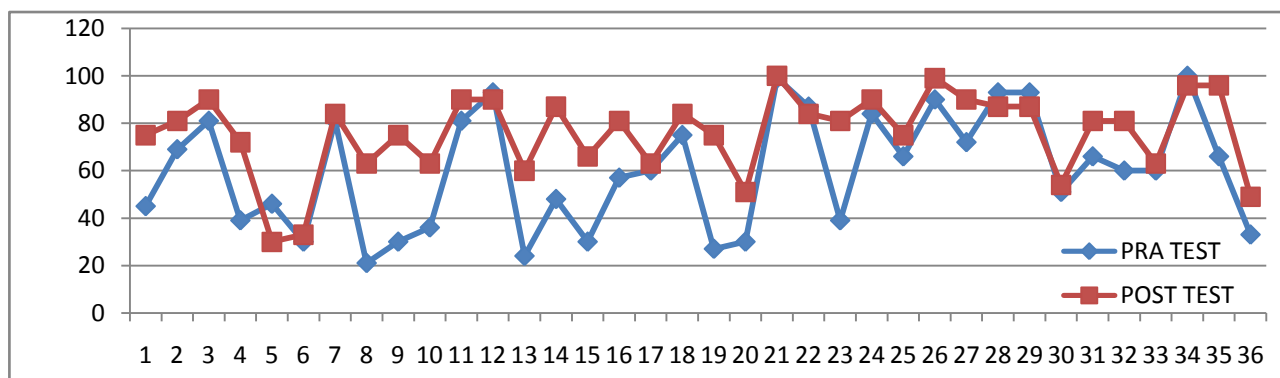


Hasil pengolahan data secara diskriptif statistik terhadap nilai pra test dan post test yang diraih siswa saat pembelajaran tata nama senyawa kimia yaitu:

Diskripsi data penelitian

Test	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kognitive PRA	60.0556	36	24.39080	4.06513
Kognitive POST	75.7222	36	17.25210	2.87535

Perbandingan nilai tiap individu subyek penelitian antara pra test dengan post test sebagaimana tampak pada grafik berikut:



Grafik perbandingan nilai *pra test* dengan *post test* tiap individu

Dari hasil analisis data tersebut terlihat nilai rata-rata *post test* (75,72) lebih tinggi dibandingkan *pra test* (60,06). Untuk mengetahui signifikansi perbedaan nilai rata-rata tersebut, dilakukan uji t-studen dengan hasil t-hitung = -5,559 secara komputerisasi statistik dapat dinyatakan bahwa antara rata-rata nilai siswa saat *pra test* dengan *post test* benar-benar berbeda sangat menyakinkan pada tingkat signifikansi lebih dari 95%. Jadi dapat dinyatakan telah terjadi kenaikan hasil belajar siswa setelah mendapatkan pembelajaran tata nama senyawa menggunakan kombinasi metode bermedia UTS.

Simpulan

Berdasarkan pengalaman empirik yang telah dilakukan serta pengamatan dan pengukuran aspek kognitif siswa, maka dapat disimpulkan:

1. Pembuatan media belajar ular tangga senyawa (UTS) dapat dilakukan dengan sangat mudah memanfaatkan bahan dari kertas bahkan dari kertas karduspun bisa dilakukan. Hal penting dari pembuatan media belajar UTS adalah isi informasi pada papan permainannya tidak keluar dari konteks materi pelajaran tata nama senyawa kimia dan tetap mengarah pada indikator pencapaian kompetensinya.
2. Pembelajaran tata nama senyawa bermedia UTS dapat dilakukan dengan menggunakan kombinasi beberapa metode pembelajaran, seperti: instruksi langsung, diskusi, tanya jawab, penugasan kelompok dan pemecahan masalah. Kombinasi beberapa metode pembelajaran dilakukan secara sistemik dalam sekali pertemuan terjadi penggunaan lebih dari satu metode.
3. Telah terjadi peningkatan hasil belajar siswa setelah mendapatkan pembelajaran tata nama senyawa menggunakan kombinasi metode dengan media UTS. Hal tersebut ditunjukkan dengan terdapat beda rata-rata nilai yang signifikan antara *pra test* (60,06) dengan *post test* (75,72) yang melibatkan 36 subyek penelitian.

Daftar Pustaka

- Degeng, I. N.S. 1989. Ilmu pengajaran : taksonomi variabel. Jakarta : Depdikbud. Dirjen Dikti. P2LPTK.
- Hariyanto. Macam-macam Metode Pembelajaran. <http://www.belajarpsikologi.com> Posting tanggal 7 Desember 2011
- Indrafachrudi, Soekarto. 1985. Pengelolaan Kelas. Malang: FIP IKIP Malang
- Midle, C. dan Kean, E. 1985. Panduan Belajar Kimia Dasar. Jakarta: PT.Gramedia Nasution, 1987, *Didaktik Azas-azas Mengajar*, Bandung
- Purba, Michael. 2010. Kimia Kelas X. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Sutrisna, Nana dan Ibrahim. 1984. Penelitian dan Penilaian Pendidikan. Bandung: Sinar Baru
- Wikipedia.com: Id.wikipedia.org/wiki/ular_tangga

UPAYA MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI REAKSI REDOKS DAN ELEKTROKIMIA MELALUI METODE TERPADU DI MAN TAMBAKBERAS JOMBANG

Sigit Budi Purwoko*

*Guru Kimia MAN Tambakberas
Jl. Merpati Tambakberas Jombang*

*Corresponding author's Email : sigitbudi74@gmail.com

ABSTRAK: Persyaratan penting untuk terwujudnya pendidikan bermutu adalah pelaksanaan proses pembelajaran oleh guru yang profesional, handal dalam layanan dan handal dalam keahliannya. Guru dituntut untuk membantu perkembangan siswa dalam segi kognitif, afektif dan psikomotor serta bukan semata-mata memberikan sejumlah ilmu pengetahuan, tetapi juga harus menciptakan kondisi yang kondusif agar siswa belajar terus menerus. Unsur-unsur tersebut menjadi terpadu dan terjalin dalam hubungan timbal balik antara guru dan siswa pada saat pembelajaran berlangsung. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa yang dapat dengan mudah mempelajari mata pelajaran lain, tetapi mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip ilmu kimia. Hal ini disebabkan karena karakteristik dari konsep ilmu kimia yang berbeda dengan konsep ilmu lainnya, sehingga cara mempelajarinya juga tidak sama. Apalagi secara formal konsep ilmu kimia baru diperoleh ketika siswa masuk SMU/MA, sehingga wajar bila mereka mempelajari konsep ilmu kimia dengan cara belajar yang cenderung sama dengan cara belajar untuk konsep ilmu lainnya. Pada umumnya siswa cenderung belajar dengan hafalan daripada secara aktif mencari tahu untuk membangun pemahaman mereka sendiri terhadap konsep ilmu kimia tersebut. Hal ini menyebabkan sebagian konsep-konsep kimia menjadi konsep yang abstrak bagi siswa dan bahkan mereka tidak dapat mengenali konsep-konsep kunci atau hubungan antar konsep yang diperlukan untuk memahami konsep tersebut. Akibatnya, siswa tidak dapat membangun pemahaman konsep-konsep kimia yang fundamental pada awal mereka mempelajari ilmu kimia. Berdasarkan kenyataan tersebut, perlu dikembangkan pembelajaran kimia pada materi Reaksi Redoks dan Elektrokimia di kelas XII IPA₂ MAN Tambakberas Jombang tahun pelajaran 2014-2015 yang lebih bermutu agar dapat meningkatkan hasil belajar, mengaktifkan siswa, sekaligus memantapkan konsep dan teori yang diberikan dengan memberikan suatu perlakuan atau tindakan dalam proses belajar mengajarnya. Perlakuan dan tindakannya adalah dengan menerapkan metode pembelajaran terpadu, yang terdiri: melaksanakan tes kecil, memberikan penjelasan dalam pembelajaran yang bervariasi (seperti menggunakan audio visual), melaksanakan diskusi kelompok dan diskusi kelas serta pemberian tugas mandiri.

Kata Kunci : Hasil Belajar, Reaksi Redoks dan Elektrokimia, Metode Terpadu

PENDAHULUAN

Pembelajaran dapat diartikan sebagai kegiatan yang ditujukan untuk meningkatkan kinerja belajar siswa, sehingga siswa berperan aktif dalam proses belajar mengajar. Dalam pembelajaran yang sarat dengan konsep, dari konsep yang sederhana sampai dengan konsep yang lebih kompleks dan abstrak, sangat diperlukan pemahaman yang benar terhadap konsep dasar yang membangun konsep tersebut. Banyak konsep kimia yang bersifat kompleks dan abstrak tersebut,

harus diserap oleh siswa dalam waktu yang relatif terbatas sehingga menjadikan pelajaran kimia sebagai salah satu pelajaran tersulit bagi siswa SMA/MA saat ini. Akibatnya dalam pembelajaran masih ditemui adanya kecenderungan:

1. Rendahnya keterlibatan siswa dalam proses belajar mengajar;
2. Siswa lebih banyak menunggu sajian guru dibandingkan mencari sendiri pengetahuan dan keterampilan yang mereka butuhkan.

Hasil belajar siswa pun cenderung menunjukkan nilai yang relatif rendah. Salah satu indikatornya dapat dilihat dari nilai ulangan harian pelajaran kimia siswa kelas XII IPA₂ pada MAN Tambakberas Jombang.

1. Dari 36 siswa kelas XII IPA₂ pada MAN Tambakberas Jombang Tahun pelajaran 2014-2015, sebanyak 20 siswa yang mampu mencapai nilai ≥ 75 atau sebesar 50 % (belajar tuntas). Sedangkan setengahnya lagi belum mampu mencapai nilai ≤ 75 (tidak tuntas).
2. Sedangkan pada pelaksanaan ulangan harian kedua, jumlah siswa yang belum mampu mencapai nilai ≥ 75 , berjumlah 19 siswa (= 52,8 %) dan sisanya sebesar 47,2 % telah mampu mencapai nilai ≥ 75 .
3. Jika dilihat dari nilai rata-rata kelas terlihat bahwa dalam pelaksanaan ulangan harian pertama dan kedua, menunjukkan angka pencapaian nilai ≤ 75 , yakni rata-rata kelas pada pelaksanaan ulangan harian pertama = 66,9 dan 70,0 pada pelaksanaan ulangan harian kedua.
4. Rentang nilai siswa saat ulangan harian pertama berkisar antara 45 sampai dengan 85 dan pada ulangan harian kedua berkisar antara 45 sampai 95.

Karena rendahnya hasil belajar siswa tersebut dan untuk meningkatkan kinerja belajar siswa, dilakukan strategi mengajar bermakna yang telah dilakukan di kelas XII IPA₂ MAN Tambakberas Jombang, berupa melaksanakan tes kecil di awal tatap muka. Tes kecil dilakukan untuk memotivasi siswa mengulangi konsep dan prinsip dasar kimia. Kemudian dilanjutkan dengan memberi penjelasan terhadap materi pelajaran serta dilanjutkan dengan diskusi.

Untuk meningkatkan kinerja belajar siswa di rumah, diberikanlah tugas mandiri yang terkontrol. Tugas mandiri ini ditekankan pada pemberian materi yang sudah dan akan dipelajari dalam bentuk soal-soal atau membuat resume atas materi pelajaran yang diberikan, identik dengan bahan diskusi tetapi dikerjakan mandiri di rumah. Tujuan kegiatan ini untuk membiasakan siswa belajar (mengulang dan mengerjakan soal) secara kontinu di rumah. Tugas yang seharusnya dikerjakan di rumah, sering dikerjakan di madrasah dalam bentuk mencontoh (mencontek) hasil pekerjaan temannya. Untuk menghilangkan kebiasaan mencontek tersebut, maka kepada setiap siswa maupun kelompok diberikan tugas yang berbeda dan harus diserahkan pada pertemuan pelajaran di hari selanjutnya.

Berpijak pada latar belakang masalah di atas, permasalahan pokok yang akan dicari jawabannya melalui penelitian ini adalah:

1. Bagaimana aktivitas siswa kelas XII IPA₂ pada MAN Tambakberas Jombang Tahun Pelajaran 2014-2015 dalam proses pembelajaran kimia?
2. Apakah pembelajaran kimia dengan metode terpadu dapat meningkatkan kebiasaan siswa secara kontinu dan hasil belajar siswa dalam pelajaran kimia kelas XII IPA₂ pada MAN Tambakberas Jombang Tahun Pelajaran 2014-2015?

Tinjauan Tentang Proses Belajar Mengajar Kimia

Persyaratan penting untuk terwujudnya pendidikan bermutu adalah pelaksanaan proses pembelajaran oleh guru yang profesional, handal dalam layanan dan handal dalam keahliannya. Guru dituntut untuk membantu perkembangan siswa dalam segi kognitif, afektif dan psikomotor serta bukan semata-mata memberikan ilmu pengetahuan, tetapi juga harus menciptakan kondisi yang kondusif agar siswa belajar terus menerus. Unsur-unsur tersebut menjadi menyeluruh dan terjalin dalam hubungan timbal balik antara guru dan siswa pada saat pengajaran berlangsung.

Menurut Hudojo (1998) bahwa belajar merupakan suatu proses aktif dalam memperoleh pengalaman dan pengetahuan baru sampai menyebabkan terjadinya perubahan tingkah laku pada peserta didik. Pada umumnya siswa cenderung belajar dengan hafalan daripada secara aktif mencari tahu untuk membangun pemahaman mereka sendiri terhadap konsep ilmu kimia tersebut. Hal ini menyebabkan sebagian besar konsep kimia menjadi konsep yang abstrak bagi siswa dan bahkan mereka sendiri tidak dapat mengenali konsep kunci atau hubungan antar konsep yang diperlukan untuk memahami konsep tersebut. Akibatnya siswa tidak dapat membangun pemahaman konsep kimia yang fundamental pada awal mereka mempelajari ilmu kimia.

Dari berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa yang dapat dengan mudah mempelajari mata pelajaran lain, tetapi mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep dan prinsip ilmu kimia. Hal ini disebabkan karena karakteristik dari ilmu kimia yang berbeda dengan konsep ilmu lainnya, sehingga cara mempelajarinya juga tidak sama. Apalagi secara formal ilmu kimia baru diperoleh ketika siswa masuk SMU/MA, sehingga wajar bila siswa menyawakan cara belajarnya dengan konsep ilmu lainnya.

Tinjauan Tentang Aktivitas Belajar Siswa

Guru yang baik bukanlah manusia yang pintar, melainkan mereka yang dapat memberikan inspirasi untuk merangsang naluri keingintahuan para siswanya. Guru harus mampu menciptakan situasi agar terjadi interaksi antara siswa dengan guru, siswa dengan siswa dan siswa dengan lingkungannya serta menjaga agar adanya saling memberi dan saling menerima dalam proses belajar dalam bentuk komunikasi aktif.

Agar terjalin komunikasi yang aktif dan dinamis antara guru dan siswanya, guru harus mampu menguasai ketrampilan mengajar seperti ketrampilan bertanya, memberi penguatan, mengadakan variasi, menjelaskan, membuka dan menutup pelajaran, memimpin diskusi kelompok, mengelola kelas, mengajar kelompok dan perorangan (Truney, 1976).

Dalam kegiatan pembelajaran, menjelaskan berarti menyajikan informasi lisan secara sistematis dengan tujuan menunjukkan hubungan sebab akibat yang diketahui dengan yang belum diketahui, hukum berlaku umum dengan kenyataan sehari-hari. Proses belajar akan berhasil guna, jika penjelasan didasarkan kepada prinsip kebutuhan, relevan dengan tujuan pelajaran, menjawab pertanyaan, bermakna, kesesuaian dengan latar belakang dan kemampuan siswa.

Secara garis besarnya, menjelaskan terdiri dari tiga komponen utama yaitu menganalisa dan merencanakan serta menyajikan. Untuk itu guru harus merencanakan dan menganalisa kegiatan apa saja yang akan dilakukan dikelas. Dalam merencanakan suatu penjelasan, seorang guru kimia harus merancang kegiatan lebih dari seorang kimiawan yang merencanakan suatu penelitian. Penyajian penjelasan haruslah mengandung unsur: Pertama, kejelasan. Yaitu menggunakan bahasa yang mudah dimengerti, istilah-istilah teknis haruslah didefinisikan dengan jelas, untuk menghindari ungkapan yang meragukan. Kesalahan konsep dari siswa biasanya terjadi bersamaan dengan kesalahan pemakaian bahasa yang mengakibatkan siswa membuat hubungan dan analogi sendiri berdasarkan pada konsep kimia di dalam kelas dan kehidupan sehari-hari. Kedua, penggunaan contoh, ilustrasi dan analogi agar konsep-konsep yang abstrak dapat dimengerti pada hal penting dan penjelasan oleh guru haruslah mempunyai umpan balik dari siswa. (Brown, 1978: 87).

Dalam proses belajar banyak faktor yang dapat mempengaruhinya. Banyak ahli pendidikan yang mengelompokkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses belajar mengajar atas dua jenis, yakni faktor yang berasal dari individu (*intern*) dan faktor yang berasal dari luar individu (*ekstern*). Menurut Walgito (1980: 124-129): Faktor-faktor yang harus diperhatikan di dalam mencapai hasil belajar yang sebaik-baiknya adalah (1). Faktor siswa atau individu yang belajar (2). Faktor lingkungan dan (3). Faktor bahan atau materi yang dipelajari.

Hal ini senada dengan pendapat Prayitno, dkk (1978) menyatakan bahwa ada lima faktor yang dapat mempengaruhi kesuksesan siswa dalam belajar. Kelima faktor tersebut adalah: 1). Persyaratan penguasaan materi pelajaran antara lain berupa: (a). Penguasaan materi penunjang tugas, (b). menguasai materi pelajaran pada pertemuan terdahulu sebagai persiapan untuk mengikuti pelajaran berikutnya, (c). tidak memperbaiki tugas-tugas yang dinilai rendah. 2). Keterampilan belajar, berkaitan dengan (a). Kemampuan bertanya, (b). kelengkapan catatan pelajaran, (c). kemampuan meringkas pelajaran (d). kemampuan memilih tempat duduk yang paling menguntungkan (e). kemampuan menentukan ide pokok bahan bacaan dan (f). Kemampuan membaca 3). Sarana dan prasarana, diantaranya adalah (a). Kelengkapan sarana belajar (b). ketersediaan buku pelajaran, (c). fasilitas belajar yang memadai. 4). Diri pribadi, meliputi: (a). Rasa percaya diri, (b). kemampuan berkonsentrasi saat belajar, (c). perasaan nyaman saat ujian. 5). Kesadaran lingkungan, fisik serta lingkungan solo-emosional, berkaitan dengan: (a). Penataan ruang belajar yang bersih dan rapi, (b). suara musik yang menggema, (c) dorongan keluarga dan

(d). keharmonisan hubungan sosial dengan teman.

Tidak tercapainya tujuan belajar merupakan indikator adanya kesulitan dalam belajar. Jika siswa tidak berhasil mencapai taraf kualifikasi hasil belajar tertentu dalam batas waktu tertentu yang disebabkan oleh adanya hambatan-hambatan tertentu, dikatakan bahwa siswa mengalami kegagalan dalam belajar.

Kegagalan dalam belajar disebabkan adanya masalah dalam belajar itu sendiri yang cenderung subjektif, sehingga pengertiannya menjadi sangat bervariasi. Suatu keadaan atau kondisi bagi siswa dirasakan sebagai masalah, namun bagi siswa yang lain mungkin tidak. Hal ini disebabkan oleh suatu pandangan masing-masing individu yang berbeda. Masalah ini pada dasarnya sulit untuk diklasifikasikan karena tidak ada masalah yang berdiri sendiri atau terpisah secara tegas antara masalah satu dengan yang lain. oleh karena itu, klasifikasi masalah hendaklah dipahami sebagai suatu kecenderungan saja.

Berbagai permasalahan tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mengganggu kegiatan belajar. Bagaimanapun profesionalnya guru dan tersedianya sarana dan prasarana dalam kegiatan belajar mengajar, cara belajar siswa yang kurang baik sangat mempengaruhi kesuksesan siswa dalam belajar. Mooney dan Princess, mengemukakan bahwa : Kesukaran yang paling banyak ditemui siswa dalam belajar adalah tidak tahu dengan cara belajar yang efektif dan tidak dapat memusatkan perhatian dengan baik. Cara belajar yang baik merupakan faktor penting dalam mencapai keberhasilan siswa dalam belajar.

Tinjauan Tentang Hasil Belajar

Penilaian dan kemampuan belajar siswa adalah upaya mengumpulkan informasi tentang kemajuan belajar siswa dalam suatu periode tertentu. Penilaian bertujuan untuk memperbaiki dan meningkatkan kegiatan pembelajaran serta sebagai umpan balik bagi perencanaan dan pelaksanaan kegiatan mengajar (Departemen Agama RI, 1993: 31).

Dalam kurikulum tersebut dijelaskan bahwa penilaian hasil belajar merupakan pengumpulan informasi untuk mengetahui seberapa jauh pengetahuan dan kemampuan yang telah dicapai oleh seseorang siswa dalam bidang pelajaran tertentu. Implikasi dari hasil penilaian tersebut adalah diperlukannya ulangan harian dan ulangan umum sebagai alat ukurnya. Ulangan harian dilaksanakan setiap akhir dari sub bab pokok bahasan sedangkan ulangan umum dilaksanakan pada setiap semester.

Salah satu tes juga dilakukan untuk mengukur hasil belajar siswa selama proses pembelajaran dikenal dengan nama tes kecil, yakni tes yang diberikan selama pembelajaran dan digunakan untuk menentukan kemajuan pembelajaran tersebut. Materi tes terdiri dari materi yang sudah dan akan dipelajari dengan jumlah soal antara 2 – 3 soal dan lama waktu tes antara 10 sampai 15 menit.

Diharapkan hasil belajar yang dicapai hendaknya memberikan efek terhadap peningkatan

minat siswa untuk mempelajari beberapa hal, mempunyai sifat yang positif terhadap proses belajar mengajar dan mempunyai sikap percaya kepada diri sendiri. Dan hasil belajar yang dimaksud dalam penelitian ini adalah penguasaan materi pelajaran dan tingkat keberhasilan siswa yang dinyatakan dengan nilai.

Tinjauan Tentang Metode Terpadu

Untuk memberikan variasi dalam proses pembelajaran, ada beberapa macam metode yang dapat digunakan guru untuk meningkatkan aktivitas siswa dalam belajar, yang disebut dengan metode terpadu. Metode ini merupakan perpaduan antara :

Melaksanakan tes kecil, memberikan penjelasan dalam pembelajaran yang bervariasi (seperti menggunakan audio visual), melaksanakan diskusi kelompok dan diskusi kelas serta pemberian tugas mandiri yang terkontrol. Perpaduan aktivitas pembelajaran tersebut dinamakan dengan pembelajaran dengan metode terpadu. (Hamdi dan Djamas, 2001)

Metode ini merupakan upaya merubah cara mengajar yang lebih bermakna dengan tujuan menghilangkan kebosanan dan kejenuhan siswa dalam belajar. Apabila guru mampu mengadakan variasi mengajar dengan baik, maka selama proses belajar berlangsung siswa akan tetap dapat mempertahankan perhatiannya.

Pada setiap tatap muka dilakukan, diawali dengan melaksanakan tes kecil dengan alokasi waktu ± 10 menit dan dilanjutkan dengan apresiasi serta memberikan penjelasan dalam pembelajaran (menyampaikan materi pelajaran). Penyampaian materi ini dilakukan dengan menggunakan media pembelajaran sebagai bentuk keterampilan mengajar yang bervariasi. Komponen ketrampilan mengadakan variasi terdiri dari : Pertama, variasi suara, mimik dan gerak, kesenyapan, kontak pandang, perubahan posisi dan memusatkan. Kedua, variasi menggunakan media pembelajaran yang digolongkan kepada variasi penggunaan alat/bahan yang dapat didengar, diraba dan dimanipulasi dan ketiga, variasi pola interaksi dan kegiatan siswa di dalam kelas artinya guru bertindak sebagai sutradara (Alipandie, 1985: 87).

Metode kerja kelompok merupakan salah satu metode yang dapat digunakan guru agar siswanya aktif, saling bertukar pikiran dan pengalaman. Dengan bekerja kelompok, semua siswa akan terlibat dalam pemecahan masalah dan dapat menimbulkan persaingan karena kehadiran kelompok kerja yang lain.

Metode kerja kelompok bila dilakukan secara tepat sangat efektif digunakan dalam pembelajaran seperti dikemukakan oleh Romlah (1989:21) bahwa: Kerja kelompok sangat besar pengaruhnya terhadap perkembangan individu, cara individu belajar, cara bagaimana individu mengembangkan pola-pola perilaku, cara menghadapi masalah, cara menentukan nilai-nilai hidup, cara memilih pekerjaan dan cara menyesuaikan diri.

Untuk mengantisipasi semua kelemahan metode kerja kelompok mutlak diperlukan

kecakapan guru dalam mempersiapkan, membentuk, mengawasi, membimbing dan memberikan pengarahan kerja kelompok dengan mengacu kepada tujuan untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa.

Meskipun dalam kerja kelompok siswa telah menemukan jawaban atas masalah kerja kelompok namun masih perlu dilanjutkan dengan diskusi kelas, agar hasil kerja kelompok tersebut dapat disosialisasikan kepada teman anggota kelompok lain serta dapat dijadikan ajang perbaikan bila pada kerja kelompok masih terdapat kesalahan-kesalahan konsep dan teori.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang bersifat reflektif dengan melakukan tindakan-tindakan tertentu untuk dapat memperbaiki dan meningkatkan praktek-praktek pembelajaran di kelas sehingga mampu memotivasi semangat belajar dan hasil belajar.

Subyek (sasaran perlakuan) penelitian ini adalah siswa XII IPA₂ pada MAN Tambakberas Jombang tahun pelajaran 2014-2015, yang berjumlah 36 siswa.

Rancangan penelitian terdiri dari 2 (dua) siklus, masing-masing siklus 4 (empat) kali pertemuan. Tindakan yang dilakukan adalah pembelajaran dengan metode terpadu pada setiap kali pertemuan. Pola pelaksanaan tindakan ini menggunakan model siklus yang terdiri dari empat komponen, yakni perencanaan, pelaksanaan, observasi dan refleksi.

Guna memperoleh data yang valid dan reliable (akurat dan terukur serta dapat dipertanggungjawabkan), data yang dikumpulkan dikumpulkan dengan menggunakan instrumen: 1) Lembar Angket yang disusun berdasarkan kondisi siswa dilapangan 2) Lembar observasi aktifitas siswa yang terdiri dari 2 (dua) macam, yakni (1). Lembar observasi aktifitas siswa saat PBM berlangsung dan (2). Lembar observasi aktifitas siswa saat berlangsungnya kerja kelompok 3) Tes tertulis 4) Wawancara

Jenis data yang akan diambil pada setiap tindakan terdiri atas dua jenis, yakni :

1) Data Kualitatif, diperoleh dari hasil pengolahan lembar observasi aktifitas siswa. 2) Data Kuantitatif, diperoleh dari nilai hasil tes kecil (tes kolaborasi) dan tes siklus

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode:

1. Untuk aktifitas siswa, digunakan metode perhitungan :

$$\% AB = \frac{\sum n}{\sum N} \times 100 \%$$

Dimana:

% AB = Prosentase aktifitas siswa pada setiap pertemuan/ tatap muka dilakukan

$\sum n$ = Jumlah siswa yang melakukan aktifitas

$\sum N$ = Jumlah siswa keseluruhan

2. Untuk mengolah data hasil tes, digunakan rumus

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana:

ΣX = Jumlah nilai dari tes hasil belajar

N = Jumlah siswa keseluruhan

Data kualitatif dianalisa berdasarkan prosentase kriteria keaktifan siswa, yakni:

81 - 100 % = Amat Baik

61 - 80 % = Baik

41 - 60 % = Cukup

21 - 40 % = Kurang

0 - 20 % = Sangat Kurang

Keaktifan siswa digambarkan dengan jumlah siswa yang melakukan aktifitas, dimana aktifitas ini cenderung naik ataupun turun. Dengan mengelompokkan kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa selama pelaksanaan tes kecil, aktifitas PBM, diskusi kelompok dan diskusi kelas akan diambil sebagai dasar tindakan selanjutnya untuk memperbaiki strategi pembelajaran di masa datang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari tindakan yang telah dilakukan dalam dua siklus, ditemukan adanya peningkatan kualitas hasil maupun kualitas proses pembelajaran. Secara rinci diuraikan dalam paparan berikut:

Siklus I

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap aktifitas siswa, saat berlangsungnya tes kecil 1 sampai tes kecil 4, diperoleh informasi dalam bentuk tabel :

Tabel 1. Aktifitas Siswa saat PBM (siklus I)

No	Aktifitas siswa	Aktifitas siswa pada							
		Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3		Pertemuan 4	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
1	Memperhatikan uraian guru	32	39,5	33	38,4	33	37,9	34	37,8
2	Mencatat uraian guru	25	30,9	33	38,4	33	37,9	34	37,8
3	Mengajukan pertanyaan	5	6,2	3	3,5	6	6,9	8	8,9
4	Menjawab pertanyaan guru	3	3,7	4	4,7	7	8,0	9	10,0
5	Mengobrol	4	4,9	3	3,5	2	2,3	1	1,1
6	Bersikap acuh	2	2,4	2	2,3	2	2,3	2	2,2
7	Mengerjakan pekerjaan lain	5	6,2	4	4,7	2	2,3	1	1,1
8	Minta izin keluar	5	6,2	4	4,7	2	2,3	1	1,1
JUMLAH		81	100	86	100	87	100	90	100

Tabel 2: Aktifitas Siswa dalam Diskusi (siklus I)

No	Aktifitas siswa	Aktifitas siswa pada diskusi kelompok dan diskusi kelas							
		1		2		3		4	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%

1	Bertanya	3	8,1	3	7,9	5	12,5	9	23,1
2	Menjawab/ menjelaskan	4	10,8	5	13,1	6	15,0	9	23,1
3	Membaca	6	16,2	5	13,1	6	15,0	4	10,2
4	Diam tetapi perhatian pd diskusi	8	21,6	10	26,3	10	25,0	7	17,9
5	Diam tetapi perhatian pd yang lain	4	10,8	3	7,9	2	5,0	4	10,2
6	Senyum-senyum saja	5	13,5	6	15,8	7	17,5	4	10,2
7	Permisi keluar	5	13,5	4	10,5	3	7,5	2	5,1
8	Mengantuk	2	5,4	2	5,3	1	2,5	-	-
JUMLAH		37	100	38	100	40	100	39	100

Tabel 3: Aktifitas Siswa dalam Tes Kecil dan Tes Siklus (siklus I)

No	Aktifitas siswa	Pelaksanaan Tes Kecil							
		Tes Kecil 1		Tes Kecil 2		Tes Kecil 3		Tes Kecil 4	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
1	Bertanya pada teman	5	11,89	3	8,33	1	2,78	1	22,78
2	Bingung	4	11,11	2	5,56	-	-	-	-
3	Mencontek	5	13,89	2	5,56	1	2,78	-	-
4	Membuka buku	3	8,33	1	2,78	-	-	-	-
5	Menjawab dengan serius	17	47,22	28	77,77	34	94,44	35	97,22
6	Gelisah	2	5,56	-	-	-	-	-	-
JUMLAH		36	100	36	100	36	100	36	100

Siklus II

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan terhadap aktifitas siswa, saat berlangsungnya tes kecil 5 sampai tes kecil 8, diperoleh informasi yang disajikan dalam bentuk tabel :

Tabel 4. Aktifitas Siswa saat PBM (Siklus II)

No	Aktifitas siswa	Aktifitas Siswa Pada							
		Pertemuan 5		Pertemuan 6		Pertemuan 7		Pertemuan 8	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
1	Memperhatikan uraian guru	35	43,2	36	43,9	35	47,3	36	45,0
2	Mencatat uraian guru	33	40,7	35	42,7	35	47,3	34	42,5
3	Mengajukan pertanyaan	3	3,7	4	4,9	2	2,7	5	6,3
4	Menjawab pertanyaan guru	4	4,9	4	4,9	-	-	4	5,0
5	Mengobrol	1	1,2	-	-	-	-	-	-
6	Bersikap acuh	1	1,2	-	-	-	-	-	-
7	Mengerjakan pekerjaan lain	1	1,2	1	1,2	-	-	-	-

8	Minta izin keluar	3	3,7	2	2,4	2	2,7	1	1,2
JUMLAH		81	100	82	100	74	100	80	100

Tabel 5. Aktifitas Siswa dalam Diskusi (Siklus II)

No	Aktifitas siswa	Aktifitas Siswa Pada Diskusi Kelompok dan Diskusi Kelas							
		5		6		7		8	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
1	Bertanya	13	30,2	14	34,1	19	39,5	25	36,7
2	Menjawab / menjelaskan	14	32,5	15	36,6	20	41,7	23	33,8
3	Membaca	2	4,6	1	2,4	-	-	-	-
4	Diam tetapi perhatian pada diskusi	9	20,9	9	21,9	8	16,7	10	14,7
5	Diam tetapi perhatian pada yang lain	1	2,3	-	-	-	-	-	-
6	Senyum-senyum saja	3	6,9	2	4,9	1	2,1	10	14,7
7	Permisi keluar	1	2,3	-	-	-	-	-	-
8	Mengantuk	-	-	-	-	-	-	-	-
JUMLAH		43	100	41	100	48	100	68	100

Tabel 6. Aktifitas Siswa dalam Tes Kecil dan Tes Siklus (Siklus II)

No	Aktifitas siswa	Pelaksanaan Tes Kecil							
		Tes Kecil 5		Tes Kecil 6		Tes Kecil 7		Tes Kecil 8	
		Jml	%	Jml	%	Jml	%	Jml	%
1	Bertanya pada teman	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Bingung	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Mencontek	1	2,78	-	-	-	-	-	-
4	Membuka buku	35	97,22	36	100	36	100	36	11
5	Menjawab dengan serius	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Gelisah	-	-	-	-	-	-	-	-
JUMLAH		36	100	36	100	36	100	36	100

Hasil Nilai

Terjadi peningkatan hasil belajar yang tergambar pada peningkatan nilai hasil ulangan.

1. Sebelum pelaksanaan metode pembelajaran terpadu, nilai rata-rata kelas pada ulangan pertama = **66,9** dan pada ulangan kedua nilai rata-rata kelas = **70**. Sedangkan nilai rata-rata kelas, setelah diadakan kedua ulangan ini = **68,5**. Rentangan nilai berkisar antara 45 – 85 pada pelaksanaan ulangan harian pertama dan antara 45–85 pada ulangan harian kedua.
2. Setelah pelaksanaan tindakan kelas dengan metode pembelajaran terpadu, diketahui adanya peningkatan yang signifikan terhadap nilai rata-rata siswa dan nilai rata-rata kelas. Nilai rata-rata kelas dari pelaksanaan tes kecil 1 sampai dengan tes kecil 8, berfluktuasi dari **72,1 – 75,7**. Sedangkan rata-rata kelas mengalami peningkatan dari **68,0** menjadi **74,4** (atau meningkat sebesar **9,4 %**).
3. Hasil tes siklus menunjukkan bahwa hanya 25 % siswa (sebanyak 9 orang siswa) yang memperoleh nilai < 75. Jumlah ini cenderung menurun bila dibandingkan saat pelaksanaan ulangan harian pertama dan ulangan harian kedua, yakni sebanyak 21 orang siswa (= 58 %) dan 18 orang siswa (=50 %).

Berdasarkan hasil observasi dan nilai tes kecil pada siklus II, diperoleh informasi bahwa metode terpadu memberikan peningkatan aktivitas positif pada siswa selama proses pembelajaran yang diiringi dengan peningkatan hasil belajar siswa secara signifikan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tindakan kelas yang dilakukan melalui pembelajaran dengan metode terpadu pada siswa kelas XI IPA2 pada MAN Tambakberas Tahun Pelajaran 2014 – 2015 diperoleh hasil :

- 1) Aktivitas siswa selama pembelajaran kimia adalah:

Dari pengamatan terhadap aktifitas siswa saat berlangsungnya proses belajar mengajar, terlihat aktifitas siswa sebagai berikut :

- a. Sulitnya menghilangkan kebiasaan siswa untuk meminta izin keluar. Selama terjadinya pertemuan 1 sampai dengan pertemuan 8 aktifitas ini selalu ada.
- b. Siswa selalu fokus terhadap penyajian materi yang diberikan oleh guru, kegiatan yang selalu memperhatikan uraian guru ini, disebabkan oleh penyajian materi pelajaran dengan menggunakan media (*laptop dan infocus*).

Saat pelaksanaan diskusi kelompok dan diskusi kelas, aktifitas yang terlihat adalah :

- a. Terjadinya peningkatan aktifitas bertanya dari 8,1 % menjadi 36,7 % atau naik sebesar 28,6 %. Siswa yang menjawab/menjelaskan mengalami kenaikan dari 10,8 % menjadi 33,8 % atau naik sebesar 23 %.
- b. Masih sulitnya menghilangkan aktifitas negatif, saat dilaksanakannya diskusi kelompok ataupun diskusi kelas, seperti aktifitas diam tetapi perhatian pada yang lain, senyum-senyum saja, permisi keluar bahkan mengantuk.

Sementara aktivitas siswa pada saat dilaksanakan tes kecil adalah:

- a. Tidak adanya siswa yang bertanya pada teman dimana saat tes kecil 1 terdapat 13,89 % atau sebanyak 5 orang siswa. Dan tidak adanya siswa yang kelihatan bingung mengerjakan soal, yang pada saat tes kecil berjumlah 5, 56 %
 - b. Terjadi kenaikan jumlah siswa yang serius dalam menjawab soal dari 47,22 % menjadi 100 % atau naik sebesar 52, 78 %.
- 2) Perlakuan dan tindakandengan menerapkan metode pembelajaran terpadu, yang terdiri dari: melaksanakan tes kecil, memberikan penjelasan dalam pembelajaran yang bervariasi (seperti menggunakan audio visual), melaksanakan diskusi kelompok dan diskusi kelas serta pemberian tugas mandiri yang terkontrol. Hasil pemberlakuan metode terpadu ini membawa perubahan yang signifikan terhadap cara belajar dan prestasi belajar siswa. Setelah pelaksanaan tindakan kelas dengan metode pembelajaran terpadu, diketahui adanya peningkatan yang signifikan terhadap nilai rata-rata siswa dan nilai rata-rata kelas. Nilai rata-rata kelas dari pelaksanaan tes kecil 1 sampai dengan tes kecil 8, berfluktuasi dari **72,1 – 75,7**. Sedangkan rata-rata kelas mengalami peningkatan dari **68,0** menjadi **74,4** (atau meningkat sebesar **9,4 %**)

DAFTAR RUJUKAN

- Romlah, Abdi. 1996. *Evaluasi Pendidikan*. Bandung : Angkasa
- Alipandie, Imansyah. 1985. *Didaktik Metodik Pendidikan Umum*. Usaha Nasional: Surabaya
- Hamdi dan Djusmini Djamas. 2001. *Upaya Pembelajaran Mahasiswa Melalui Program Terpadu Dalam Mata Kuliah Fisika Kuantum*. Buletin Pembelajaran UNP Edisi: 01/Maret-Tahun XXIV/2001.
- Departemen Agama RI. Dirjen Kelembagaan Agama Islam. 1993. *Standarisasi Kurikulum Madrasah 1994*.
- Mooney dan Princess. *Motivation and Work Behavior*. Mc Grow Hill, Inc. : New York.
- Prayitno, dkk. 1978. *Psikologi Pendidikan*. IKIP Padang: Padang
- Walgito, Bimo. 1980. *Bimbingan dan Penyuluhan di Sekolah*. Yayasan Penerbit Fakultas Psikologi UGM : Yogyakarta.
- Brown, G. 1975. *Micro Teaching a Programme of Teaching Skill*. Muthuen & Ltd : London.
- Herman, Hudojo. *Strategi Belajar Mengajar*. CV. Angkasa. Bandung: 1998.
- Turney, LG, Cairns. 1976. *Sydney Micro Skill : I. Handbook*. Sydney University: Sydney.

**SOCIAL PRESENCE DALAM PEMBELAJARAN KOOPERATIF STAD DIPADU
DENGAN BLENDED LEARNING MATA KULIAH ANALISIS INSTRUMEN MATERI
SPEKTROSKOPI MASSA**

Donna Novita Sari^{1a}, Surjani Wonorahardjo^{2a}, Sri Rahayu^{3a}

^a Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang

*Corresponding author's email:

donnaNS.28@gmail.com¹, s_wonorahardjo@yahoo.com², [yayuk okayama@yahoo.com](mailto:yayuk_okayama@yahoo.com)³

ABSTRAK: Perkembangan ilmu kimia termasuk spektroskopi massa memaksa mahasiswa menghadapi bahan belajar yang semakin banyak dengan waktu belajar yang terbatas. Hal tersebut dapat diatasi dengan pembentukan lingkungan belajar bersama melalui pembelajaran kooperatif. Salah satu pembelajaran kooperatif yang paling sederhana dan mudah dipelajari adalah pembelajaran kooperatif STAD. Pembelajaran kooperatif STAD dapat dilaksanakan dengan memadukan pembelajaran secara *online* dan tatap muka yang disebut *blended learning*. *Blended learning* dibangun berdasarkan kerangka *Community of Inquiry* (CoI) yang terdiri dari *social*, *cognitive*, dan *teaching presence*. Unsur dalam *Community of Inquiry* yang berkaitan erat dengan pembelajaran kooperatif adalah *social presence* yang akan dibahas secara mendetail dalam artikel ini.

Kata kunci: *Social presence, blended learning, pembelajaran kooperatif STAD, spektroskopi massa*

ABSTRACT: *The development of chemistry, including mass spectroscopy forcing students have more learning materials with a limited learning time. This can be circumvented with the establishment of shared learning environment through cooperative learning. Cooperative learning is one of the most simple and easy to learn is a STAD cooperative learning. STAD cooperative learning can be implemented by combining online learning and face to face, called blended learning. Blended learning is built on the framework of the Community of Inquiry (CoI) consisting of social, cognitive, and teaching presence. Community of Inquiry elements which is closely related to cooperative learning is a social presence which will be discussed in detail in this article.*

Keywords: *social presence, blended learning, STAD cooperative learning, mass spectroscopy*

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, perkembangan metode pembelajaran juga mengalami beberapa perubahan. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran bertujuan untuk membantu pengajar dalam meningkatkan keterikatan pelajar selama pembelajaran berlangsung (Smith, 2013). Salah satu penggunaan teknologi dalam pembelajaran adalah, penggunaan pembelajaran *online* (Conrad, 2010; Arbaugh, 2010; Garrison, 2008). Pembelajaran *online* didefinisikan sebagai penggunaan internet untuk mengakses materi pembelajaran, berinteraksi dengan konten, pengajar serta pelajar lain (Ally, 2002 dalam Guzer 2013). Salah satu

pembelajaran yang memanfaatkan teknologi dalam pelaksanaannya adalah *blended learning*. *Blended learning* merupakan pembelajaran yang memadukan pembelajaran tatap muka dan pembelajaran *online*.

Salah satu tantangan mempelajari ilmu kimia adalah materi yang berkembang dengan pesat sehingga bahan belajar yang dipelajari sangat banyak termasuk dalam mempelajari materi spektroskopi massa. Di lain pihak, waktu yang tersedia untuk mempelajari spektroskopi terbatas. Pembelajaran konvensional melalui pembelajaran langsung memakan waktu dan mendorong mahasiswa menjadi pasif dalam belajar. Kean (1984) menyarankan membentuk kelompok belajar dalam mempelajari materi-materi dengan bahan belajar yang banyak.

Kelompok belajar yang mampu meningkatkan keaktifan mahasiswa dalam belajar dapat diwujudkan melalui pembelajaran kooperatif (Wright, 1996; dan Cooper, 2008). Dalam pembelajaran kooperatif, mahasiswa duduk bersama anggota kelompok untuk mencapai tujuan bersama (Iskandar, 2011) dan meningkatkan pengetahuan pribadi (Jolliffe, 2007). Cooper (2008) menyebutkan, mahasiswa yang berpartisipasi dalam kerja kolaboratif mampu meningkatkan kemampuan dalam memecahkan masalah saat mereka bekerja secara individu. Salah satu model pembelajaran kooperatif paling sederhana dan mudah diimplementasikan dalam bidang sains adalah STAD (Carpenter, 2003). Salah satu tahap dalam STAD yang menuntut agar mahasiswa terlibat aktif dalam pembelajaran adalah kegiatan tim.

Pada saat kegiatan tim, mahasiswa bersama sama dalam kelompok melaksanakan diskusi untuk memecahkan masalah dan mencapai tujuan bersama. Penggunaan diskusi *online* dalam pembelajaran dapat meningkatkan efektifitas diskusi (Qiu, 2013). Oleh karena itu, dalam penelitian ini kegiatan tim pada diskusi kelompok kecil dilaksanakan secara *online*, sedangkan tahap STAD yang lain dilaksanakan dalam kelas tatap muka. Pembelajaran yang memadukan kegiatan belajar *online* dan tatap muka disebut dengan *blended learning* (Garrison, 2008).

Blended learning dibangun dari kerangka *Community of Inquiry* yang terdiri dari *social presence*, *teaching presence* dan *cognitive presence* (Garrison, 2008; Arbaugh, 2010). Dari ketiga *presence* dalam CoI, yang berkaitan erat dengan kegiatan tim dalam pembelajaran kooperatif STAD adalah *social presence*. Vaughan (2010) mengungkapkan, *social presence* merupakan unsur yang paling berpengaruh dalam keberhasilan *blended learning* dibanding kedua unsur lain dalam *Community of Inquiry*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada mahasiswa semester 5 offering G dan H jurusan kimia Universitas Negeri Malang tahun ajaran 2014/2015. Rancangan penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental semu dengan desain penelitian *posttest only control group design*. Offering

G bertindak sebagai kelas kontrol yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran kooperatif STAD. Sedangkan offering H bertindak sebagai kelas eksperimen yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran kooperatif STAD yang dipadu dengan *blended learning*.

Instrumen pengukuran yang digunakan adalah tes dan lembar penilaian diskusi online. Tes digunakan untuk mengukur hasil belajar kognitif mahasiswa. Lembar penilaian diskusi *online* (Garrison, 2008) digunakan untuk menilai kegiatan mahasiswa selama diskusi *online*. Data hasil belajar kognitif kemudian dianalisa menggunakan uji normalitas, homogenitas dan dilanjutkan dengan uji-T untuk mengetahui adanya perbedaan hasil belajar kognitif antara kelas kontrol dan kelas eksperimen.

Desain Pembelajaran

Masing-masing pertemuan membahas satu topik diskusi dalam satu forum, sehingga terdapat 4 forum diskusi untuk materi spektroskopi massa. Pembagian forum diskusi dapat dilihat pada Tabel 1.

Forum diskusi	Judul topik
1	Spektrometer massa
2	Komponen spektrometer massa 1
3	Komponen spektrometer massa 2
4	Spektrum massa

Tahap-tahap pembelajaran kooperatif STAD dipadu dengan *blended learning*, mengikuti langkah langkah pembelajaran kooperatif STAD. Sebagian langkah dilaksanakan pada pembelajaran *online*, sebagian langkah lain dilaksanakan pada pembelajaran tatap muka. *Social presence*, diperlihatkan pada interaksi yang terjadi antara pengajar-mahasiswa maupun mahasiswa-mahasiswa (Jusoff, 2009). Interaksi antara pengajar dan mahasiswa dilakukan pada tahap presentasi kelas, kegiatan tim, skor kemajuan individual dan rekognisi tim. Interaksi antar mahasiswa-mahasiswa dilaksanakan pada tahap kegiatan tim. Secara singkat pembagian langkah-langkah pembelajaran kooperatif STAD dengan *blended learning* dapat dilihat pada Tabel 1.

Pembelajaran kooperatif STAD dipadu dengan *blended learning* pada pembelajaran spektroskopi massa, dilaksanakan selama 4 pertemuan, pada jam perkuliahan analisis instrumen. Mahasiswa yang berpartisipasi berjumlah 32 mahasiswa. Pada setiap pertemuan, mahasiswa terbagi menjadi kelompok-kelompok kecil yang terdiri dari 4 mahasiswa tiap kelompok. *Worksheet* yang digunakan disusun berdasarkan silabus perkuliahan analisis instrumen pada materi Spektrometer Massa. *Worksheet* spektrometer massa terdiri dari empat topik (1) spektrometer massa, (2) komponen spektrometer massa 1, (3) komponen spektrometer massa 2, dan (4) spektrum massa.

Masing-masing topik dibahas pada tiap pertemuan.

Tabel 1Langkah Pembelajaran dalam Pembelajaran Kooperatif STAD dengan *Blended Learning*

No	Langkah Pembelajaran	Pembelajaran	Kegiatan Mahasiswa
1.	Presentasi Kelas	<i>Online</i>	• Membaca postingan pengajar yang berisi arahan materi topik, <i>worksheet</i>, dan literatur <i>online</i> • Membaca pertanyaan-pertanyaan yang ada pada <i>worksheet</i>
2.	Tim atau Kelompok	Kelompok kecil (diskusi kelompok)	• Memposting setiap pertanyaan <i>worksheet</i> pada kelompok kecil • Berdiskusi dengan teman kelompok dengan cara memberi komentar pada setiap postingan pertanyaan <i>worksheet</i> • Menyimpulkan dan menyalin hasil diskusi pada <i>worksheet</i>
		Kelompok Besar (diskusi kelas)	• Mengumpulkan <i>worksheet</i> yang telah berisi jawaban hasil diskusi <i>online</i> • Saling bertukar <i>worksheet</i> • Menyampaikan jawaban kelompok untuk masing-masing pertanyaan <i>worksheet</i> • Menyampaikan pertanyaan, sanggahan, ataupun tambahan terhadap jawaban yang telah disampaikan • Mendengarkan dan memperhatikan penguatan dari pengajar • Menyampaikan kesimpulan jawaban yang benar untuk masing-masing pertanyaan <i>worksheet</i>
3.	Kuis	Tatap muka	• Mengerjakan kuis setelah dua kali pertemuan (2 topik)
4.	Skor kemajuan individual	Tatap muka	• Menerima skor kemajuan individual
5.	Rekognisi tim	Tatap muka	• Menerima penghargaan tim sesuai kriteria yang telah ditentukan

Diskusi *online* dilaksanakan menggunakan bantuan situs EDMODO. Pelaksanaan diskusi *online*, dilaksanakan mulai dari masing-masing perwakilan memposting setiap pertanyaan yang terdapat pada *worksheet*, kemudian masing-masing anggota kelompok saling memberi jawaban, masukkan, dan komentar terhadap masing-masing pertanyaan. Sebagai timbal balik dari pengajar, setelah terjadi diskusi antar mahasiswa, pengajar mengamati masing-masing diskusi, kemudian memberi pengarahannya ataupun komentar terhadap diskusi yang telah dilaksanakan.

Setelah melaksanakan diskusi kelompok pada pembelajaran *online*, mahasiswa melaksanakan diskusi kelas pada pembelajaran tatap muka. Diskusi dilaksanakan mulai dari tukar menukar jawaban, presentasi kelompok untuk masing-masing pertanyaan, tanya jawab antar

kelompok, serta pengarahan, koreksi, dan komentar oleh pengajar. Setelah melaksanakan diskusi kelas, mahasiswa mengerjakan kuis sesuai materi yang telah dipelajari, kuis dilaksanakan setelah dua kali pertemuan.

Pembelajaran STAD memiliki penilaian tersendiri untuk memberikan penghargaan bagi mahasiswa. penilaian diambil berdasarkan peningkatan skor kemajuan individu masing-masing mahasiswa. Skor kemajuan individual dalam STAD bertujuan untuk memotivasi mahasiswa bekerja lebih baik daripada kuis sebelumnya yang telah dilakukan. Tiap mahasiswa diberikan skor “awal”, yang diperoleh dari rata-rata kinerja mahasiswa tersebut dalam mengerjakan kuis pada topik sebelumnya. Selanjutnya, mahasiswa mengumpulkan poin untuk tim berdasarkan tingkat kenaikan skor kuis masing-masing mahasiswa dibandingkan dengan skor awal. Kriteria penilaian skor kemajuan individual dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Kriteria Penilaian Skor Kemajuan Individu (Sumber: Slavin, 1995: 159)

Skor Kuis	Poin Kemajuan
Lebih dari 10 poin dibawah skor awal	5
10-1 poin dibawah skor awal	10
Skor awal sampai 10 poin diatas skor awal	20
Lebih dari 10 poin diatas skor awal	30
Kertas jawaban sempurna (terlepas dari skor awal)	30

Tim mendapatkan penghargaan apabila skor rata-rata tim mencapai kriteria tertentu. Skor tim diperoleh dari rata-rata skor kemajuan individual anggota tim. Tim yang memperoleh skor berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, berhak memperoleh penghargaan. Sehingga, akan memacu semangat para anggota tim untuk melakukan usaha terbaik. Kriteria penghargaan tim dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Kriteria Penilaian Skor dan Penghargaan Tim

Skor Kelompok	Penghargaan
≤ 15	<i>Good Team</i>
16 – 25	<i>Great Team</i>
≥ 26	<i>Super Team</i>

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Data

Uji normalitas pada offering G dan H menghasilkan nilai *Sig.* (0,181) > 0,05, dan *Sig.* (138) > 0,05, sehingga dapat dinyatakan bahwa data hasil belajar kognitif mahasiswa offering G dan H terdistribusi normal. Uji Homogenitas data hasil belajar kognitif offering G dan H menghasilkan nilai *Sig.* (0,114) > 0,05, sehingga dapat dinyatakan bahwa data hasil belajar kognitif offering G dan H homogen. Nilai rata-rata hasil belajar kognitif offering G (Kooperatif STAD) yaitu 76,23

sedangkan offering H (Kooperatif STAD dipadu dengan *blended Learning*) yaitu 76,33. Uji-t rata-rata hasil belajar kognitif offering G dan offering H menghasilkan nilai $\text{Sig. } (0,971) > 0,05$, sehingga dapat diputuskan bahwa tidak terdapat perbedaan hasil belajar kognitif yang signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen. Data penilaian partisipasi diskusi *online* offering H menghasilkan nilai 74,22 yang masuk dalam kriteria baik.

Tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kelas kontrol dan eksperimen, dapat dikatakan bahwa pembelajaran kooperatif STAD dipadu dengan *blended learning* tidak memiliki dampak negatif terhadap pembelajaran. Sehingga, penggunaan *blended learning* dalam pembelajaran kooperatif STAD dapat dijadikan salah satu alternatif pembelajaran yang baru. Terdapat 3 unsur media komunikasi dalam *blended learning* yang mendukung aplikasi *blended learning* digunakan dalam pembelajaran yaitu: *teaching*, *cognitive* dan *social presence*. Pada pembahasan dalam artikel ini, salah satu unsur yang diulas yaitu *social presence*.

Social Presence* dalam Pembelajaran Kooperatif STAD dipadu dengan *Blended Learning

Prinsip *social presence* dalam *blended learning* adalah untuk membangun suasana yang mampu mendorong komunikasi terbuka dan kolaborasi (Garrison, 2008). Garrison, mencontohkan kegiatan yang mampu menciptakan iklim keterbukaan dan kolaborasi dalam *social presence*, yaitu saat peserta pembelajaran mau memperkenalkan diri serta saling berbagi tentang tujuan akhir dari pembelajaran yang dilaksanakan. Tujuan akhir pada pembelajaran spektrometer massa yang dilaksanakan adalah, mahasiswa mampu menguasai konsep-konsep pada spektrometer massa seperti: (1) prinsip dasar spektrometer massa, (2) komponen spektrometer massa, dan (3) spektrum massa.

Social presence memberikan keleluasaan bagi mahasiswa untuk bebas mengekspresikan diri dan mengembangkan hubungan personal yang diperlukan untuk mencapai tujuan pendidikan (Garrison, 2008). *Social presence* dalam Komponen pembelajaran adalah membangun interaksi mahasiswa dengan memfasilitasi komunikasi mahasiswa baik secara tatap muka ataupun secara *online* dan memberikan dukungan kepada mahasiswa saat berpartisipasi dalam pembelajaran (Szeto, 2015). *Social presence* pada pembelajaran kooperatif STAD dengan *blended learning* dihadirkan dalam bentuk diskusi kelompok, baik secara *online* maupun tatap muka.

Diskusi *online* dilakukan pada diskusi kelompok kecil. Beberapa penelitian menemukan keunggulan dari diskusi *online*, yaitu menghasilkan diskusi yang lebih fokus (Qiu, 2013), fleksibilitas yang tinggi (Garrison, 2008). Diskusi *online* dilaksanakan pada saat diskusi kelompok kecil pada tahap kegiatan tim. Kegiatan tim dalam STAD merupakan fitur paling penting dalam STAD (Slavin, 1995). Tujuan dari pembentukan tim adalah memastikan bahwa semua anggota tim belajar bersama dan mempersiapkan tiap anggota tim untuk mengerjakan kuis dengan baik. Kegiatan tim dalam STAD adalah mempelajari materi dalam *worksheet* sampai mereka menguasai

materi yang dipelajari (Balfakih, 2010). Dalam kegiatan tim, mahasiswa berkumpul bersama, membahas masalah bersama, membandingkan jawaban, dan mengoreksi tiap kesalahan pemahaman yang dilakukan anggota tim (Slavin, 1995).

Diskusi tatap muka dilaksanakan saat diskusi kelas setelah mahasiswa melaksanakan diskusi *online*. Tujuan diskusi tatap muka dalam pembelajaran kooperatif STAD dipadu dengan *blended learning*, adalah untuk rekonsiliasi hasil diskusi kelompok kecil yang telah dilakukan secara *online*. Diskusi tatap muka dalam *blended learning* sangat diperlukan untuk meningkatkan keterikatan dan kepuasan mahasiswa pada desain pembelajaran yang digunakan (Conrad, 2010;rightiu). Garrison (2008) menyebutkan, *social presence* yang dibentuk melalui pertemuan *online* dan tatap muka memiliki potensi untuk saling melengkapi satu sama lain.

Interaktivitas Pembelajaran

Callager (2008) menyatakan, interaktivitas pembelajaran memiliki makna yang berkebalikan dengan pembelajaran pasif. Moore (1989) menyebutkan, terdapat 3 interaksi dalam pembelajaran, yaitu (1) mahasiswa-mahasiswa, (2) pengajar-mahasiswa, (3) mahasiswa-konten. Interaksi siswa merupakan hal yang sangat penting dalam menciptakan pembelajaran yang lebih mendalam dan bermakna (Ally, 2004). Interaktivitas dalam berperan penting pada aspek *social presence* dalam *blended learning* (Anderson, 2005).

Pada *blended learning*, interaktivitas pembelajaran terjadi secara tatap muka dan *online*. Pada pembelajaran tatap muka, interaksi antar mahasiswa-mahasiswa, antar mahasiswa-pengajar dan antar mahasiswa-konten dilaksanakan secara langsung didalam kelas. Sedangkan pada pembelajaran *online* dilaksanakan melalui bantuan teknologi komputer. Interaksi antar mahasiswa-mahasiswa dan antar pengajar-mahasiswa dapat dilaksanakan melalui diskusi *online*. Interaksi antara siswa dan konten dapat dilaksanakan melalui pembelajaran berbasis komputer seperti multimedia dan Web.

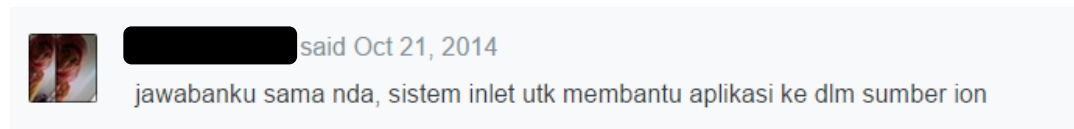
a. Interaksi mahasiswa-mahasiswa

Melalui interaksi mahasiswa-mahasiswa, mahasiswa membangun konsep dengan melakukan diskusi bersama pada topik yang telah ditentukan baik secara *online* maupun tatap muka. Interaktivitas yang terjadi selama diskusi *online* dapat dilihat pada respon yang diberikan oleh mahasiswa. Respon yang diberikan oleh mahasiswa dapat meningkatkan kemampuan tingkat tinggi (Callager, 2008). Untuk mengetahui kualitas respon yang diberikan oleh mahasiswa, Callager membagi tingkatan respon berdasarkan taksonomi SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcomes*). Biggs dan Collins (1982) membagi taksonomi SOLO menjadi 5 tingkat respon yaitu prastruktural, unistruktural, multistruktural, relasional dan *extended* abstrak. Callager (2008), membagi taksonomi SOLO pada diskusi *online* menjadi empat tingkat, yaitu: prastruktural

atau unistruktural, multistruktural, relasional dan *extended* abstrak. Contoh respon sesuai taksonomi SOLO pada penelitian yang peneliti lakukan yaitu:

Tingkat 1: Prastruktural atau Unistruktural

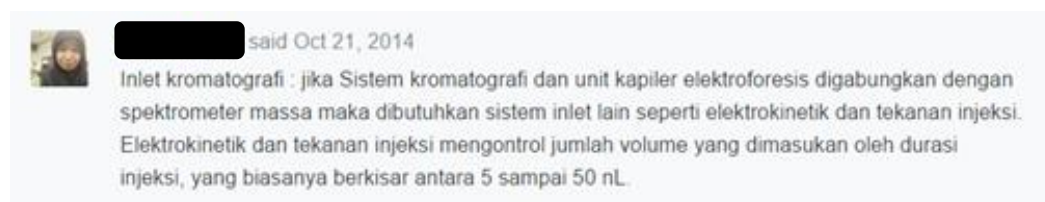
Callager (2008), pada tingkat ini, mahasiswa hanya setuju pada pernyataan mahasiswa lain diikuti dengan mengulang informasi yang telah ada.



Gambar 1 Respon Mahasiswa tingkat Prastruktural atau Unistruktural

Tingkat 2: Multistruktural

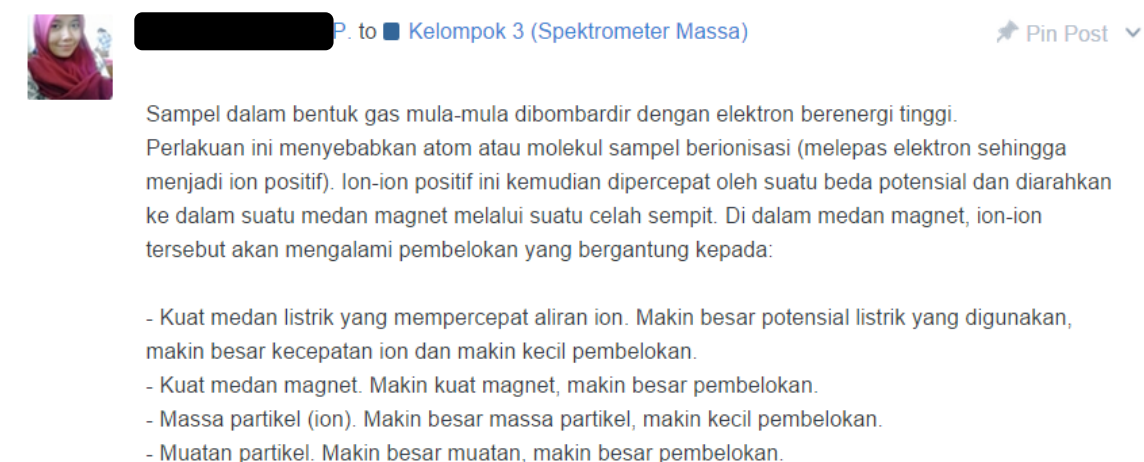
Callager (2008), mahasiswa menyatakan setuju atau tidak setuju diikuti dengan beberapa informasi baru, tetapi informasi yang diberikan belum terkonstruksi dengan baik.



Gambar 2 Respon Mahasiswa tingkat Multistruktural

Tingkat 3: Relasional

Callager (2008), mahasiswa menyatakan setuju atau tidak setuju diikuti dengan beberapa informasi pendukung yang sesuai.



Gambar 3 Respon Mahasiswa tingkat Relasional

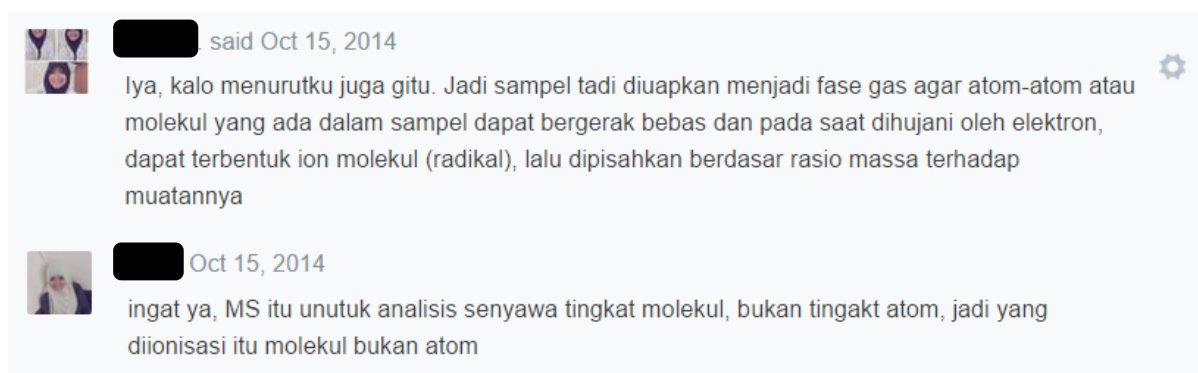
Tingkat 4: *Extended Abstrak*

Callager (2008), mahasiswa telah berada pada tingkat 3 dan didukung dengan kemampuan untuk membuat generalisasi diluar topik yang dibahas. Pada saat diskusi *online*, masih belum terlihat mahasiswa yang mampu menghubungkan topik yang telah dipelajari dengan topik diluar pembahasan.

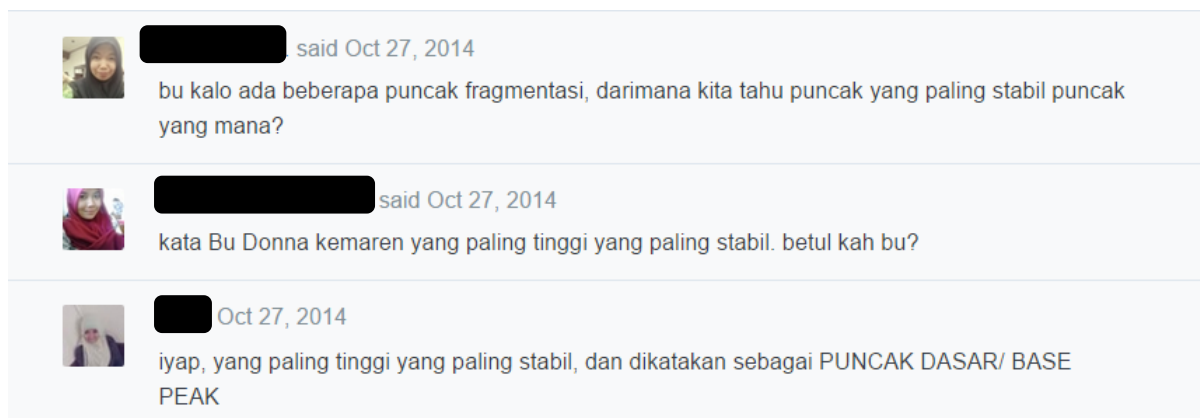
b. Interaksi mahasiswa-pengajar

Social presence dalam *blended learning* juga mampu memfasilitasi terbentuknya interaksi mahasiswa-pengajar baik pada pembelajaran *online* maupun tatap muka. interaksi mahasiswa-pengajar berkaitan dengan *teaching presence*. Peran pengajar dalam *social presence* adalah memfasilitasi komunitas dalam menjaga respon saling berkaitan sesuai tujuan pembelajaran (Garrison, 2008). Sebagai fasilitator, pengajar harus menciptakan kondisi dimana mahasiswa dapat berperan secara aktif pada pembelajaran (Garrison, 2008).

Garrison (2008) menyebutkan indikasi berjalannya *teaching presence* adalah rancangan pembelajaran yang tersusun dengan baik, berbagi pendapat pada komunitas inkuiri, serta terciptanya diskusi yang fokus. Dari ketiga indikasi tersebut, yang berhubungan langsung dengan interaksi mahasiswa-pengajar adalah berbagi pendapat pada komunitas inkuiri. Kegiatan berbagi pendapat pada komunitas inkuiri antar mahasiswa-pengajar antara lain: mahasiswa bertanya pada pengajar, pengajar bertanya kepada mahasiswa, pengajar memberikan masukan atau pendapat pada diskusi mahasiswa. Contoh interaksi antar mahasiswa-pengajar selama diskusi *online* dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Pengajar memberikan masukan atau pendapat terhadap salah satu komentar yang diberikan oleh mahasiswa

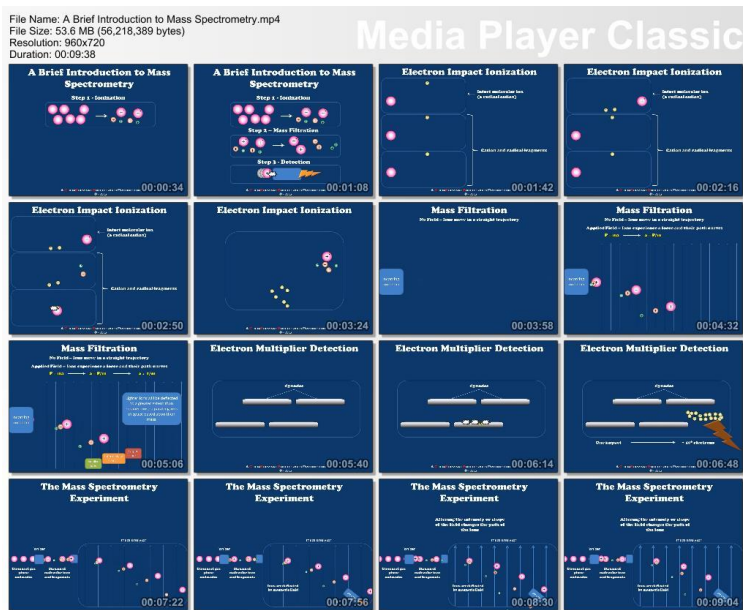


Gambar 5. Pengajar menjawab dan mengomentari pertanyaan dari mahasiswa

c. Interaksi mahasiswa-konten

Anderson (2003) menyatakan bahwa melalui *blended learning*, mahasiswa dapat berinteraksi dengan konten secara langsung dalam berbagai format media pembelajaran khususnya yang terdapat dalam dunia maya. Spektroskopi massa merupakan materi yang bersifat abstrak. Kean (1984: 5) menyarankan penggunaan gambar dalam menyajikan konsep yang abstrak. Herron (1996: 141) menyatakan, penggunaan pseudoexamples seperti gambar animasi sebuah atom dapat meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa. Browne (1989: 647) menyatakan, media yang terbaik dan paling mudah untuk menyajikan materi yang dinamis dan mudah diperoleh oleh mahasiswa yaitu menggunakan media komputer.

Pada pembelajaran *blended learning*, mahasiswa dapat dengan mudah mendapatkan sumber belajar dari web termasuk video animasi tentang materi spektroskopi massa. Dalam penelitian yang telah dilakukan, untuk mempermudah mahasiswa mendapatkan sumber belajar seperti animasi dan artikel yang sesuai dengan materi spektroskopi massa, peneliti menyediakan alamat web penyedia animasi maupun artikel yang dibutuhkan. Contoh dari animasi yang dipakai oleh peneliti dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Contoh Thumbnail Video yang Digunakan dalam Pembelajaran materi Spektroskopi Massa Topik Spektrometer Massa (Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=NuIH9-6Fm6U>)

Setelah melihat video animasi materi spektroskopi massa, mahasiswa akan berusaha memahami konsep yang terdapat dari video tersebut untuk membangun konsep sesuai dengan tujuan pembelajaran. Dalam memahami sebuah animasi materi spektroskopi massa, terdapat hal-hal yang kurang dimengerti oleh mahasiswa. Sehingga, untuk memahami makna dari animasi yang telah dilihat, mahasiswa berusaha untuk bertanya kepada teman satu kelompok melalui diskusi *online*. Selanjutnya, teman satu kelompok akan berusaha menjawab pertanyaan yang timbul dengan mencari konten materi yang sesuai dengan pertanyaan dan animasi yang ditanyakan. Sehingga terjadi interaksi baik mahasiswa-konten maupun mahasiswa-mahasiswa. Gambar 7 menunjukkan telah terjadinya interaksi mahasiswa-konten, serta mahasiswa-mahasiswa.



said Oct 15, 2014

oiya, di videonya ada pengaturan medan magnet kan ya, trus kalo pas kita klik medan di no.1, ion biru masuk.. kalo diklik no.2 ion hijau yang masuk, pas diklik no.3 ion merah yang masuk.. berarti makin tinggi medan magnet ion yang masuk makin besar juga kah?? ion2 itu masuknya ke dalam apa? detektor ya? -,-



██████████ a P. to

Kelompok 3 (Spektrometer Massa)

Pin Post ▼

Refrensi lagi rek..

Sampel dalam bentuk gas mula-mula dibombardir dengan elektron berenergi tinggi. Perlakuan ini menyebabkan atom atau molekul sampel berionisasi (melepas elektron sehingga menjadi ion positif). Ion-ion positif ini kemudian dipercepat oleh suatu beda potensial dan diarahkan ke dalam suatu medan magnet melalui suatu celah sempit. Di dalam medan magnet, ion-ion tersebut akan mengalami pembelokan yang bergantung kepada:

- Kuat medan listrik yang mempercepat aliran ion. Makin besar potensial listrik yang digunakan, makin besar kecepatan ion dan makin kecil pembelokan.
- Kuat medan magnet. Makin kuat magnet, makin besar pembelokan.
- Massa partikel (ion). Makin besar massa partikel, makin kecil pembelokan.
- Muatan partikel. Makin besar muatan, makin besar pembelokan.

[Show Less](#)

Gambar 7. Interaksi mahasiswa-konten

KESIMPULAN

Penggunaan pembelajaran kooperatif STAD dengan *blended learning* tidak memiliki dampak negatif terhadap hasil belajar kognitif mahasiswa, sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu pembelajaran alternatif. Salah satu unsur penting dalam *blended learning* yaitu *social presence*. *Social presence* merupakan unsur dalam *blended learning* yang memfasilitasi adanya interaktivitas pembelajaran. interaktivitas pembelajaran yang dapat terjadi antara lain interaksi mahasiswa-mahasiswa, mahasiswa-pengajar dan mahasiswa-konten.

DAFTAR PUSTAKA

- Ally, M. 2004. Foundation of Educational Theory for Online Learning. Dalam Anderson, T & Elloumi Fathi (Eds.), *Theory and Practice of Online Learning* (hlm. 3-32). Kanada: Athabasca University
- Anderson, T. 2003. Getting Mix Right Again: An Updated ad Theoritical Rationale for Interaction. *International Review of Research in Open and Distance Learning*. 4(2): 1-14.
- Anderson, T. 2005. Distance Learning-Social Software's Killer Ap?, (Online), <http://www.unisa.edu.au/odlaconference/PPDF2s/13%20odlaa%20-%20Anderson.pdf>
- Arbaugh, J.B., Bangert, A., Innes, M. C. 2010. Subject Matter Effect and Community of Inquiry (CoI) Framework: an Exploratory Study. *Internet and Higher Education*, 13: 37-44.
- Balfakih, N. M. 2010. The Effectiveness of Student Team Achievement Division (STAD) for Teaching high School Chemistry in the United Arab Emirates. *International Journal of Science Education*, 25(5): 605-624.
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy*. New York, NY: Academic Press.
- Browne, S. D., Ellsworth, P. E., Pornak, J. P. 1989. Teaching Magnetic Resonance Imaging Using Computer Animation. *Journal of Chemical Education*, 66(8): 647.
- Callagher, 2008. How Can Student Interactivity be Enhanced Through the Use of a Blended Learning Approach?. Research Report.
- Carpenter, S. R. 2003. Incorporation of a Cooperative Learning Technique in Organic Chemistry.

- Journal of Chemical Education*, 80(3): 330-332.
- Conrad, D. 2010. Building and Maintaining Community in Cohort-Based Online Learning. *Journal of Distance Education*, 20(1), 1-20.
- Cooper, M. M., Cox, C. T., Nammouz, J. M., Case, E. 2008. An Assessment of the Effect of Collaborative Groups on Students' Problem-Solving Strategies and Abilities. *Chemical Education Research*, 85(6): 866.
- Garrison, D. R., Vaughan, N. D. 2008. *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principle, and Guidelines*. United States of America: A Willey Imprint.
- Guzer, B., Caner, H. 2013. The Past, Present and Future of Blended Learning: An in Depht Analisis of Literature, *Social and Behaviorial Science*, 116(2014): 4596-4603.
- Herron, J. D. 1996. *The Chemistry Classroom: Formula for Successful Teaching*. United States of America: American Chemical Society.
- Iskandar, S. M. 2011. *Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis*. Malang: Bayu Media Publishing.
- Jolliffe, W. 2007. *Cooperative Learning in the Classroom Putting it into Practice*. California: Paul Chapman Publishing.
- Jusoff, K., Khodabandelou, R. 2009. Preliminary Study on the Role of Social Presence in Blended Learning Environment in Higher Education. *International Education Studies*, 2(4): 79-83.
- Kean, E., Middlecamp, C. 1984. *Panduan Belajar Kimia Dasar*. Terjemahan Pudjaatmaka, H. Jakarta: PT Gramedia.
- Moore, M. G. 1989. Editorial: Three Types of Interaction. *The American Journal of Distance Education*, 3: 1-6.
- Qiu, M., Mc. Doughal, D. 2013. Foster Strengths and Circumvent Weakness: Advantages and Disadvantages of Online Versus Face-to-Face Subgroup Discourse. *Computer & Education*, 67: 1-11.
- Slavin, R. E. 1995. *Cooperative Learning Teori, Riset dan Praktik*. Terjemahan Yusron, N. Bandung: Penerbit Nusa Media.
- Smith, N. V. 2013. Face-to-Face vs. Blended Learning: Effect on Secondary Students 'Perceptions and Performance. *Social and Behaviorial Science*, 89(2013): 79-83.
- Szeto E. 2015. Community of Inquiry as Instructional Approach: What Effects of Teaching, Social, and Cognitive Presence are There in Blended Synchronous Learning and Teaching?. *Computer & Education*, 81: 191-201.
- Vaughan, N. D. 2010. A Blended Community of Inquiry Approach: Linking student Engagement and Course Redesign. *Internet and Higher Education*, 13: 60-65.
- Wright, J. C. 1996. Authentic Learning Environment in Analytical Chemistry Using Cooperatif Methods and Open-Ended Laborartories in Large Courses. *Journal of Chemical Education*, 73(9): 828- 832.

KAJIAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM PADA MATERI KIMIA DI SMA

Fitria Rizkiana, I Wayan Dasna, Siti Marfuah

Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang 65145

Email: Fitriarizkianaana@yahoo.co.id atau idasna@um.ac.id

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan pelaksanaan praktikum pada materi kimia di SMA. Data penelitian dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dan wawancara tidak terstruktur. Sumber data penelitian adalah guru-guru Kimia dari 4 sekolah negeri yang ada di Malang. Data yang diperoleh melalui wawancara terstruktur digunakan untuk mengetahui pelaksanaan praktikum pada materi kimia di SMA, sedangkan data yang diperoleh dari wawancara tidak terstruktur digunakan untuk mengungkap tipe praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran materi kimia di SMA. Berdasarkan silabus mata pelajaran kimia kurikulum 2013, materi kimia di SMA terdiri atas 23 pokok bahasan, yaitu 6 pokok bahasan dipelajari di kelas X, 10 pokok bahasan dipelajari di kelas XI, dan 7 pokok bahasan dipelajari di kelas XII. Dari keseluruhan pokok bahasan tersebut setidaknya ada 19 jenis praktikum yang dilaksanakan yaitu 4 jenis praktikum dilakukan di kelas X, 10 jenis praktikum dilakukan di kelas XI, dan 5 jenis praktikum dilakukan di kelas XII. Dari hasil wawancara terstruktur diketahui bahwa pelaksanaan praktikum pada materi kimia di SMA sebesar 88,15% tergolong ke dalam kategori sangat baik. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa praktikum pada materi kimia hampir seluruhnya dapat dilaksanakan oleh SMA bersangkutan. Dari wawancara tidak terstruktur diketahui bahwa tipe praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran kimia di SMA adalah ekspositori.

Kata Kunci: *Praktikum, ekspositori*

ABSTRACT: *The aim of this study is describe the implementation of laboratory work in chemistry at the senior high school. Data were collected through structured and unstructured interviews. Data source of this study are chemistry teachers from 4 different senior high schools in Malang. data obtained from structured interviews are used to determine the implementation laboratory work in chemistry at senior high school, while the data obtained from unstructured interviews are used to determine type of laboratory work that applied in chemistry learning. From the syllabus of chemistry based on 2013 curriculum, chemistry at senior high school consisted of 23 headings, the 6 headings studied in grade X, 10 headings studied in grade XI, and 7 headings studied in grade XII. From the whole of the headings there are at least 19 units of laboratory work that applied, the 4 units of laboratory work do at grade X, 10 unit of laboratory work do at grade XI, and 5 unit of laboratory work do at grade XII. Based on data of structured interview is known that the implementation of laboratory work in chemistry lesson at the senior high school about 88,15% classified in the category very well. Result of this study indicate that the implementation of laboratory work on chemistry lesson can be almost entirely carried out by the senior high school. Based on data of unstructured interviews is known the type of laboratory work that applied in chemistry learning is expository.*

Keyword: *Laboratory work, expository*

PENDAHULUAN

Ilmu kimia sebagai salah satu cabang IPA (sains) merupakan salah satu pelajaran yang mulai diajarkan di SMP/MTs, dan kemudian dilanjutkan di SMA/MA/SMK. Konten kimia yang diajarkan di SMA terdiri atas 23 pokok bahasan, yaitu 6 pokok bahasan dipelajari di kelas X, 10 pokok bahasan dipelajari di kelas XI, dan 7 pokok bahasan dipelajari di kelas XII. Dari keseluruhan pokok bahasan tersebut, terdapat 19 pokok bahasan yang pembelajarannya terintegrasi dengan kegiatan praktikum. Sembilan belas pokok bahasan tersebut adalah ikatan kimia, larutan elektrolit dan nonelektrolit, reaksi oksidasi dan reduksi, perhitungan kimia, senyawa hidrokarbon dan minyak bumi, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, asam basa, hidrolisis garam, larutan penyangga (*buffer*), titrasi asam basa, kelarutan dan hasil kali kelarutan, sistem koloid, sifat koligatif, redoks dan elektrokimia, kimia unsur, senyawa turunan alkana, dan makromolekul. Jika suatu SMA melakukan 1 jenis praktikum untuk setiap pokok bahasan tersebut, maka setidaknya ada 19 jenis praktikum yang dilakukan yaitu 4 jenis praktikum di kelas X, 10 jenis praktikum di kelas XI, dan 5 jenis praktikum di kelas XII.

Kegiatan praktikum telah lama menjadi sentral dalam pembelajaran sains seperti Kimia. Para pendidik sains berpendapat bahwa sains tidak berarti bagi siswa tanpa melibatkan kegiatan di laboratorium. Kegiatan praktikum di laboratorium sengaja didesain untuk melibatkan siswa baik secara individual, kelompok kecil ataupun kelompok besar [26]. Banyak penelitian yang menunjukkan bahwa kegiatan praktikum memberikan banyak keuntungan bagi siswa [21], seperti meningkatkan hasil belajar [14], meningkatkan kemampuan bertanya, berpikir kritis, keterampilan berargumentasi, dan metakognitif [18], meningkatkan ketertarikan, rasa ingin tahu dan sikap positif siswa terhadap kimia, kreatifitas, kemampuan memecahkan masalah, pemahaman terhadap konsep-konsep kimia dan keterampilan proses sains siswa [6].

Kegiatan praktikum adalah suatu lingkungan pembelajaran dimana siswa bekerja secara kelompok dan kolektif untuk menyelidiki suatu fenomena sains [19]. Kegiatan praktikum adalah suatu kegiatan pembelajaran yang memberikan keleluasan kepada siswa untuk belajar memahami, dan disaat yang sama, mengajak siswa untuk membangun pengetahuannya dengan melakukan praktikum itu sendiri [27]. Pembelajaran bermakna di laboratorium akan terjadi jika siswa diberikan kesempatan untuk bertanya, mengajukan hipotesis, merancang percobaan, dan semua aktifitas yang melibatkan pikiran siswa [13].

Kegiatan praktikum dapat diklasifikasikan menjadi 4 tipe, yaitu: ekspositori, inkuiri, *discovery* dan *problem-based* [11]. Keempat tipe praktikum ini memiliki perbedaan ditinjau dari segi: (1) hasil (*outcome*) ditentukan atau tidak; (2) pendekatan (*approach*) dapat berupa induktif atau deduktif; (3) prosedur kerja (*procedure*) diberikan oleh guru atau dikembangkan sendiri oleh siswa. Perbedaan keempat jenis praktikum dapat dilihat pada Tabel 1.

Praktikum tipe pertama adalah ekspositori. Praktikum tipe ekspositori atau dikenal juga

dengan istilah verifikasi (konvensional), sangat populer di kalangan para pendidik sains [20]. Ciri khas dari kegiatan praktikum tipe ekspositori adalah hasil kegiatan praktikum yang telah diketahui oleh guru dan siswa, menggunakan pendekatan deduktif, dan prosedur kegiatan praktikum sudah disediakan oleh guru. Akibat dari kegiatan praktikum ini adalah siswa hanya mengikuti prosedur kerja praktikum yang disediakan oleh guru tanpa mengetahui maksud/tujuan dari setiap langkah prosedur yang mereka lakukan, dan siswa memperoleh hasil atau kesimpulan yang mungkin tidak mereka pahami [11].

Tabel 1 Perbedaan Keempat Jenis Praktikum

Tipe	<i>descriptor</i>		
	Hasil	Pendekatan	Prosedur Kerja
Ekspositori	Ditentukan	Deduktif	Diberikan
Inkuiri	Tidak ditentukan	Induktif	Siswa mengembangkan
<i>Discovery</i>	Ditentukan	Induktif	Diberikan
<i>Problem-based</i>	Tidak ditentukan	Deduktif	Siswa mengembangkan

Praktikum tipe kedua adalah inkuiri. Pembelajaran praktikum berbasis inkuiri juga cukup dikenal di kalangan pendidik sains dan telah diterapkan secara luas pada beberapa tahun terakhir. Pembelajaran praktikum berbasis inkuiri diyakini dapat meningkatkan pengetahuan siswa [7]. Ciri khas dari praktikum berbasis inkuiri adalah hasil kegiatan praktikum tidak ditentukan oleh guru, siswa merancang prosedur kerja praktikum yang akan mereka lakukan, dan pendekatan yang digunakan adalah pendekatan induktif. Praktikum tipe inkuiri memberikan tanggung jawab besar kepada siswa untuk berpikir aktif dan terus melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi, sehingga tidak mengejutkan praktikum tipe ini dapat meningkatkan aktivitas siswa selama kegiatan praktikum berlangsung [11]. Adapun keuntungan yang diperoleh siswa melalui kegiatan praktikum tipe inkuiri yaitu meningkatnya kemampuan berpikir formal dan sikap positif siswa terhadap sains [20].

Praktikum tipe ketiga adalah *discovery*. Praktikum tipe *discovery* berbeda dari praktikum tipe inkuiri ditinjau dari segi hasil dan prosedur kerja. Ciri khas dari praktikum tipe *discovery* adalah hasil praktikum ditentukan oleh guru, prosedur kerja praktikum telah disediakan guru, dan pendekatan yang digunakan adalah pendekatan induktif. Praktikum tipe *discovery* membuat kegiatan pembelajaran menjadi lebih bermakna dan informasi atau konsep yang diperoleh siswa melalui kegiatan praktikum dapat bertahan lebih lama [20].

Praktikum tipe keempat adalah *problem-based*. Ciri khas dari praktikum tipe *problem based* adalah hasil praktikum telah ditentukan oleh guru, prosedur kerja dirancang sendiri oleh siswa, dan pendekatan yang digunakan adalah pendekatan deduktif. Smith dan Hall mendeskripsikan praktikum tipe *problem based* sebagai kegiatan pembelajaran dimana siswa mengaplikasikan pemahaman konsep yang sudah mereka pelajari di kelas untuk menjawab

pertanyaan yang belum mereka ketahui jawabannya melalui kegiatan praktikum. Dalam kegiatan praktikum tipe *problem based* sangat diperlukan peran aktif guru untuk mengajukan pertanyaan atau masalah kepada siswa dan kemudian menghantarkan siswa kepada sebuah solusi atau jawaban dari masalah tersebut [11].

Berkenaan dengan pentingnya pelaksanaan kegiatan praktikum dalam pembelajaran kimia, dalam kesempatan ini peneliti memfokuskan pembahasan dibatasi pada hal: (1) pelaksanaan praktikum pada materi kimia di SMA dan (2) tipe praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran kimia. Berangkat dari ruang lingkup pembahasan di atas, maka tujuan penulisan makalah ini adalah: (1) untuk mengetahui pelaksanaan praktikum pada materi kimia di SMA dan (2) untuk mengetahui tipe praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran kimia.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah penelitian kualitatif. Penelitian kualitatif adalah suatu penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menganalisis fenomena, peristiwa, aktivitas sosial, sikap, kepercayaan, persepsi, pemikiran orang secara individual maupun kelompok [25]. Data penelitian diperoleh dari wawancara terstruktur dan wawancara tidak terstruktur dengan guru-guru Kimia dari 4 SMA negeri yang ada di Malang.

Wawancara terstruktur adalah salah satu teknik pengumpulan data, bila peneliti telah mengetahui dengan pasti tentang informasi apa yang akan diperoleh [24]. Pedoman wawancara terstruktur yang digunakan terdiri atas 19 butir pertanyaan dengan jawaban “Ya” dan “Tidak” pada setiap butirnya. Butir pertanyaan diarahkan pada pelaksanaan praktikum pada materi-materi kimia di SMA. Banyaknya jawaban “Ya” pada hasil wawancara terstruktur dihitung dengan teknik persentase menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jawaban Ya}}{\text{jumlah praktikum}} \times 100\%$$

Persentase yang diperoleh dari perhitungan di atas kemudian dikategorikan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2 [4].

Tabel 2 Kategori Pelaksanaan Praktikum pada Materi Kimia di SMA

Persentase (%)	Kategori
0-20	Sangat rendah
21-40	Rendah
41-60	Cukup
61-80	Baik
81-100	Sangat baik

Wawancara tidak terstruktur adalah wawancara bebas dimana peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang telah tersusun secara sistematis dan lengkap untuk mengumpulkan data [24]. Wawancara tidak terstruktur digunakan peneliti untuk memperoleh informasi mengenai tipe praktikum yang diterapkan oleh sekolah dalam pembelajaran kimia. Hal yang ditanyakan pada wawancara tidak terstruktur diarahkan pada kegiatan praktikum yang selama ini diterapkan dalam pembelajaran Kimia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pelaksanaan Praktikum pada Materi Kimia di SMA

Praktikum merupakan kegiatan yang memegang peranan penting dalam pembelajaran sains, khususnya kimia. Hampir seluruh materi kimia terintegrasi dengan kegiatan praktikum [26]. Kimia mulai dipelajari di SMP/MTs kemudian dilanjutkan di SMA/MA/SMK. Berdasarkan hasil analisis terhadap silabus kimia kurikulum 2013, materi kimia yang dipelajari di SMA terdiri atas 23 pokok bahasan, 19 pokok bahasan diantaranya dapat dibelajarkan melalui kegiatan praktikum. Sembilan belas pokok bahasan tersebut adalah ikatan kimia, larutan elektrolit dan nonelektrolit, reaksi oksidasi dan reduksi, perhitungan kimia, senyawa hidrokarbon dan minyak bumi, termokimia, laju reaksi, kesetimbangan kimia, asam basa, hidrolisis garam, larutan penyangga, titrasi asam basa, kelarutan dan hasil kali kelarutan, sistem koloid, sifat koligatif larutan, redoks dan elektrokimia, kimia unsur, senyawa turunan alkana, dan makromolekul. Jika pada setiap pokok bahasan yang telah disebutkan di atas dilakukan 1 jenis praktikum, maka setidaknya ada 19 jenis praktikum yang dilakukan selama di SMA, yaitu 4 jenis praktikum di kelas X, 10 jenis praktikum di kelas XI, 5 jenis praktikum di kelas XII.

Berdasarkan hasil wawancara terstruktur tentang pelaksanaan praktikum pada materi-materi kimia diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Pelaksanaan Praktikum pada Materi-materi Kimia di SMA

Kode Sekolah	Jumlah Praktikum			Jumlah praktikum
	Kelas X	Kelas XI	Kelas XII	
SMAN 2	3	9	4	16
SMAN 3	4	8	4	16
SMAN 8	4	10	4	18
SMAN 10	4	9	4	17
Jumlah praktikum seharusnya				19

Jumlah praktikum yang telah dilakukan di masing-masing sekolah kemudian diubah dalam bentuk persentase dan dikategorikan sehingga diperoleh hasil pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 diketahui bahwa keempat SMA telah melaksanakan kegiatan praktikum

hampir diseluruh materi yang memang seharusnya dipraktikkan, dengan persentase rata-rata sebesar 88,15% dengan kategori sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran kimia di SMA sudah sangat terintegrasi dengan kegiatan praktikum. Melalui kegiatan praktikum diharapkan siswa dapat memperoleh pengalaman bekerja di laboratorium dan melatih siswa agar berpikir dengan cara-cara kritis dan ilmiah [23].

Tabel 4 Persentase dan Kategori Keterlaksanaan Praktikum pada Materi-materi Kimia di SMA

Kode Sekolah	Persentase (%)	Kategori
SMAN 2	84,2	Sangat baik
SMAN 3	84,2	Sangat baik
SMAN 8	94,7	Sangat baik
SMAN 10	89,5	Sangat baik

2. Tipe Praktikum yang Diterapkan pada Pembelajaran Kimia

Untuk mengetahui tipe praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran kimia di SMA, data dikumpulkan melalui wawancara tidak terstruktur. Hal yang ditanyakan pada wawancara tersebut diarahkan pada kegiatan praktikum yang selama ini diterapkan dalam pembelajaran Kimia meliputi pendekatan yang digunakan (induktif atau deduktif), prosedur kerja praktikum (disediakan atau tidak oleh guru), hasil praktikum (ditentukan atau tidak oleh guru). Hasil yang diperoleh dari wawancara tersebut kemudian dianalisis, diklasifikasikan hingga diperoleh kesimpulan.

Dari hasil wawancara kepada 8 guru Kimia mengenai kegiatan praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran Kimia, diperoleh kesimpulan data seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kegiatan Praktikum yang Diterapkan dalam Pembelajaran Kimia

Kegiatan praktikum	Persentase (%)
Verifikasi/ekspositori	75
Inkuiri- <i>discovery</i>	25
Berbasis masalah	0

Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui bahwa kegiatan praktikum yang diterapkan pada pembelajaran Kimia di SMA bersifat ekspositori dan inkuiri-*discovery*, akan tetapi kegiatan praktikum tipe ekspositori lebih mendominasi dibandingkan kegiatan praktikum berbasis inkuiri-*discovery*.

Berdasarkan hasil studi literatur, terdapat berbagai kelemahan dari praktikum tipe ekspositori,

1. Tidak membantu siswa dalam mencapai hasil belajar pada tingkat pemahaman [5].
2. Tidak memfasilitasi siswa untuk menggunakan aktivitas mental (*minds-on activities*), padahal keterampilan berpikir sangat dibutuhkan untuk memahami materi kimia [8].

3. Pada umumnya, praktikum ekspositori merupakan aktivitas *cookbook*. Pembelajaran demikian menyebabkan siswa tidak memahami apa dan mengapa mereka melakukan kegiatan praktikum [16].
4. Kegiatan praktikum tipe ekspositori adalah kegiatan yang monoton dan membosankan, serta peluang terjadinya diskusi pada kegiatan praktikum tipe ekspositori sangat sedikit [22]. Padahal kegiatan diskusi dapat meningkatkan kemampuan berpikir dan membantu siswa mengkonstruksi pemahaman [3].
5. Tidak memberikan pengalaman belajar melalui penemuan dan memecahkan masalah [14].

Selain kelemahan, praktikum tipe ekspositori juga memiliki beberapa keunggulan, yaitu (1) Praktikum ekspositori dapat diterapkan di kelas besar dan kecil, (2) Persiapan pembelajaran sederhana dan dapat diterapkan pada semua tingkatan kelas, (3) Pembelajaran terarah pada pencapaian tujuan, (4) Menghemat waktu, mudah disiapkan dan mudah dikelola, (5) Tidak memerlukan perencanaan dan penjadwalan ekstra, (6) Kegiatan praktikum ekspositori dianggap dapat menjadi pelengkap kegiatan pembelajaran di kelas [22]. Namun, jika keunggulan-keunggulan tersebut diperiksa dan dicermati dengan baik, maka keunggulan tersebut lebih banyak menguntungkan guru daripada siswa [22].

Dengan demikian, berdasarkan hasil analisis terhadap literatur-literatur yang sudah dijelaskan di atas, dapat ditarik suatu kesimpulan bahwa kegiatan praktikum ekspositori tidak memberikan banyak keuntungan bagi siswa, karena hanya melibatkan siswa dalam aktivitas fisik (*hands-on activities*), tetapi tidak melibatkan siswa dalam aktivitas mental (*minds-on activities*).

Salah satu kegiatan praktikum yang tidak hanya melibatkan aktivitas fisik, tetapi juga melibatkan aktivitas mental secara utuh adalah kegiatan praktikum tipe inkuiri (*inquiry-type laboratory*). Inkuiri dapat diartikan ke dalam 2 hal berikut (1) inkuiri sebagai pemahaman konten, yang mana siswa mempunyai kesempatan untuk mengonstruksi konsep, rumus, ide, dan (2) inkuiri sebagai kemampuan/keterampilan, seperti keterampilan mengidentifikasi pertanyaan, merumuskan hipotesis, merancang dan melakukan penyelidikan, memformulasikan dan merevisi konsep-konsep sains, mengkomunikasikan dan mempertahankan pendapat/argumen. Dari pernyataan di atas, sangat jelas bahwa praktikum tipe inkuiri memfasilitasi siswa tidak hanya pada aktivitas fisik, melainkan juga pada aktivitas mental. Berikut adalah perbedaan antara praktikum tipe ekspositori dan praktikum tipe inkuiri pada Tabel 6 [1].

Praktikum tipe inkuiri telah banyak digunakan dan memberikan berbagai kontribusi dalam pembelajaran sains, khususnya kimia. Hal ini dibuktikan dari beberapa hasil penelitian berikut.

1. Pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam bertanya, mengajukan hipotesis, mengusulkan pertanyaan untuk melakukan penyelidikan lebih lanjut dengan menggunakan percobaan yang siswa rancang [14].

2. Pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium dapat meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah serta siswa dapat mengajukan pertanyaan-pertanyaan tingkat tinggi [15].
3. Pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berargumen [18].
4. Pembelajaran inkuiri berbasis laboratorium berpotensi dalam meningkatkan pembelajaran yang penuh arti, pemahaman konsep, dan pemahaman terhadap sains [21,27].

Tabel 6 Perbedaan Fase Kegiatan pada Praktikum Tipe Ekspositori dan Tipe Inkuiri

	Ekspositori	Inkuiri
Tujuan	Memverifikasi konsep	Menemukan konsep
Jadwal	Praktikum dijadwalkan setelah materi disampaikan melalui pembelajaran di kelas	Praktikum dijadwalkan sebelum materi disampaikan melalui pembelajaran di kelas
Guru	Tugas guru adalah mengawasi kegiatan praktikum	Tugas guru adalah memberikan bimbingan kepada siswa ketika diperlukan. Guru harus memiliki banyak pengetahuan dan pengalaman terhadap konsep yang akan dipraktikumkan.
Pengenalan Lab	Mendiskusikan konsep/materi yang akan diverifikasi melalui praktikum	Tidak ada dasar teori.

Kegiatan praktikum berbasis inkuiri dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu inkuiri terbuka dan inkuiri terbimbing. Inkuiri terbuka merupakan inkuiri tingkat tinggi. Inkuiri terbuka dapat diterapkan dalam pembelajaran di laboratorium jika siswa sudah terbiasa dengan pembelajaran inkuiri terbimbing [17].

Diantara kedua tipe inkuiri, kegiatan praktikum inkuiri terbimbing dirasa lebih cocok diterapkan pada siswa SMA. Pertimbangan ini didasarkan pada hal-hal berikut:

1. Siswa SMA belum terbiasa dengan pembelajaran berbasis penemuan (*inquiry*), sehingga untuk menerapkan pembelajaran inkuiri terbuka relatif sulit.
2. Siswa lebih suka melakukan kegiatan praktikum inkuiri terbimbing daripada kegiatan praktikum inkuiri terbuka [9].
3. Siswa belajar lebih banyak melalui kegiatan praktikum inkuiri terbimbing daripada kegiatan praktikum inkuiri terbuka [9].
4. Untuk kelas besar, kegiatan praktikum berbasis inkuiri terbimbing lebih mudah diterapkan dibandingkan kegiatan praktikum berbasis inkuiri terbuka [10].

Perbedaan kegiatan praktikum tipe inkuiri terbuka dan tipe inkuiri terbimbing diberikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Perbedaan Kegiatan pada Praktikum Tipe Inkuiri Terbuka dan Tipe Inkuiri Terbimbing

Fase	Praktikum Tipe Inkuiri Terbuka	Praktikum Tipe Inkuiri Terbimbing
Perumusan masalah	Siswa mengajukan permasalahan untuk diselidiki.	Guru mengajukan permasalahan untuk diselidiki siswa. Contoh permasalahan: 1. Bagaimana pengaruh pengenceran terhadap pH larutan asam?
Perumusan hipotesis	Siswa membuat rumusan hipotesis terhadap permasalahan yang diajukan.	Siswa merumuskan hipotesis terhadap permasalahan yang diberikan guru.
Prosedur kerja	Prosedur kerja dirancang sendiri oleh siswa	Guru memberikan bantuan kepada siswa dalam merancang prosedur kerja. Bantuan yang diberikan guru dapat berupa pertanyaan. Contoh pertanyaan: 1. Berapa pH larutan HCl? 2. Berapa pH larutan yang dihasilkan jika 2,5 mL larutan HCl 1 M diencerkan hingga volumenya 25 mL? 3. Berapa pH larutan yang dihasilkan jika 0,25 mL larutan HCl 1 M diencerkan hingga volumenya 25 mL? 4. Bagaimana perbandingan pH masing-masing larutan di atas?
Pengujian hipotesis	Siswa melakukan kegiatan praktikum dan menganalisis data praktikum secara mandiri tanpa dibantu oleh guru	Siswa melakukan kegiatan praktikum dan menganalisis data/hasil praktikum melalui bimbingan guru. Bimbingan yang diberikan guru dapat berupa pertanyaan. Contoh pertanyaan: 1. Berapa pH masing-masing larutan HCl? 2. Bagaimana pengaruh pengenceran terhadap pH larutan HCl? 3. Apakah hipotesis yang kamu buat benar? 4. Jika pengenceran menyebabkan pH larutan asam menjadi semakin besar, bagaimana dengan $[H^+]$ nya? Jelaskan mengapa demikian.
Penarikan kesimpulan	Siswa membuat kesimpulan berdasarkan analisis terhadap hasil kegiatan praktikum.	Siswa membuat kesimpulan berdasarkan analisis terhadap hasil kegiatan praktikum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

- (1) Kegiatan praktikum dilakukan hampir di seluruh materi kimia yang memang seharusnya dipraktikkan, dengan persentase rata-rata sebesar 88,15 dengan kategori sangat baik.

(2) Tipe praktikum yang diterapkan dalam pembelajaran Kimia di SMA adalah ekspositori.

DAFTAR RUJUKAN

- Allen, J.B., Barker, L.N. & Ramsden, J.H. 1986. Guided Inquiry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 63(6): 533-534.
- Amien, M. 1987. *Mengajar Ilmu Pengetahuan Alam dengan Menggunakan Metode Discovery dan Inquiry*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan-Dirjen Pendidikan Tinggi.
- Arends, R.I. 2004. *Learning to Teach: Bruner and Discovery Learning*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Arikunto, S. 1990. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Atun, S. 2000. Reorientasi Metode Pembelajaran Kimia menuju Indonesia Baru. *Cakrawala*, 19(2): 103-107.
- Azizoglu, N. & Uzuntiryaki, E. 2006. Chemistry Laboratory Anxiety Scale. *Hacettepe University Journal of Education*, 30: 55-62.
- Brickman, P., Gormally, C., Armstrong, N. & Hallar, B. 2009. Effect of Inquiry Based Learning on Student Science Literacy Skill and Confidence. *International Journal for The Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2): 1-22.
- Carin, S.E. & Sund, R.B. 1985. *Teaching Science Through Discovery*. Columbus, Ohio: Merrill Publishing Company.
- Chatterjee, S., Williamson, V.M., McCann, K. & Peck, M.L. 2009. Surveying Students' Attitudes and Perceptions toward Guided-Inquiry and Open-Inquiry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 86(12): 1427-1432.
- Cheung, D. 2011. Teacher Beliefs about Implementing Guided-Inquiry Laboratory Experiment for Secondary School Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 88: 1462-1468.
- Domin, D. 1999. A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4): 543-547.
- Fay, M.E., Grove, N.P., Towns, M.H. & Bretz, S.L. 2007. A Rubric to Characterize Inquiry in the Undergraduate Chemistry Laboratory. *Chemical Education Research and Practice*, 8(2): 212-219.
- Gunstone, R.F. 1991. *Reconstructing Theory from Practical Experience*. Philadelphia: Open University Press.
- Hofstein, A., Shore, R. & Kipnis, M. 2004. Providing High School Chemistry Students With Opportunities to Develop Learning Skill in An Inquiry-Type Laboratory: A Case Study. *International Journal of Science Education*, 26(1): 47-62.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M. & Naaman, R.M. 2005. Developing Students Ability to Ask More and Better Question Resulting from Inquiry-Type Chemistry Laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7): 791-806.
- Iskandar, S.M. 2004. Strategi Pengajaran Praktikum dengan Diagram Ve. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Iskandar, S.M. 2011. Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis. Malang: Bayumedia Publishing.
- Katchevich, D., Naaman, R.M. & Hofstein, A. 2014. The Characteristic of Open-Ended Inquiry-Type Chemistry Experiments That Enable Argumentative Discourse. *Sisyphus Journal of Education*, 2(2): 74-99.
- Kurbanoglu, N.I. & Akin, A. 2010. The Relation between University Students' Chemistry Laboratory Anxiety, Attitudes, and Self-Efficacy Beliefs. *Australian Journal of Teacher Education*, 35(8): 48-59.
- Lagowski, J.J. 2002. *The Role of the Laboratory in Chemical Education*, (Online), (http://utexas.edu/research/chemed/lagowski/jjl_beijing_02.pdf), diakses 5 Juni 2015.
- Lunetta, V.N. 1998. *The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching*. Netherland: Kluwer.
- Montes, L.D. & Rockley, M.G. 2002. Teacher Perceptions in the Selection of Experiment. *Journal*

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

of Chemical Education, 79 (2): 244-248.

Sastrawijaya, T. 1988. *Proses Belajar Mengajar Kimia*. Jakarta: Depdikbud.

Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.

Sukmadinata, N.S. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.

Tafa, B. 2012. Laboratory Activities and Student Practical Performance: The Case of Practical Organic Chemistry I Course of Harayama University. *AJCE*, 2(3): 47-76.

Tobin, K. 1990. Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Question and Answer to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5): 403-418.

**PENGARUH PENERAPAN STRATEGI *PROBLEM POSING* DIPADUKAN
DENGAN *BLENDED LEARNING* TERHADAP HASIL BELAJAR DAN PERSEPSI
SISWA KELAS XI IA SMA NEGERI 8 MALANG
PADA MATERI KESETIMBANGAN KELARUTAN.**

Meiliyah Ulfa^a, Surjani Wonorahardjo^b, Sri Rahayu^b

^a Prodi Pendidikan Kimia Pascasarjana Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang

^b Dosen Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang Kode pos 65145, Telp (0341)551312

meiliyah28@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning* dan strategi *problem posing* yang dilihat dari aspek: (1) hasil belajar dan (2) persepsi siswa. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pre-test-post-test control group design* yang melibatkan dua sampel penelitian, yaitu siswa kelas XI IA 1 (kelas eksperimen) dan XI IA 3 (kelas kontrol) SMA Negeri 8 Malang. Populasi penelitian (kelas XI SMA N 8 Malang) bersifat homogen, sehingga pengambilan sampel tersebut digunakan *cluster random sampling*. Data penelitian berupa hasil belajar siswa diperoleh dari instrumen berupa lembar soal tes yang terdiri dari 25 soal pilihan ganda. Data persepsi siswa diperoleh dari instrumen berupa angket persepsi siswa yang mencakup lima faktor yaitu pengajar, teknologi, manajemen kelas, interaktivitas, dan pengajaran. Validitas isi diuji oleh tim ahli, validitas butir soal dianalisis dengan menggunakan *product moment pearson*, dan reliabilitas butir soal dianalisis menggunakan *Spearman-Brown*. Hasil uji validitas isi memperoleh persentase 61% yang menunjukkan bahwa butir soal memiliki kriteria baik. Hasil uji validitas butir soal memperoleh 26 butir soal valid dan 4 butir soal tidak valid. Hasil uji reliabilitas memperoleh 27 butir soal reliabel dan 3 soal tidak reliabel. Analisis data hasil belajar siswa menggunakan anakova, sedangkan analisis persepsi siswa menggunakan *alpha cronbach* dan secara deskriptif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa (1) penerapan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning* dan strategi *problem posing* berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Hasil pengujian dengan anakova menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap hasil belajar siswa pada kedua kelas penelitian. Siswa kelas eksperimen memiliki rata-rata hasil belajar lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. (2) Penerapan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning* berpengaruh positif terhadap persepsi siswa.

Katakunci: *problem posing*, *blended learning*, hasil belajar siswa, persepsi siswa, kesetimbangan kelarutan

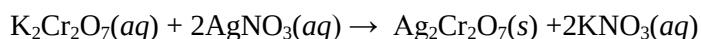
PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu cabang terpenting dalam ilmu pengetahuan alam. Namun, konsep kimia sering dirasa sulit dipahami oleh banyak siswa (Demircioglu *et al.*, 2013:185; Orgill & Sutherland, 2008:131). Hal ini sejalan dengan pendapat Nakhleh (1992:191) yang menyatakan bahwa banyak siswa berusaha untuk mempelajari kimia tetapi sering tidak berhasil. Menurut

Demircioglu *et al.*, (2013:185) dan Sirhan (2007:1) alasan penting yang menyebabkan siswa merasa kesulitan adalah konsep kimia yang bersifat abstrak. Alasan lainnya adalah siswa harus mampu memahami tiga representasi yang berbeda dalam menjelaskan fenomena kimia yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Gabel, 1999 dalam Pernaa & Aksela, 2009:81; Tasker & Dalton, 2006:142).

Kesetimbangan kelarutan merupakan salah satu materi kimia yang melibatkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Demircioglu *et al.*, 2013:186). Representasi makroskopik merupakan level konkrit yang berkaitan dengan segala sesuatu yang dapat diamati dengan indera (Wu *et al.*, 2001:821) seperti terbentuknya endapan sebagai hasil dari reaksi kimia. Representasi mikroskopik merupakan level abstrak yang berkaitan dengan susunan dan gerakan molekul (Wu *et al.*, 2001:821) seperti pergerakan ion-ion dalam larutan NaCl pada fenomenonkelarutan. Representasi simbolik merupakan representasi kimia yang digunakan untuk mewakili proses kimia yang disajikan dalam bentuk simbol-simbol, angka, rumus molekul, dan persamaan reaksi (Wu *et al.*, 2001:821). Representasi tersebut perlu dikomunikasikan kepada siswa agar pemahaman siswa menjadi lebih baik (Kozma & Russel, 2005 dalam Falvo, 2008:70).

Contoh yang berkaitan dengan tiga representasi kimia pada materi kesetimbangan kelarutan yaitu reaksi antara larutan $K_2Cr_2O_7$ dan larutan $AgNO_3$. Representasi makroskopik dari reaksi tersebut dapat diamati setelah larutan $K_2Cr_2O_7$ bereaksi dengan larutan $AgNO_3$, yaitu terbentuknya endapan $Ag_2Cr_2O_7$ yang berwarna merah. Representasi simbolik dari reaksi larutan $K_2Cr_2O_7$ dan $AgNO_3$ dapat dikomunikasikan dalam bentuk persamaan reaksi sebagai berikut:



Representasi mikroskopik dari reaksi antara larutan $K_2Cr_2O_7$ dan $AgNO_3$ dapat ditunjukkan dalam bentuk partikel seperti ion-ion yang terdapat di dalam larutan.

Representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik seperti contoh di atas menunjukkan pentingnya ketiga representasi dalam menjelaskan fenomena kimia. Selain ketiga representasi tersebut, pada materi kesetimbangan kelarutan juga melibatkan dua aspek yaitu aspek konseptual dan algoritmik. Aspek konseptual berkaitan dengan masalah yang membutuhkan pemahaman konsep. Oleh karena itu, selain pemahaman terhadap ketiga representasi kimia, diperlukan pula penguasaan konsep dasar yang berkaitan seperti kelarutan zat, kesetimbangan kimia, asas Le Chatelier, dan persamaan reaksi (Onder & Geban, 2006:167). Aspek algoritmik berkaitan dengan masalah yang membutuhkan pengetahuan prosedural sehingga membutuhkan kemampuan matematika. Dua aspek tersebut berpotensi untuk terjadinya kesulitan siswa dalam memahami materi kesetimbangan kelarutan.

Penyajian materi kesetimbangan kelarutan di sekolah pada umumnya hanya melibatkan representasi makroskopik dan simbolik saja, sedangkan representasi mikroskopik cenderung diabaikan. Hal ini didasari oleh penelitian Wu (2001:821) yang menyatakan bahwa banyak siswa

yang memiliki kemampuan multirepresentasi yang rendah, khususnya pada representasi mikroskopik. Selain itu, pembelajaran pada materi ini juga cenderung menekankan pada kemampuan matematika. Kondisi tersebut menyebabkan pemahaman konsep siswa rendah dan mengalami kesulitan dalam mempelajari materi kesetimbangan kelarutan pada tingkat mikroskopik. Sebagai contoh dalam mempelajari pengaruh ion senama terhadap kelarutan suatu zat, siswa kesulitan dalam memahami interaksi ion yang terjadi pada saat terbentuk endapan.

Pinarbasi & Canpolat (2003:1329) melaporkan bahwa siswa mengalami kesulitan membedakan larutan jenuh dan larutan lewat jenuh. Cacciatore *et al.*, (2008:252) melaporkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam menghitung nilai K_{sp} dari hasil percobaan. Stevens (2000:327) melaporkan bahwa siswa mengalami kesulitan untuk memprediksi pengendapan yang terjadi bila larutan $NiCl_2$ ditambahkan ion hidroksida. Beberapa hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep pada materi kesetimbangan kelarutan. Kesulitan siswa mungkin dikarenakan pemahaman konsep siswa terhadap ketiga representasi kimia rendah atau dapat juga disebabkan oleh kesulitan siswa dalam menggunakan operasi matematika.

Faktor lain yang juga berpengaruh terhadap kesulitan siswa dalam memahami materi adalah persepsi siswa. Hal ini sejalan dengan Naaj (2012:187) yang menyatakan bahwa persepsi siswa terhadap kegiatan belajar mengajar merupakan persyaratan dasar untuk mencapai keberhasilan dalam pembelajaran. Persepsi siswa merupakan interpretasi siswa terhadap pengalaman yang diperoleh selama pembelajaran dan keberhasilan siswa dalam belajar (Moore, 2011:93). Sementara Wu *et al.*, (2010:105) menyatakan persepsi siswa sebagai jumlah dari perasaan dan sikap siswa terhadap lingkungan belajar yang diciptakan oleh guru. Persepsi siswa dalam pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor. Tiga faktor utama yang mempengaruhi persepsi siswa terhadap pelaksanaan pembelajaran adalah pengajar, teknologi, dan interaktivitas (Bollinger & Martindale, 2009:105). Faktor-faktor lain, seperti manajemen kelas dan pengajaran juga berkontribusi terhadap persepsi siswa (Naaj, 2012:188). Apabila siswa memiliki persepsi yang baik terhadap proses dan situasi pembelajaran yang diberikan oleh guru, siswa akan merasa yakin untuk dapat memahami materi dan aktif dalam pembelajaran.

Salah satu strategi pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam membangun pengetahuan (Cankoy, 2013:220) dan melibatkan operasi matematika adalah *problem posing*. Unsur utama pada strategi *problem posing* adalah perhitungan matematika (Iskandar, 2011:115) sehingga sesuai dengan karakteristik materi kesetimbangan kelarutan. *Problem posing* merupakan perumusan masalah baru dari situasi yang diberikan (Silver, 1994:19; Cai & Hwang, 2002:401; Ticha & Hospesova, 2009:1943). Strategi *problem posing* mengharuskan siswa merumuskan soal berdasarkan situasi tugas sekaligus penyelesaiannya.

Perumusan soal oleh siswa, menempatkan mereka dalam situasi berpikir baru, yaitu

berpikir mengenai informasi yang diberikan pada soal, strategi penyelesaian, dan informasi lain yang berkaitan (Sayed, 2000:58). Hal ini mendorong siswa untuk lebih termotivasi dalam menyelesaikan soal (Silverman *et al.*, 1992 dalam Akay & Boz, 2010:58), meningkatkan pemikiran siswa, dan membantu mereka memahami konsep secara lebih luas (Cankoy, 2013:220). Dengan demikian dalam proses pembelajaran, siswa dapat belajar lebih tekun, aktif bertanya dan berpendapat, dan saling menghargai (Whitin, 2006:18).

Penelitian sebelumnya membuktikan bahwa *problem posing* dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran dan hasil belajarnya. Penelitian oleh Lan & Lin (2011:593) melaporkan bahwa *problem posing* dapat mendorong siswa lebih aktif dalam pembelajaran dan *sharing* pengetahuan. Ergun (2010:9) melaporkan bahwa strategi *problem posing* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam membuat soal, menyelesaikan soal, dan hasil belajar. Penerapan strategi *problem posing* dalam pembelajaran melibatkan siswa untuk membuat soal, menjawab, aktif bertanya maupun berpendapat dalam diskusi. Hal tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan matematika siswa. Namun, menyebabkan keterbatasan waktu dalam proses pembelajaran. Untuk memaksimalkan pemahaman konsep siswa pada representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik sekaligus melengkapi atau mendukung waktu yang singkat dalam pengajaran tatap muka di kelas dapat memanfaatkan akses internet (*online*) (Cheung & Hew, 2011:1319). Lingkungan pembelajaran yang mengkombinasikan penggabungan pembelajaran tatap muka di kelas dengan pembelajaran *online* dikenal dengan istilah *blended learning* (Korkmaz & Karakus, 2009:52; Al-Ani, 2013:99; Cheung & Hew, 2011:1319).

Lingkungan belajar dalam *blended learning* dapat menampilkan animasi untuk memvisualisasikan perubahan mikroskopik yang dapat mendorong siswa untuk memahami konsep yang lebih kompleks (Wu *et al.*, 2001:821). Menurut Velazquez *et al.*, (2004:316) dengan mengamati animasi dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menghubungkan antara representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Selain itu, lingkungan belajar dalam *blended learning* menyediakan banyak sumber belajar sehingga meningkatkan akses belajar, interaktivitas, dan memberikan umpan balik secara cepat (Khan, 2012:25). *Blended learning* dalam penelitian ini memanfaatkan Moodle sebagai sarana pembelajaran *online*. Menurut Al-Ani (2013:96) penggunaan Moodle dapat mengembangkan komunikasi dan interaksi sosial antara guru dengan siswa maupun antara siswa itu sendiri. Kegiatan yang dapat dilakukan siswa dalam pembelajaran *online* dengan memanfaatkan moodle antara lain mengajukan pertanyaan, menjawab pertanyaan, diskusi (secara *synchronous*), mengakses materi, dan mengerjakan kuis (secara *asynchronous*).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa *blended learning* memiliki pengaruh positif terhadap pembelajaran. Alebaik (dalam Naaj, 2012:188) melaporkan bahwa *blended learning* memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Cox (2004:83) melaporkan bahwa *blended learning* dapat meningkatkan hasil belajar dan keaktifan siswa. Williams (2007:43)

melaporkan bahwa penerapan *blended learning* pada mata kuliah anorganik dapat meningkatkan partisipasi siswa dalam pembelajaran. Penelitian oleh Patron & Lopez (2011:1), Cheung & Hew (2011:1319) melaporkan bahwa penerapan *blended learning* dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen semu dan rancangan penelitian deskriptif dengan *pre-test-post-test control group design*. Populasi penelitian (kelas XI SMA N 8 Malang) bersifat homogen, sehingga pengambilan sampel tersebut digunakan *cluster random sampling*. Sampel penelitian yaitu siswa kelas XI IA 1 (kelas eksperimen) dan XI IA 3 (kelas kontrol). Pada kelompok eksperimen diterapkan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning*. Pada kelompok kontrol diterapkan strategi *problem posing*.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi lembar soal tes dan angket persepsi siswa. Tes diberikan kepada siswa pada awal pembelajaran (pre tes) dan akhir pembelajaran (pos tes). Tes yang diberikan kepada siswa berupa 25 soal-soal pilihan ganda yang terdiri dari lima alternatif jawaban tentang materi kesetimbangan kelarutan dengan tingkat kesukaran berbeda mulai dari tingkat pengetahuan sampai evaluasi. Validitas isi diuji oleh tim ahli, validitas butir soal dianalisis dengan menggunakan *product moment pearson*, dan reliabilitas butir soal dianalisis menggunakan *Spearman-Brown*.

Angket persepsi siswa diberikan pada siswa pada akhir pertemuan untuk mengetahui persepsi siswa terhadap penerapan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning*. Angket yang digunakan dalam penelitian ini diadopsi dari Naaj (2012: 192), berisi 25 item yang mencakup lima faktor yang mempengaruhi persepsi siswa terhadap pembelajaran yaitu pengajar, teknologi, manajemen kelas, interaktivitas, dan pengajaran. Pengisian angket persepsi siswa menggunakan lima poin skala likert, mulai dari 1-sangat tidak setuju sampai 5-sangat setuju untuk item positif dan dari 1-sangat setuju sampai 5-sangat tidak setuju untuk item negatif.

Analisis statistik yang digunakan dalam penelitian terdiri dari uji prasyarat analisis dan uji hipotesis. Uji prasyarat meliputi uji normalitas (menggunakan *kolmogorov-smirnov*) dan uji homogenitas (*levene test*). Uji hipotesis terhadap data hasil belajar siswa menggunakan *anakova*, sedangkan persepsi siswa menggunakan *alpha cronbach* pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$) dan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Belajar Siswa

Hasil belajar siswa diperoleh dari nilai pre tes dan pos tes. Seperti ditunjukkan pada Tabel 1, nilai rata-rata siswa kelas eksperimen pada setiap konsep lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa secara umum pemahaman siswa pada kelas eksperimen

lebih baik.

Tabel 1 Nilai Rata-rata Siswa pada Materi Kestimbangan Kelarutan

Konsep	Nilai Rata-rata	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Kelarutan dan tetapan hasil kali kelarutan	86,12	80,25
Pengaruh ion senama terhadap kelarutan	87,86	86,03
Pengaruh pH terhadap kelarutan	76,00	64,12
Pengendapan	73,93	73,90
Fenomena terkait konsep kelarutan	82,86	55,88

Pada konsep pertama yaitu kelarutan dan tetapan hasil kali kelarutan, nilai rata-rata paling rendah terdapat pada indikator menjelaskan kesetimbangan dalam larutan jenuh atau garam yang sukar larut, nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 74,29 dan kelas kontrol sebesar 70,59. Sebagian kecil siswa masih salah menuliskan fase zat dalam persamaan reaksi. Hal ini mungkin disebabkan karena siswa belum memahami dengan benar mengenai konsep larutan jenuh dan kesetimbangan yang terjadi dalam larutan jenuh. Pada indikator menghitung kelarutan garam yang sukar larut dalam air berdasarkan data K_{sp} atau sebaliknya, nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 85,71 dan kelas kontrol sebesar 70,59. Sebagian siswa masih salah dalam perhitungan matematika. Hal ini disebabkan siswa yang belum tepat dalam menuliskan ungkapan K_{sp} . Misalnya ungkapan K_{sp} dari $Ag_2C_2O_4$ adalah $K_{sp} = [Ag^+]^2[C_2O_4^{2-}]$, sebagian kecil siswa menuliskan $K_{sp} = 2[Ag^+][C_2O_4^{2-}]$ atau $K_{sp} = [Ag^+][C_2O_4^{2-}]$.

Pada konsep kedua yaitu pengaruh ion senama terhadap kelarutan zat, nilai rata-rata paling rendah terdapat pada indikator menentukan kelarutan garam atau basa yang sukar larut karena adanya ion senama, nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 74,29 dan kelas kontrol sebesar 70,59. Hal ini dikarenakan sebagian siswa belum dapat menghubungkan antara representasi mikroskopik dan simbolik sehingga siswa belum memahami dengan benar pengaruh ion senama terhadap kelarutan suatu zat dan penerapannya dalam perhitungan matematika. Pada konsep ketiga yaitu pengaruh pH terhadap kelarutan, nilai rata-rata paling rendah terdapat pada indikator menjelaskan pengaruh pH terhadap kelarutan garam atau basa yang sukar larut, nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 68,57 dan kelas kontrol sebesar 52,94. Sebagian siswa masih salah dalam menentukan kekuatan asam atau basa konjugasi sehingga kesulitan dalam menghubungkannya dengan pergeseran kesetimbangan dan kelarutan suatu garam.

Pada konsep keempat yaitu pengendapan, nilai rata-rata paling rendah terdapat pada indikator memperkirakan terbentuknya endapan, nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 62,86 dan kelas kontrol sebesar 41,18. Hal ini dikarenakan siswa belum tepat dalam menghitung konsentrasi masing-masing ion jika dua zat dicampurkan dan salah dalam menghitung Q_c suatu zat. Misalnya 75 mL K_2CrO_4 0,05M dicampur dengan 75mL $Sr(NO_3)_2$ 0,1M, sebagian kecil siswa kesulitan menentukan konsentrasi ion Sr^{2+} dan CrO_4^{2-} dalam campuran. Secara keseluruhan, data hasil

belajar siswa ditunjukkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Belajar Siswa

	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah siswa	35	34
Nilai rata-rata pre tes	28,23	40,00
Nilai rata-rata pos tes	80,34	74,94

Berdasarkan Tabel 2 di atas, nilai rata-rata pos tes siswa kelas eksperimen (80,34) lebih tinggi dibandingkan siswa kelas kontrol (74,94). Nilai di atas menunjukkan bahwa penerapan strategi *problem posing* dengan *blended learning* dapat mencapai hasil belajar yang lebih baik. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Cheung & Hew (2011:1320) yang menyatakan bahwa pembelajaran *online* dapat meningkatkan hasil belajar siswa bila dibandingkan dengan sepenuhnya tatap muka.

Keseluruhan nilai pada konsep di atas menentukan nilai hasil belajar siswa. Data hasil belajar siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitas. Nilai signifikansi hasil uji normalitas dan homogenitas memperoleh lebih besar dari α (0,05) sehingga menunjukkan bahwa data pre tes dan pos tes kelas eksperimen maupun kelas kontrol terdistribusi normal dan homogen. Analisis statistik untuk menguji adanya pengaruh penerapan strategi *problem posing* dengan *blended learning* dan strategi *problem posing* terhadap hasil belajar siswa dilakukan dengan uji-t pada hasil pre tes siswa. Hal ini bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan pada hasil pre tes sebagai dasar untuk analisis lebih lanjut. Hasil uji-t memperoleh nilai signifikansi (*2-tailed*) (0,00) kurang dari nilai α (0,025). Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada hasil pre tes kedua kelas penelitian sehingga analisis lebih lanjut menggunakan anakova.

Langkah awal pada analisis ini adalah uji interaksi yang bertujuan untuk mengetahui tidak adanya interaksi antara variabel pre tes dan variabel strategi pembelajaran yang diterapkan. Nilai signifikansi yang diperoleh sebesar 0,23. Nilai tersebut lebih besar dari α (0,05) sehingga menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara variabel pre tes dan strategi pembelajaran yang diterapkan. Tahap selanjutnya adalah analisis kovarian. Hasil anakova disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil Uji Anakova

Source	F	df	Sig.
Corrected model	2,45	2	0,00
Intercept	238,88	1	0,00
Nilai	0,00	1	0,03

Pengujian hipotesis dengan anakova menunjukkan adanya pengaruh strategi *problem*

posing dipadukan dengan *blended learning* dan strategi *problem posing* terhadap hasil belajar siswa yaitu diperoleh nilai signifikansi kurang dari nilai α (0,05). Hal ini menunjukkan bahwa strategi *problem posing* dengan *blended learning* dapat meningkatkan hasil belajar siswa (Ergun, 2010:9; Cox, 2004:183). Beberapa alasan yang menyebabkan hasil belajar siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan siswa pada kelas kontrol, antara lain: (1) lingkungan belajar dalam *blended learning* menyediakan sumber belajar pada web yang disediakan maupun menu sumber belajar lain sehingga siswa dapat mengakses materi pembelajaran pada waktu dan tempat yang diinginkan, (2) hasil diskusi pada *chat* dapat diakses kapanpun oleh siswa, dan (3) siswa dapat melatih kemampuannya setelah selesai mempelajari materi pada menu kuis dengan segera mendapatkan penilaian. Hal ini sejalan dengan pendapat Cankoy (2013:220) yang menyatakan bahwa strategi *problem posing* dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih luas dan aplikasi perhitungan matematika. Dipadukannya strategi ini dengan *blended learning*, memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel pada siswa (Al-Saai, 2011:42) sehingga mengoptimalkan pencapaian hasil belajar.

Persepsi Siswa

Angket persepsi siswa diberikan di akhir pembelajaran. Angket yang telah diisi selanjutnya diuji dengan *alpha cronbach* yang bertujuan untuk mengetahui konsistensi internalnya (Naaj, 2012: 193; Lan & Lin, 2011: 592). Hasil pengujian angket persepsi siswa dengan *alpha cronbach* disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil pengujian dengan Alpha Cronbach

Cronbach's Alpha	N of Items
0,75	25

Tabel di atas menunjukkan bahwa instrumen layak digunakan dengan nilai alfa sebesar 0,75. Analisis terhadap angket persepsi siswa dilakukan dengan menghitung mean tiap butir pernyataan yang ada.

a) Interaktivitas

Keaktifan siswa selama pembelajaran memiliki mean paling tinggi yaitu sebesar 3,97 dan persentase siswa yang menyatakan setuju sebesar 80%. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki persepsi yang baik terhadap proses pembelajaran sehingga mendorong mereka untuk berpartisipasi aktif dalam kegiatan belajar mengajar. Siswa aktif dalam kegiatan bertanya, menjawab, maupun menanggapi pertanyaan, baik dari pengajar maupun dari siswa lain.

Aktivitas siswa selama pembelajaran menyebabkan adanya interaksi antara siswa dengan

siswa maupun siswa dengan pengajar sehingga siswa memiliki persepsi yang baik (mean sebesar 3,89). Hal ini merupakan kelebihan *blended learning* yaitu menyediakan kegiatan kolaboratif antara guru dan siswa melalui sesi interaktif yang membantu meningkatkan persepsi dan hasil belajar siswa (Khan, 2012:25). Sebesar 65,7% siswa menyatakan setuju mengenai interaksi semua pihak yang terlibat. Dalam wawancara siswa melaporkan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung melibatkan keaktifan siswa, memberikan kesempatan yang sama pada setiap siswa dalam mengajukan pertanyaan maupun berpendapat sehingga mereka merasa tidak berada dalam tekanan dan diskriminasi dalam pembelajaran..

Kegiatan diskusi memiliki mean paling rendah yaitu sebesar 3,69. Kegiatan diskusi dilakukan pada saat tatap muka di kelas maupun secara *online* pada *chat* dalam program moodle. Pada saat diskusi *online*, hanya sebagian siswa yang hadir meskipun waktu diskusi telah ditetapkan bersama dikarenakan koneksi yang kurang stabil dan kurangnya disiplin sehingga terganggu untuk *searching* materi lain. Hal ini menyebabkan 51,4% siswa menyatakan tidak puas dengan kegiatan diskusi selama pembelajaran. Selain diskusi, pembelajaran *online* memberikan kesempatan pada siswa untuk mengakses berbagai sumber belajar maupun mengerjakan latihan soal. Siswa dapat membaca kembali materi yang telah diberikan dan menyiapkan materi selanjutnya sehingga siswa selalu merasa siap dan fokus dalam belajar. Hal tersebut ditunjukkan dengan mean pada butir 1 sebesar 3,86 dan persentase siswa yang menjawab setuju sebesar 77,1%.

b) Pengajaran

Faktor kedua yang mempengaruhi persepsi siswa adalah pengajaran. Pengaruh pengajaran terhadap persepsi siswa berhubungan dengan sikap positif, kinerja siswa, dan hasil belajar yang diperoleh (Naaj, 2012:189). Dalam penelitian ini, pengajaran dilakukan dengan menerapkan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning*. Lingkungan belajar yang diciptakan mengharuskan siswa untuk merumuskan soal sekaligus penyelesaian dari soal yang dibuat. Selain itu, pembelajaran *online* dengan memanfaatkan program moodle memfasilitasi siswa untuk mengakses lebih banyak sumber belajar.

Kegiatan yang dapat dilakukan siswa dalam pembelajaran *online* antara lain: membaca materi pada web yang telah disediakan maupun sumber belajar lain, mengamati animasi dan video pembelajaran, berlatih membuat soal dan penyelesaiannya pada lembar kerja *problem posing*, dan mengerjakan latihan soal pada menu kuis. Kegiatan ini mendorong siswa belajar mandiri (mean sebesar 3,66). Namun, sebesar 20,0% siswa menyatakan kurang setuju dikarenakan tidak terbiasa dalam pembelajaran *online* dengan menggunakan moodle. Hal ini merupakan kekurangan dari *blended learning* seperti yang dikemukakan oleh Donoso *et al.*, (2010) bahwa siswa dirasa kurang mampu berinisiatif karena terbiasa dibimbing atau diawasi oleh pengajar.

Kegiatan merumuskan soal dan penyelesaiannya pada angket persepsi siswa memiliki

mean sebesar 3,74. Pada butir ini, 65,7% siswa menyatakan setuju bahwa pengajaran tersebut membuat pemahaman siswa meningkat dibandingkan dengan latihan soal. Dalam wawancara, siswa menyatakan bahwa merumuskan soal dan penyelesaiannya sendiri membuat mereka lebih fokus dalam belajar karena harus menggali informasi yang berkaitan dengan situasi tugas dari buku maupun mengakses secara *online* dari web yang disediakan, dan lebih bertanggung jawab untuk menyelesaikan. Siswa dapat menggunakan bahasa mereka sendiri dalam membuat soal sehingga lebih memahami isi soal dan mudah dalam membuat penyelesaiannya (mean sebesar 3,94). Hal ini menyebabkan siswa memiliki persepsi yang baik terhadap kinerja yang dilakukan dan hasil belajarnya.

Secara keseluruhan yang menunjukkan bahwa siswa memiliki persepsi yang baik terhadap penerapan strategi *problem posing* dengan *blended learning* (mean sebesar 3,80). Hal tersebut dikarenakan proses pembelajaran melalui penerapan strategi *problem posing* dengan *blended learning* merupakan suatu hal baru bagi siswa sehingga memberikan pengalaman belajar yang berbeda dari sebelumnya. Siswa menyatakan bahwa proses pembelajaran yang berlangsung membuat mereka harus memahami materi agar dapat membuat soal dengan baik, banyak berlatih soal pada menu kuis dengan segera mendapatkan umpan balik, dan mengakses berbagai sumber belajar.

c) Pengajar

Kinerja pengajar sangat berpengaruh terhadap persepsi siswa. nilai mean masing-masing butir lebih dari 2,5 yang menunjukkan rata-rata siswa memiliki persepsi yang baik terhadap kinerja pengajar selama pembelajaran (Giannousi *et al.*, 2009; Naaj, 2012). Dalam wawancara, siswa menyatakan bahwa pengajar memberikan kesempatan yang sama bagi mereka untuk bertanya, menjawab, dan berpendapat, dan menyediakan sumber belajar *online*. Siswa menggunakan akses internet baik di sekolah maupun di rumah tetapi sering tidak dimanfaatkan untuk belajar. Dengan adanya sumber belajar dan latihan soal secara *online*, siswa dapat memanfaatkan akses internet secara lebih optimal.

d) Manajemen kelas

Faktor manajemen memiliki mean sebesar 4,03 dan 4,23 yang menunjukkan bahwa siswa memiliki persepsi yang baik pada faktor manajemen kelas. Hal ini terkait dengan kedisiplinan. Dalam wawancara siswa melaporkan bahwa pengajar selalu hadir tepat waktu dan selalu memeriksa kehadiran siswa dalam pembelajaran.

e) Teknologi

Pada faktor ini, masing-masing butir memiliki mean lebih besar dari 2,5 yang menunjukkan bahwa rata-rata siswa memiliki persepsi baik terkait dengan teknologi yang digunakan selama pembelajaran. Siswa melaporkan bahwa materi, animasi, latihan soal, kuis dan pembahasannya, ditampilkan dengan jelas sehingga dapat memahami konsep dan aplikasi perhitungan matematika

dengan baik. Namun, beberapa siswa melaporkan bahwa koneksi internet sering tidak stabil sehingga mengganggu dalam diskusi pada pembelajaran *online*. Hal ini merupakan kekurangan dari pembelajaran *online* yang belum teratasi. Secara keseluruhan siswa memiliki persepsi yang baik terhadap penerapan strategi *problem posing* dengan *blended learning*.

KESIMPULAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penerapan strategi *problem posing* dipadukan dengan *blended learning* terhadap hasil belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) penerapan strategi *problem posing* dengan *blended learning* dan strategi *problem posing* berpengaruh terhadap hasil belajar siswa. Kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata hasil belajar lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. (2) Siswa memiliki persepsi yang baik terhadap kegiatan belajar dan lingkungan belajar dalam *blended learning*.

DAFTAR RUJUKAN

- Akay, H., Boz, N. 2010. The Effect of Problem Posing Oriented Analyses-II Course on the Attitudes toward Mathematics and Mathematics Self-Efficacy of Elementary Prospective Mathematics Teacher. *Australian Journal of Teacher Education*, 35 (1): 58-75.
- Al-Ani, W. T. 2013. Blended Learning Using Moodle and Student's Achievement at Sultan Qabos University in Oman. *Journal of Education and Learning*, 2 (3): 96-110.
- Al-Saai, A., Al-Kaabi, A., Al-Muftah, S. 2011. Effect of a Blended Learning Environment on Students' Achievement and Attitudes Toward Using E-Learning in Teaching and Learning at the University Level. *International Journal for Research in Education*, 1 (29): 34-56.
- Bollinger, D. U., Wasilik, O., 2009. Factors influencing faculty satisfaction with online teaching and learning in higher education, *Distance Education*, 30 (1) 103-166.
- Cacciatore, K. L., Amado, J., Evans, J.J. 2008. Connecting Solubility, Equilibrium, and Periodicity in a Green, Inquiry Experiment for the General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 85 (2): 251-253.
- Cai, J., Hwang, S. 2002. Generalized and Generative Thinking in US and Chinese Students' Mathematical Problem Solving and Problem Posing. *Journal of Mathematical Behavior*, 21 (4): 401-421.
- Cankoy, S. 2013. Interlocked Problem Posing and Children's Problem Posing Performance in Free Structured Situation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12 (1): 219-238.
- Cheung, W. S., Hew, K. F. 2011. Design and Evaluation of Two Blended Learning Approaches: Lessons Learned. *Australian Journal of Educational Technology*, 27 (8): 1319-1337.
- Cox, G., Carr, T., Hall, M. 2004. Evaluating the Use of Synchronous Communication in Two Blended Courses. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20 (3): 183-193.
- Demircioglu, G., Demircioglu, H., Yadigaroglu, M. 2013. An Investigation of Chemistry Student Teachers' Understanding of Chemical Equilibrium. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4 (2): 185-192.
- Ergun, H. 2010. The Effect of Problem Posing on Problem Solving in Introductory Physics Course. *Journal of Naval Science and Engineering*, 6 (3): 1-10.
- Falvo, D. 2008. Animations and Simulation for Teaching and Learning Molecular Chemistry. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 4 (1): 68-77.
- Giannousi, M., Vernadakis, N., Derri, V., Michalopoulos, M., Kiomourtzoglou, E. 2009. Students Perception from Blended Learning Instruction. Proceedings of the TCC Worlwide Online Conference, 1 (1):61-68.

- Iskandar, S. M. 2011. *Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Khan, A. I., Qayyum, N., Shaik, M. S., Ali, A. M., Bebi, C. V. 2012. Study of Blended Learning Process in Education Context. *International Journal Modern Education and Computer Science*, 9 (1): 23-29.
- Kormaz & Karakus. 2009. The Impact of Blended Learning Model on Student Attitudes Toward Geography Course and Their Critical Thinking Diposition and Levels. *The Turkish Journal Online of Educational Technology*, 8 (4): 51-63.
- Lan, Y., Lin, P. 2011. Evaluation and improvement of student's question-posing ability in a web-based learning environment. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27 (4): 581-599.
- Naaj, M. A., Nachouki, M., Ankit, A. 2012. Evaluating Student Satisfaction with Blended Learning in a Gender-Segregated Environment. *Journal of information Technology Education: Research*, 11 (1): 185-200.
- Nakhleh, M. B. 1992. "Why Some Student Don't Learn Chemistry (Chemical Misconceptions)". *Journal of Chemical Education*, 53 (39): 191-194.
- Onder, I., Geban, O. 2006. The Effect of Conceptual Change Texts Oriented Instruction on Students' Understanding of the Solubility Equilibrium Concept. *Journal of Education*, 30 (1): 166-173.
- Orgill, M., Sutherland, A. 2008. Undergraduate Chemistry Students' Perceptions of and Misconceptions about Buffers and Buffer Problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 9 (1): 131-143.
- Patron, H., Lopez, S. 2011. Student Effort, Consistency, and Online Performance. *The Journal of Education Online*, 8 (2): 1-11.
- Pernaa, J., Aksela, M. 2009. Chemistry Teachers' and Students' Perceptions of Practical Work. *Problems of Education in the 21st Century*, 16 (1): 80-88.
- Pinarbasi, T., Canpolat, N. 2003. Studenst's Understanding of Solution Chemistry Concept. *Journal of Chemical Education*, 80 (11): 1328-1332.
- Sayed, R. A. 2000. Effectiveness of Problem Posing Strategies on Perspective Mathematics Teachers' Problem Solving Performance. *Journal of Science and Mathematics Education in S.E. Asia*, 25 (1): 56-69.
- Silver, E. A. 1994. On Mathematical Problem Posing. *For the Learning Mathematics*, 14 (1): 19-28.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry. An Overview. *Journal of Turkish Science Education*. 4 (2): 2-20.
- Stevens, K. E. 2000. Experimentation and Group Discussion as a Means of Determining Solubility Rules. *Journal of Chemical Education*, 77 (3): 327-328.
- Tasker, R., Dalton, R., 2006. Research into Practice: Visualisation of the Molecular World Using Animations. *Educational Research*, 7 (2): 141-159.
- Ticha, M., Hospesova, A. 2009. *Problem Posing and Development of Pedagogical Content Knowledge in Preservice Teacher Training*. Makalah disajikan pada Proceeding of CERME 6, Lyon France, 28 Januari-1 Februari 2009, (Online), (<http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/cerme6/wg10-26-ticha.pdf>), diakses 23 Januari 2014.
- Velazquez, M. A., Williamson, V. M., Ashkenazi, G., Tasker, R., Williamson, K. C. 2004. The Use of Video Demonstrations and Particulate Animation in General Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 3 (3): 315-323.
- Whitin, D. 2006. *Problem Posing in the Chemistry Classroom*. Michigan: The National Council of Teacher of Mathematics.
- Williams, N. A., Bland, W., Christie, G. 2007. Improving Student Achievement and Satisfaction by Adopting a Blended Learning Approach to Inorganic Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9 (1): 43-50.
- Wu, H., Karjcek, J. S., Soloway, E. 2001. Promoting Conceptual Understanding of Chemical Representation: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom. *Journal of*

Research in Science Teaching, 38 (7): 821-842.

Wu, H., Tennyson, R. D., Hasia, T. 2010. A Study of Students Perception in a Blended Learning System Environment. *Computer and Education*, 55 (1): 155-164.

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *COLLABORATIVE GUIDED INQUIRY*
PADA SUBMATERI LARUTAN ELEKTROLIT DAN NON ELEKTROLIT
TERHADAP PRESTASI BELAJAR SISWA KELAS X DI SMA BRAWIJAYA
SMART SCHOOL**

Vella Nadya, Dedek Sukarianingsih, Siti Marfuah

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No 5 Malang 65145

E-mail: vellanadya90@yahoo.com; dedek sukarianingsih.fmipa@um.ac.id;
sitimarfuah.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* pada submateri Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit terhadap prestasi belajar siswa kelas X di SMA Brawijaya Smart School. Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimen semu (Quasi Experimental). Kedua kelas eksperimen diambil dengan teknik cluster random sampling. Data keterlaksanaan proses pembelajaran dianalisis secara deskriptif sedangkan data hasil belajar kognitif siswa dianalisis dengan statistik inferensial menggunakan uji t. Keterlaksanaan proses pembelajaran siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* sebesar 89,5% dan keterlaksanaan proses pembelajaran siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing sebesar 86%. Dari data prestasi belajar siswa menunjukkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* pada submateri larutan Elektrolit dan Non Elektrolit terhadap prestasi belajar siswa kelas X di SMA Brawijaya Smart School.

Kata Kunci: *Collaborative*, inkuiri terbimbing, larutan elektrolit, prestasi belajar

PENDAHULUAN

Ilmu kimia merupakan cabang dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mengkaji zat dari segi sifat, komposisi, struktur, ikatan, perubahan dan pembuatannya serta perubahan energi yang terlibat (Mulyono, 2007:2). Adanya kajian mengenai struktur dan susunan materi tersebut membuat kimia bersifat abstrak. Guru hendaknya melaksanakan proses pembelajaran yang efektif dengan memilih metode dan teknik pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pelajaran kimia.

Salah satu submateri kimia yang harus dipelajari di SMA kelas X adalah larutan elektrolit dan non elektrolit. Hasil wawancara dengan beberapa siswa kelas XI, menunjukkan bahwa banyak siswa yang masih kesulitan mengenai alasan mengapa larutan itu dapat menghantarkan arus listrik. Sebanyak 40% siswa Brawijaya Smart School memiliki nilai di bawah standar kelulusan minimal. Tetapi siswa tersebut sudah memiliki nilai afektif dan psikomotor yang sangat baik yaitu 85. Nilai

kognitif siswa BSS dengan rata-rata 71 dirasa masih jauh dari kategori baik. Rendahnya nilai tersebut disebabkan siswa masih belum dapat mengkonstruksi konsep larutan elektrolit dan non elektrolit dengan baik. Kemampuan siswa yang heterogen juga menyebabkan guru sulit untuk meningkatkan kemampuan siswa secara bersamaan. Oleh karena itu diperlukan suatu strategi pembelajaran yang tepat agar konsep – konsep yang perlu dipahami siswa dapat dikonstruksi dengan baik. Salah satu strategi pembelajaran yang dapat digunakan adalah *Collaborative Learning*.

Collaborative Learning adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada tugas spesifik dan berbagi tugas dalam kerja kelompok, membandingkan kesimpulan, prosedur kerja kelompok, dan memberikan keleluasan yang lebih besar pada siswa dalam kerja kelompok (Dillenbourg, 1999:8). Menurut Hill dan Hill dalam Apriono (2009:25) keunggulan pembelajaran kolaboratif, yaitu (1) prestasi belajar lebih tinggi, (2) pemahaman lebih mendalam, (3) mengembangkan keterampilan kepemimpinan, (4) meningkatkan sikap positif, (5) meningkatkan percaya diri, (6) belajar secara inklusif, (7) merasa saling memiliki, dan (8) mengembangkan keterampilan masa depan (Apriono, 2009 :25).

Model pembelajaran *Guided Inquiry* efektif dalam pembelajaran sains (Sabahiyah, 2013: 59). *Guided Inquiry* menghadapkan siswa pada suatu masalah dan dituntut untuk memecahkan masalah tersebut berdasarkan hasil observasi yang dilakukan. Melalui observasi dan analisis, siswa menyimpulkan sendiri pengetahuan yang baru didapatkan dengan mengenali pola dan data ataupun studi literatur.

Berdasarkan ulasan mengenai model pembelajaran *Collaborative Learning* dan *Guided Inquiry* yang telah dijelaskan sebelumnya, maka model pembelajaran gabungan dari kedua model tersebut dapat dilakukan pada submateri elektrolit dan non elektrolit. Pembelajaran *Collaborative* efektif digunakan untuk materi yang diajarkan dengan diskusi kelompok. Sedangkan inkuiri terbimbing cocok digunakan untuk materi yang melibatkan praktikum. *Collaborative Guided Inquiry* dapat membangun pengetahuan melalui diskusi bersama dengan teman sebaya, membangun konsep melalui aksi kolaboratif dari pengalaman masing-masing siswa (Stoll, 2010:56).

Penelitian yang dilakukan oleh Nugraheni (2013:74) menunjukkan bahwa pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada submateri kelarutan dan hasil kali kelarutan. Materi kelarutan dan hasil kali kelarutan mirip dengan materi elektrolit dan non elektrolit. Keduanya mengandung konsep dan materi hitungan, sehingga diduga model *Collaborative Guided Inquiry* dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit.

Model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* diduga dapat meningkatkan prestasi

belajar siswa kelas X di SMA Brawijaya *Smart School* dibandingkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Pengaruh model pembelajaran tersebut dapat dilihat dari keterlaksanaan proses pembelajaran. Dengan persentase keterlaksanaan yang tidak jauh berbeda antara kelas eksperimen 1 dan kelas eksperimen 2, maka dapat dilihat seberapa besar pengaruh model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* pada submateri larutan elektrolit dan non elektrolit terhadap prestasi belajar siswa kelas X di SMA Brawijaya *Smart School*.

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimen semu (Quasi Experiment). Pada penelitian ini digunakan dua kelas yang dipilih secara acak. Kelas eksperimen-1 dibelajarkan dengan model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* dan kelas eksperimen-2 dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penerapan model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* dan model pembelajaran inkuiri terbimbing. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah prestasi belajar siswa sedangkan variabel kontrol dalam penelitian adalah submateri elektrolit dan non elektrolit, guru, alat evaluasi, *handout*, lembar kerja peserta didik dan alokasi waktu.

Populasi penelitian ini adalah semua siswa kelas X SMA Brawijaya Smart School Malang tahun ajaran 2014/2015 yang terdiri dari 4 kelas. Dari keempat kelas tersebut diambil dua kelas sebagai sampel. Sampel dalam penelitian ini diambil dengan teknik *cluster random sampling*. Penentuan kelas yang digunakan sebagai sampel dilakukan dengan undian. Dari hasil undian diperoleh kelas X MIA 2 DAN X MIA 4 sebagai sampel penelitian. Kelas X MIA 2 berjumlah 26 siswa sebagai kelas eksperimen 1 yang dibelajarkan dengan model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* dan X MIA 4 berjumlah 26 siswa sebagai kelas eksperimen 2 yang dibelajarkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam, meliputi instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan meliputi silabus, RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran), lembar kerja peserta didik dan *handout*. Instrumen pengukuran yang digunakan adalah lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, rubrik keterlaksanaan pembelajaran dan soal tes. Lembar observasi tersebut berisi tentang langkah langkah yang harus ditempuh oleh guru yang sesuai dengan RPP. Hasil observasi digunakan untuk mengetahui keterlaksanaan pembelajaran. Soal tes yang digunakan terdiri dari 25 soal pilihan ganda yang dibuat berdasarkan kisi-kisi yang telah disusun sebelumnya dan mengacu pada tujuan pembelajaran yang harus dicapai siswa.

Untuk mengetahui kelayakan soal tes, perlu dilakukan validasi. Pengujian validitas dalam penelitian ini ada dua macam, yaitu validitas isi dan validitas butir soal. Berdasarkan uji validitas isi didapatkan persentase rata-rata sebesar 98% yang menunjukkan bahwa soal masuk dalam

kriteria yang sangat tinggi. Sedangkan dari uji validitas butir soal, 25 soal tes tersebut dikategorikan cukup valid dan layak digunakan sebagai soal tes. Indeks kesukaran butir soal tes ini berkisar antara 0,324 sampai 0,676. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa soal dikategorikan sedang dan layak untuk digunakan. Hasil uji daya beda menunjukkan bahwa dari 25 soal, terdapat 11 soal dengan kriteria sedang dan 14 soal dengan kriteria baik. Hasil uji reliabilitas instrumen tes didapatkan angka $r = 0,895$ yang menunjukkan bahwa soal tes mempunyai kriteria reliabilitas yang sangat tinggi sehingga layak digunakan untuk meneliti prestasi belajar siswa.

Data hasil penelitian yang dianalisis statistik adalah data hasil belajar kognitif siswa. Data kognitif siswa berupa data kemampuan awal siswa dan hasil belajar siswa. Rata-rata kemampuan awal siswa yang dibelajarkan dengan model Collaborative Guided Inquiry sebesar 3,03 dengan nilai terendah sebesar 2,70 dan nilai tertinggi 3,30. Data kemampuan awal siswa ini selanjutnya dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas, serta uji kesamaan dua rata-rata untuk mengetahui apakah sama atau tidak. Nilai signifikansi pada uji normalitas lebih besar dari 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data kemampuan awal siswa memiliki sebaran normal. Dari nilai signifikansi sebesar 0,329 pada uji homogenitas dapat disimpulkan bahwa data kemampuan awal siswa mempunyai varian yang sama/homogen. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kemampuan awal siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry dan siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing. Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan Independent Sample t-Test. Keputusan untuk uji hipotesis adalah : jika nilai signifikansi $> 0,05$ maka H_0 diterima atau tidak ada pengaruh pembelajaran kolaboratif terhadap prestasi belajar, sedangkan jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka H_0 ditolak atau ada pengaruh pembelajaran kolaboratif terhadap prestasi belajar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil observasi menunjukkan bahwa rata-rata keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry sebesar 89,5% yang berarti bahwa keseluruhan keterlaksanaan proses pembelajaran berjalan dengan baik. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing sebesar 86% yang berarti bahwa keterlaksanaan proses pembelajaran tersebut berjalan dengan baik.

Nilai hasil belajar siswa diperoleh dari nilai tes yang diambil setelah semua materi pembelajaran disampaikan pada pertemuan ketiga. Tes yang dikerjakan siswa terdiri dari 25 soal pilihan ganda. Nilai hasil belajar kognitif tersebut selanjutnya dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis. Nilai signifikansi kedua model

pembelajaran tersebut lebih dari 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry dan Guided Inquiry memiliki sebaran normal. nilai signifikansi sebesar 0,115 yang lebih besar dari 0,05 pada uji homogenitas menunjukkan bahwa data hasil belajar siswa dari kedua kelas mempunyai varian yang sama/homogen. Hasil uji hipotesis menunjukkan bahwa ada pengaruh model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry pada submateri larutan elektrolit dan non elektrolit terhadap prestasi belajar siswa kelas X di SMA Brawijaya Smart School.

Kualitas pembelajaran dapat dilihat dari keterlaksanaan proses pembelajaran, yang diamati selama pembelajaran berlangsung. Keterlaksanaan proses pembelajaran diamati dengan menggunakan lembar observasi. Lembar observasi keterlaksanaan proses pembelajaran diisi oleh satu observer guru kimia, sebanyak dua kali sesuai dengan RPP yang telah dibuat.

Pertemuan pertama, siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry melakukan praktikum yang bertujuan agar siswa dapat mengelompokkan beberapa jenis larutan elektrolit maupun larutan non elektrolit berdasarkan ciri-cirinya. Kegiatan pembelajaran berlangsung 2 x 45 menit. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model Collaborative Guided Inquiry sebesar 93%. Berdasarkan pengamatan selama pembelajaran berlangsung, kegiatan pembelajaran berlangsung lancar. Semua kelompok antusias untuk mengumpulkan data percobaan. Sebagian besar tahap pembelajaran yang direncanakan sudah terlaksana dengan baik. Pada tahap pendahuluan, guru membuka pelajaran dengan salam serta doa yang kemudian memeriksa kehadiran siswa satu per satu. Untuk memancing agar siswa mengajukan

pertanyaan seputar submateri larutan elektrolit dan larutan non elektrolit, guru memberikan video yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Para siswa sangat antusias dan tertarik dengan video yang diberikan. Setelah muncul pertanyaan dari siswa, guru menuliskan tujuan pembelajaran. Guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok, 1 kelompok terdiri dari 4-5 anak. Selanjutnya guru membagikan LKS pada siswa.

Pada siswa yang dibelajarkan dengan model Collaborative Guided Inquiry, guru menginstruksikan kepada seluruh siswa untuk berdiskusi secara kolaboratif setelah melakukan praktikum. Pada diskusi ini, ada siswa dari beberapa kelompok yang gengsi untuk bertanya jika ada yang tidak diketahuinya mengenai LKS yang diberikan. Akan tetapi karena arahan dari guru, siswa mau untuk berdiskusi secara kolaboratif. Pemberian “nametag” berwarna merah, kuning, hijau dan biru sangat membantu guru untuk mengetahui siswa tersebut berada di tingkat pemahaman tinggi, sedang, atau rendah, jadi diskusi kolaboratif lebih mudah diamati. Siswa yang berkemampuan rendah hanya boleh bertanya pada siswa yang berkemampuan sedang, begitu seterusnya. Jadi siswa mengisi LKS tersebut tetap berdasarkan pengetahuan mereka sendiri, yang ditambah sedikit dari

kolaborasi dengan teman sekelompok yang berkemampuan diatasnya. Setelah siswa mengisi LKS, kelompok mempresentasikan jawaban mereka. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model Collaborative Guided Inquiry sebesar 93% karena tidak semua kelompok mempresentasikan hasil diskusinya karena keterbatasan waktu. Tetapi di akhir pertemuan, guru tetap menyuruh siswa untuk menyimpulkan materi yang telah didapat pada hari itu yang berhubungan dengan pertanyaan awal siswa.

Pertemuan pertama, keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing sebesar 86%. Siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing tidak berdiskusi secara kolaboratif, namun tetap berkelompok secara inkuiri terbimbing. Di kelas eksperimen-2 ini siswa juga melakukan praktikum dan berkelompok mengerjakan 1 LKS. Beberapa hambatan mengenai alat dan bahan praktikum sudah diatasi oleh guru. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing sebesar 86% karena tidak semua kelompok mempresentasikan hasil diskusinya karena keterbatasan waktu. Dan juga karena tidak semua kelompok menuliskan pokok-pokok permasalahan di LKS yang diberikan.

Pertemuan kedua, pada kelas Collaborative Guided Inquiry guru membahas mengenai kesimpulan praktikum kemarin dan memancing siswa agar bertanya mengenai proses mengalirnya elektron sehingga dapat mengalirkan listrik. Pada pertemuan ini, keterlaksanaan proses pembelajaran sebesar 86%. Kegiatan pembelajaran berlangsung dalam 1 x 45 menit. Kemudian guru menayangkan video animasi sederhana mengenai proses mengalirnya elektron pada 3 macam larutan. Setelah tahu gambaran umumnya, siswa diminta untuk mengerjakan LKS secara kolaboratif. Siswa sangat antusias dalam mencari jawaban LKS di berbagai literatur, baik buku paket, internet, maupun handout. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model Collaborative Guided Inquiry sebesar 86% karena tidak semua kelompok mempresentasikan hasil diskusinya karena keterbatasan waktu. Dan juga tidak semua kelompok menuliskan pokok-pokok permasalahan di LKS yang diberikan.

Pertemuan kedua, beberapa siswa di kelas inkuiri terbimbing masih ada yang kurang aktif untuk berdiskusi, akan tetapi guru mendekati dan menasehati agar semua siswa aktif karena keaktifan berdiskusi akan dinilai. Hambatan pada pertemuan ini yaitu keterbatasan waktu membuat tidak ada kelompok yang mempresentasikan hasil diskusinya. Tetapi di akhir pembelajaran, siswa tetap membuat kesimpulan dari pelajaran yang telah didapat. Keterlaksanaan proses pembelajaran pada siswa yang dibelajarkan dengan model Guided Inquiry sebesar 86% karena tidak semua kelompok mempresentasikan hasil diskusinya karena keterbatasan waktu. Dan juga karena masih ada 1 kelompok yang tidak menuliskan pokok-pokok permasalahan di LKS yang diberikan.

Pertemuan ketiga, pada kelas Collaborative Guided Inquiry diadakan review mengenai materi yang sudah didapat yang dilanjutkan dengan tes submateri larutan elektrolit dan larutan non elektrolit. Semua siswa sangat antusias dengan pemberian review oleh guru. Review materi

berlangsung selama 30 menit, yang dilanjutkan dengan tes berlangsung dengan tertib selama 60 menit.

Rata-rata hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry lebih tinggi ($\bar{X}$ = 3,18) daripada siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing ($\bar{X}$ = 3,00). Siswa yang dibelajarkan menggunakan model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry mempunyai nilai rata-rata yang lebih tinggi disebabkan karena dalam diskusi secara kolaboratif ini siswa dituntut untuk mengemban dua tanggung jawab, yakni nilai kelompok dan nilai pribadi mereka masing-masing. Untuk membuat nilai pribadi mereka tinggi, mereka harus berusaha mencari sendiri jawaban dari permasalahan yang ada. Dan untuk kepentingan kelompok, mereka harus mengalahkan ego diri sendiri demi terciptanya diskusi kelompok secara kolaboratif. Banyak dari anggota kelompok kelas ini yang awalnya enggan untuk bertanya kepada teman 1 kelompok yang memiliki kemampuan 1 tingkat di atas mereka dengan alasan “saya tidak akrab dengan dia”. Akan tetapi karena arahan dari guru dan juga peraturan dalam diskusi kolaboratif, siswa dapat menghilangkan ego mereka itu dan saling berdiskusi secara kolaboratif. Ada juga beberapa siswa yang memancing teman sekelompok mereka yang berkemampuan rendah untuk bertanya dan memulai berdiskusi kelompok.

Hambatan yang terjadi hanya masalah waktu dalam presentasi. Semua kelompok tetap menampilkan data mereka dalam power point yang sudah disiapkan guru, namun hanya 1 kelompok yang dapat menganalisis data mereka di depan kelas. Guru mengarahkan agar kelompok yang jawabannya berbeda dapat mengutarakan alasan mereka dalam kelas. Jadi meskipun hanya 1 kelompok yang presentasi, kelompok yang lain juga memahami dan menjadi tahu jawaban mana yang benar dan alasannya mengapa. Siswa menjadi lebih memahami materi, sehingga dapat membuat kesimpulan dengan tepat dan dapat mengaitkan dengan pertanyaan fokus.

Siswa yang dibelajarkan dengan *Collaborative Guided Inquiry* dan inkuiri terbimbing nilai rata-ratanya sama-sama dalam kategori baik. Siswa dibimbing agar dapat menyelesaikan persoalan yang ada. Namun Rata-rata nilai siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing lebih rendah daripada siswa yang dibelajarkan dengan model *Collaborative Guided Inquiry* karena tidak semua siswa dapat berkontribusi dalam diskusi kelompok, mungkin hanya beberapa siswa yang pintar dan aktif saja. Jadi siswa yang tidak aktif diskusi pasti kurang maksimal dalam menyerap materi yang diberikan. Guru selalu membimbing kelompok secara bergantian agar semua siswa berkontribusi dalam diskusi kelompok.

Secara keseluruhan kedua model pembelajaran baik *Collaborative Guided Inquiry* maupun inkuiri terbimbing sama-sama meningkatkan hasil belajar kognitif siswa dari kemampuan awal mereka. Karena di kedua model ini guru secara penuh membimbing kelompok-kelompok kecil agar lebih dapat meningkatkan kemampuan berpikir mereka baik dengan berbagi pengetahuan dengan teman sekelompok maupun dari berbagai sumber referensi yang mereka cari. Dengan tambahan

diskusi kolaboratif dalam model inkuiri terbimbing, hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan *Collaborative Guided Inquiry* mempunyai rata-rata yang lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan model inkuiri terbimbing.

KESIMPULAN

Keterlaksanaan model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* dalam submateri Larutan Elektrolit dan non Elektrolit pada siswa kelas X di SMA Brawijaya *Smart School* Malang memiliki kriteria baik dengan rata-rata sebesar 89,5% dan keterlaksanaan model pembelajaran inkuiri terbimbing memiliki kriteria baik dengan rata-rata 86%. Ada pengaruh model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* pada submateri Larutan Elektrolit dan non Elektrolit terhadap prestasi belajar siswa kelas X di SMA Brawijaya *Smart School* Malang. Hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran *Collaborative Guided Inquiry* ($\bar{X}$ = 3,18) lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing ($\bar{X}$ = 3,00).

DAFTAR PUSTAKA

- Apriono, D. 2011. *Pengaruh Pembelajaran Kolaboratif terhadap Hasil Belajar Pendidikan Pancasila dan Keterampilan Kerjasama pada Mahasiswa yang Memiliki Tingkat Motivasi Belajar Berbeda*. Disertasi tidak Diterbitkan. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang
- Arifin, M. 1995. *Pengembangan Program Pengajaran Bidang Kimia*. Surabaya : Airlangga University Press
- Arikunto, S. 2009. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Edisi Revisi 6. Jakarta: Rineka Cipta
- Colburn, A. 2000. *An Inquiry Primer*. Science Scope Special Issue: 42-44
- Dillenbourg, P. 1999. *What do you mean by collaborative learning?* In Dillenbourg P (Ed) *Collaborative-Learning: Cognitive and Computational Approaches*. (1-19). Oxford: Elsevier
- Departemen Pendidikan Nasional. 2003. *Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003, Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Depdiknas.
- Departemen Pendidikan Nasional. 2005. *BNSP Petunjuk Teknis Pengembangan Silabus dan Contoh atau Model Silabus SMA atau MA Mata Pelajaran Kimia*. Jakarta : Milik Negara Tidak Diperdagangkan
- Donohoo, J. 2011. *Collaborative Guided Inquiry: A Facilitator Guide*. Ontario: Learning Forward Ontario
- Hetika. 2008. *Pembelajaran Menurut Aliran Kognitif*, (Online). Edisi 1 April 2008. Tersedia: <http://teoripembelajaran.blogspot.com/2008/04/pembelajaran-menurut-aliran-kognitif.html> . Diakses tanggal 25 Juni 2015
- Mintania, F. 2013 *Penerapan metode inkuiri terbimbing untuk meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah siswa kelas XI IPA semester II SMA Negeri 5 Malang pada materi sistem koloid*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Moehnilabib, M. Mukhadis, A., Ibnu, S., Suparno, Rofiudin, & Sukaryana., I. W. 2003. *Dasar-dasar Metode Penelitian*. Malang: IKIP Malang
- Mulyono. 2007. *Kamus Kimia*. Jakarta : Bumi Aksara
- Nugraeni, P. 2012 *Penerapan Model pembelajaran Collaborative Guided Inquiry Terhadap Hasil*

- Belajar Pada Materi Reduksi Oksidasi Di SMA Negeri 1 Malang Tahun Pelajaran 2011/2012*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang
- Nurhayati, N.W.E. 2012. *Penerapan Pembelajaran Kooperatif Tipe Teams Games Tournament (TGT) untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII D SMP Negeri 2 Kediri Tahun Ajaran 2011/2012*. Karmapati, (Online), 1 (2): 226-236, <http://www.pti.undiksha.com/karmapati/collno2/6.pdf>, Diakses tanggal 22 september 2014
- Panitz, T. 1996. *Collaborative Versus Coopertive Learning a Comparison of Two Concepts Which Will Help Us Understand The Underlying Nature of Interactive Learning*. <http://ses.une.edu.au/cf/papers/pdf>. Diakses tanggal 19 September 2014
- Roestiyah, N.K, 1998. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta : Rineka Cipta
- Sanjaya, W. 2011. *Strategi Pembelajaran : Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta : Kencana
- Sudjana, N. 2009. *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru
- Smith, B.L. & Gregor, J. T. 1992, *What is Collaborative Leaning?* <http://learningcommon.evergreen.edu/pdf/collab.pdf> Diakses tanggal 14 September 2014
- Trianto. 2010. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Kencana
- Urip, W. 2013. *Penerapan Metode Pembelajaran Kolaboratif Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa Kelas X Pada Mata Pelajaran Membaca Gambar Sketsa di SMK Negeri 2 Klaten*. Jember : Universitas Teknik UNY

KETERLAKSANAAN PROSES SAINS DALAM PEMBELAJARAN KIMIA DI SMA

¹Darsono Sigit, ²Oktavia Sulistina, ³Muhammad Sodik Ibnu

^{1,2,3} Jurusan Kimia FMIPA UM

Jl. Semarang 5, Malang 65145

ABSTRAK : Penelitian ini mendeskripsikan tentang: (1) Pengertian keterampilan proses menurut guru; (2) Proses pembelajaran Kurikulum 2013 menurut guru; (3) Pendapat guru tentang keterkaitan antara langkah pembelajaran dengan kegiatan belajar dan maknanya (Lampiran 4 Permendikbud 81 Tahun 2013); dan (4) Pemikiran guru tentang proses pembelajaran Kimia SMA yang dapat diselaraskan dengan Kurikulum 2013. Penelitian ini dilaksanakan dengan metode deskriptif-kualitatif, dengan subyek penelitian terdiri dari tiga kelompok, yaitu guru kimia SMA kelas X, XI, XII guru masing-masing sebanyak tujuh orang guru kimia pada setiap kelompok guru kimia SMA kelas X, XI, XII. Total subyek sebanyak 7 guru x 3 kelompok kelas = 21 guru kimia. Penelitian menggunakan analisis data kualitatif. Hasil penelitian dapat disimpulkan : 80% guru sudah tepat dalam memberikan contoh kondisi yang dapat menampilkan keterampilan proses sains; keterampilan proses menurut guru, masih belum sesuai dengan pengertian langkah-langkah pembelajaran dalam ketrampilan proses yang meliputi: melakukan pengamatan; menafsirkan pengamatan; mengelompokkan; meramalkan; berkomunikasi; berhipotesis; merencanakan percobaan atau penyelidikan; menerapkan konsep atau prinsip; mengajukan pertanyaan. Proses pembelajaran menurut Kurikulum 2013, guru belum bisa memberikan pendapat yang mendalam dikarenakan belum banyaknya pengalaman dalam melaksanakan proses pembelajaran langsung dan tidak langsung. Guru masih belum dapat berpendapat tentang keterkaitan antara langkah pembelajaran dengan kegiatan belajar dan maknanya, pelaksanaan proses pembelajaran Kimia di SMA yang selaras dengan K-13 belum maksimal, ditemukan beberapa kendala antara lain waktu pembelajaran, buku atau bahan ajar, dan penilaian.

Kata-kata kunci : kurikulum 2013, kimia, SMA

SMA di Malang pada umumnya merupakan sekolah pernah atau sedang yang menggunakan kurikulum 2013. Dalam proses pembelajarannya mengacu pada Pedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) dari Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013. Secara prinsip, kegiatan pembelajaran merupakan proses yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan potensi mereka menjadi kemampuan yang semakin lama semakin meningkat dalam sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang diperlukan dirinya untuk hidup dan untuk bermasyarakat, berbangsa, serta berkontribusi pada kesejahteraan hidup umat manusia. Oleh karena itu, kegiatan pembelajaran diarahkan untuk memberdayakan semua potensi peserta didik menjadi kompetensi yang diharapkan.

Kurikulum 2013 menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru ke peserta didik. Peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk secara aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Untuk itu pembelajaran harus berkenaan dengan kesempatan yang diberikan kepada peserta didik untuk

mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan berupaya keras mewujudkan ide-idenya. Guru memberikan kemudahan untuk proses tersebut, dengan mengembangkan suasana belajar yang memberi kesempatan peserta didik untuk menemukan, menerapkan ide-ide mereka sendiri, menjadi sadar dan secara sadar menggunakan strategi mereka sendiri untuk belajar. Guru mengembangkan kesempatan belajar kepada peserta didik untuk meniti anak tangga yang membawa peserta didik ke pemahaman yang lebih tinggi, yang semula dilakukan dengan bantuan guru tetapi semakin lama semakin mandiri. Bagi peserta didik, pembelajaran harus bergeser dari “diberi tahu” menjadi “aktif mencari tahu”.

Implementasi Kurikulum 2013 dimulai bulan Juli 2013 pada 6329 sekolah sasaran yang terdiri dari 1267 SMA yang tersebar di 33 Provinsi. Adapun tambahan sampai dengan bulan Juli 2015 pada 17274 sekolah sasaran yang terdiri dari 2232 SMA yang tersebar di 34 provinsi. Termasuk SMA di Malang Raya. Pada saat Kurikulum 2013 dilaksanakan di sekolah-sekolah sasaran tersebut, dokumen Kurikulum 2013 juga disempurnakan. Penyempurnaan terutama dilakukan terhadap kompetensi dasar, silabus dan pedoman mata pelajaran. Penyempurnaan ini merupakan langkah untuk memperbaiki Permendikbud Nomor 57,58,59 dan 60 tahun 2014 tentang Kurikulum antara lain di SMA/MA.

Padapedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) dari Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013 dinyatakan bahwakurikulum 2013 mengembangkan *dua modus proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran langsung dan proses pembelajaran tidak langsung*. Pembelajaran langsung adalah proses pendidikan di mana peserta didik mengembangkan pengetahuan, kemampuan berpikir dan keterampilan psikomotorik melalui interaksi langsung dengan sumber belajar yang dirancang dalam silabus dan rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) berupa kegiatan-kegiatan pembelajaran. Dalam pembelajaran langsung tersebut peserta didik melakukan kegiatan belajar mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi atau menganalisis, dan mengkomunikasikan apa yang sudah ditemukannya dalam kegiatan analisis. Proses pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung, yang disebut dengan *instructional effect*. Pembelajaran tidak langsung adalah proses pendidikan yang terjadi selama proses pembelajaran langsung tetapi tidak dirancang dalam kegiatan khusus. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pengembangan nilai dan sikap. Berbeda dengan pengetahuan tentang nilai dan sikap yang dilakukan dalam proses pembelajaran langsung oleh mata pelajaran tertentu, pengembangan sikap sebagai proses pengembangan moral dan perilaku dilakukan oleh seluruh mata pelajaran dan dalam setiap kegiatan yang terjadi di kelas, sekolah, dan masyarakat. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran Kurikulum 2013, semua kegiatan yang terjadi selama belajar di sekolah dan di luar dalam kegiatan kokurikuler dan ekstrakurikuler terjadi proses

pembelajaran untuk mengembangkan moral dan perilaku yang terkait dengan sikap. Pembelajaran langsung maupun pembelajaran tidak langsung terjadi secara terintegrasi dan tidak terpisah. Pembelajaran langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari KI-3 dan KI-4. Keduanya, dikembangkan secara bersamaan dalam suatu proses pembelajaran dan menjadi wahana untuk mengembangkan KD pada KI-1 dan KI-2. Pembelajaran tidak langsung berkenaan dengan pembelajaran yang menyangkut KD yang dikembangkan dari KI-1 dan KI-2. Proses pembelajaran terdiri atas lima pengalaman belajar pokok yaitu: a. mengamati; b. menanya; c. mengumpulkan informasi; d. mengasosiasi; dan e. mengkomunikasikan.

Produk ilmu pengetahuan, khususnya sains (kimia, fisika, biologi) yang diperoleh melalui suatu proses berpikir dan bertindak dalam menghadapi atau merespon masalah-masalah yang ada di lingkungan melalui langkah langkah pembelajaran tersebut, dapat dinamai sebagai proses ilmiah (sains). Keterampilan proses adalah keterampilan yang melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual dan sosial. Keterampilan kognitif terlibat karena dengan melakukan keterampilan proses peserta didik menggunakan pikirannya (Mary, 2002). Keterampilan manual terlibat dalam keterampilan proses karena mereka melibatkan penggunaan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan atau perakitan alat. Keterampilan sosial juga terlibat dalam keterampilan proses karena mereka berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar-mengajar, misalnya mendiskusikan hasil pengamatan. Keterampilan proses perlu dikembangkan melalui pengalaman-pengalaman langsung sebagai pengalaman belajar. Melalui pengalaman langsung, peserta didik dapat lebih menghayati proses atau kegiatan yang sedang dilakukan. Seperti SAPA (*Science A Process Approach*) pendekatan keterampilan proses sains (KPS) merupakan pendekatan pembelajaran yang berorientasi kepada proses IPA. Namun dalam tujuan dan pelaksanaannya terdapat perbedaan. SAPA tidak mementingkan konsep apa yang akan dicapai, sedangkan pendekatan KPS justru menggunakan keterampilan proses untuk memahami konsep atau mempelajari konsep. Selain itu SAPA menuntut pengembangan pendekatan proses secara utuh yaitu metode ilmiah dalam setiap pelaksanaannya, sedangkan jenis-jenis keterampilan proses dalam pendekatan KPS dapat dikembangkan secara terpisah-pisah, bergantung metode yang digunakan. Umpamanya dalam metode demonstrasi dapat dikembangkan keterampilan proses tertentu (observasi, interpretasi, komunikasi, aplikasi konsep).

Keterampilan proses terdiri dari sejumlah keterampilan yang satu sama lain sebenarnya tak dapat dipisahkan, namun ada penekanan khusus dalam masing-masing keterampilan tersebut. Keterampilan proses sains meliputi: keterampilan melakukan pengamatan (observasi), menafsirkan hasil pengamatan (interpretasi), mengelompokkan (klasifikasi), meramalkan (prediksi), berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan atau penyelidikan, menerapkan konsep/prinsip, dan mengajukan pertanyaan (Lang dan Evans, 2006).

SMA Negeri se Malang Raya yang meliputi SMA 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 sama-sama

menggunakan kurikulum 2013 terutama pada pembelajaran kimia . Namun sepuluh sekolah tersebut memiliki profil dan arah pengembangan yang berbeda, untuk mengetahui keterlaksanaan kurikulum 2013 di sekolah tersebut, maka perlu kiranya dilakukan suatu penelitian tentang “ keterlaksanaan proses sains pembelajaran kimia di SMA seMalang Raya”. Adapun tujuannya dari penelitian ini adalah mendeskripsikan (a) pemahaman guru tentang keterampilan proses menurut guru; (b) Proses pembelajaran Kurikulum 2013 menurut guru; (c) pendapat guru tentang keterkaitan antara langkah pembelajaran dengan kegiatan belajar dan maknanya (Lampiran 4 Permendikbud 81Atahun 2013); dan (d) pemikiran guru tentang proses pembelajaran Kimia SMA yang dapat diselaraskan dengan Kurikulum 2013.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode survey. Subyek dalam penelitian ini guru kimia SMA kelas X, XI, XII dari SMAN 1,3,4,5,6,7,8,9,10 Malang, yang telah diangkat menjadi guru tetap dan atau PNS. Masing-masing kelompok guru kelas masing-masing diambil sebanyak tujuh orang, sehingga total subyek 21 guru kimia. Data dikumpulkan dengan menggunakan angket. Sebelum digunakan dalam penelitian angket divalidasikan ahli kepada 3 orang validator yang ahli dibidangnya. Hasil validasi menunjukkan angket valid (skor rata-rata dari validator 97%). Analisis data dilakukan dengan menggunakan teknik analisis persentase.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengertian keterampilan proses menurut guru

80% guru telah memahami keterampilan proses sains, hal ini dapat dilihat dari contoh kondisi yang diberikan guru untuk menampilkan keterampilan proses sains. Berikut ini beberapa jawaban guru.

- Contoh keterampilan mengamati menurut guru: Siswa mengamati warna endapan pada reaksi antara HCl (aq) dengan AgNO₃ (aq)
- Contoh keterampilan mengelompokkan menurut guru: Berdasarkan pengamatan, siswa mengelompokkan mana yang merupakan elektrolit dan mana yang non elektrolit
- Contoh keterampilan meramalkan menurut guru: Pada percobaan uji nyala didapatkan warna nyala suatu garam merah dapat ditafsirkan nyala tersebut merupakan garam dari ion Sr²⁺
- Berkomunikasi adalah menyampaikan masalah pada sesama kelompok belajar.
- Berhipotesis adalah memperkirakan terjadinya masalah.
- Merencanakan percobaan atau penyelidikan adalah menyusun langkah langkah percobaan.
- Menerapkan konsep atau prinsip adalah proses untuk mengetahui prioritas masalah.
- Mengajukan pertanyaan adalah proses untuk mencari/ merumuskan percobaan. Contoh : mengapa bisa berubah warna , jika di didiamkan diudara terbuka dan lembab ?

2. Proses pembelajaran Kurikulum 2013 menurut guru

Padapedoman Umum Pembelajaran (Lampiran IV) dari Permendikbud RI Nomor 81A Tahun 2013 dinyatakan bahwa kurikulum 2013 mengembangkan *dua modus proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran langsung dan proses pembelajaran tidak langsung*. 40% guru berpendapat bahwa pembelajaran langsung adalah dengan melakukan pengamatan langsung untuk mendapatkan pengetahuan dan keterampilan. Proses pembelajaran tidak langsung adalah pembelajaran yang terjadi diluar kelas, sekolah atau masyarakat. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa masih terdapat guru yang belum memahami pembelajaran langsung dan pembelajaran tidak langsung. Dalam Lampiran Permendikbud No 103 Tahun 2014 dijelaskan bahwa pembelajaran langsung menghasilkan pengetahuan dan keterampilan langsung, yang disebut dengan dampak pembelajaran (*instructional effect*) dan pembelajaran tidak langsung adalah pembelajaran yang terjadi selama proses pembelajaran langsung yang dikondisikan menghasilkan dampak pengiring (*nurturant effect*).

Pemikiran guru tentang proses pembelajaran Kimia SMA yang dapat diselaraskan dengan Kurikulum 2013. Masih sangat dangkal. Karena ada perbedaan persepsi berkaitan dengan perangkat pembelajaran yang sedianya disiapkan penuh oleh Diknas, ternyata justru saat ini guru disibukkan oleh penyiapan perangkat pembelajaran, yang harus disediakan sebelum mengajar.

3. Pendapat guru tentang keterkaitan antara langkah pembelajaran dengan kegiatan belajar dan maknanya (Lampiran 4 Permendikbud 81A tahun 2013)

100% guru setuju dengan langkah pembelajaran, kegiatan belajar dan maknanya pada Lampiran 4 Permendikbud 81A tahun 2013. Komentarnya sebatas menggaris-bawahi dan penguatan saja, dengan kata-kata setuju, benar. Namun demikian masih terdapat perbedaan pendapat pada guru tentang pengertian langkah-langkah pembelajaran pada Lampiran 4 Permendikbud 81A tahun 2013.

4. Pemikiran guru tentang proses pembelajaran Kimia SMA yang dapat diselaraskan dengan Kurikulum 2013.

Proses pembelajaran Kimia SMA Kelas X, XI, dan XII dapat dilaksanakan sesuai dengan K-13. Namun demikian masih terdapat kendala yang menyebabkan kurang maksimalnya pelaksanaannya. Kendala yang ditemui oleh guru waktu untuk menerapkan K-13 tidak cukup / memadai dikarenakan materi yang terlalu padat, buku yang sesuai K-13 masih belum memadai, dan penilaian pada siswa terlalu banyak, selain itu guru juga memiliki banyak tugas tugas

administratif, sehingga guru berpendapat bahwa proses pembelajaran Kimia SMA yang mengacu Kurikulum 2013 pelaksanaannya tidak dapat maksimal. Selain itu janji pemerintah, bahwa guru adalah pelaksana lapangan dimana RPP dan Bahan Ajar sudah disediakan oleh pemerintah belum terpenuhi.

KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN.

Sebagian besar guru telah memahami keterampilan proses sains, masih terdapat guru yang belum memahami pembelajaran langsung dan pembelajaran tidak langsung, guru masih belum dapat berpendapat tentang keterkaitan antara langkah pembelajaran dengan kegiatan belajar dan maknanya, pelaksanaan proses pembelajaran Kimia di SMA yang selaras dengan K-13 belum maksimal, ditemukan beberapa kendala antara lain waktu pembelajaran, buku atau bahan ajar, dan penilaian. Berdasarkan temuan tersebut perlu kiranya pendampingan yang berkenaan dengan pelaksanaan Kurikulum 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahar, R.W. (1996). *Teori-Teori Belajar*. Jakarta: Erlangga
- Dimiyati dan Mudjiono. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta
- Firman, H. (2000). *Penilaian Hasil Belajar dalam Pengajaran Kimia*. Bandung: Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI
- Lang, H.R. dan Evans, D.N. 2006. *Models, Strategies, and Methodes for Effective Teaching*. USA: Pearson Education, Inc.
- Mary L. A. 2002. Mastery of Science Process Skills and Their Effective Use in the Teaching of Science: An Educology of Science Education. in the Nigerian Context. *International Journal of Educology*, 2002, Vol 16, No 1. Hal 11-30

ANALISIS EFEKTIVITAS PELAKSANAAN PELATIHAN IMPLEMENTASI KURIKULUM 2013 UNTUK GURU SD, SMP, DAN SMA DI PROVINSI ACEH

M. Hasan¹

¹*Universitas Syiah Kuala*

email@instansi.com

Abstrak. Implementasi Kurikulum 2013 dilakukan secara bertahap sejak Tahun 2013 pada semua jenjang pendidikan, yaitu SD, SMP, SMA, dan SMK. Beberapa tahapan yang ditempuh sebelum implementasi di sekolah adalah pelatihan Instruktur Nasional (IN), Pelatihan Guru Sasaran (GS), Pelatihan Kepala Sekolah (KS), dan Pelatihan Pengawas Sekolah (PS). Efektifitas pelaksanaan pelatihan IN, GS, KS, dan PS dinilai sangat menentukan keberhasilan implementasi Kurikulum 2013. Tujuan penelitian adalah menganalisis efektivitas pelaksanaan pelatihan GS pada jenjang pendidikan SD, SMP, dan SMA di Provinsi Aceh. Metode penelitian yang digunakan adalah survey. Populasi penelitian ini adalah seluruh guru SD, SMP, dan SMA di Provinsi Aceh yang mengikuti pelatihan GS di Tempat Pelaksana Kegiatan (TPK) dari 5 Kabupaten/Kota, yaitu Kabupaten Pidie, Kota Lhokseumawe, Kabupaten Aceh Tamiang, Kabupaten Aceh Tengah, dan Kabupaten Aceh Jaya. Jumlah sampel seluruhnya adalah 690 orang, dengan rincian sebanyak 300 orang guru SD, 190 orang guru SMP, dan 200 orang guru SMA. Data penelitian dikumpulkan dengan cara observasi langsung proses pelatihan dan penyebaran angket terhadap peserta. Data yang ingin diperoleh melalui angket adalah penyampaian materi kurikulum 2013 oleh nara sumber, tingkat pemahaman guru terhadap kurikulum 2013 yang mencakup aspek pemahaman konsep dan tujuan kurikulum 2013, pendekatan saintifik dan tematik terpadu, penilaian otentik, dan penyusunan RPP. Hasil penelitian diperoleh data sebagai berikut: 1) secara umum ada sekitar 40-60% guru SD, SMP, dan SMA yang menyatakan bahwa materi pelatihan telah disampaikan dengan jelas dan sangat jelas oleh nara sumber, kecuali komponen penilaian otentik. Hanya sekitar 35% guru SD yang menyatakan materi pelatihan aspek penilaian otentik telah tersampaikan dengan jelas dan sangat jelas. 2) Tingkat pemahaman guru pada taraf baik dan sangat baik di provinsi Aceh terhadap kurikulum 2013 setelah mengikuti kurikulum rata-rata sebesar 36,58%. Rata-rata sebanyak 53,2% guru SD, SMP, dan SMA menyatakan bahwa pelaksanaan pelatihan berlangsung baik dan sangat baik.

Kata kunci: Efektivitas, Pelatihan, Guru, Kurikulum 2013

PENDAHULUAN

Pengembangan Kurikulum 2013, merupakan upaya untuk memberi jawaban terhadap beberapa permasalahan yang melekat pada kurikulum sebelumnya, juga bertujuan untuk mendorong peserta didik, agar mampu lebih baik dalam melakukan observasi, bertanya, bernalar, dan mengomunikasikan (mempresentasikan). Tema Kurikulum 2013 adalah untuk menghasilkan insan Indonesia yang produktif, kreatif, inovatif, dan afektif melalui penguatan sikap (tahu mengapa), keterampilan (tahu bagaimana), dan pengetahuan (tahu apa) yang terintegrasi. Sedangkan inti dari Kurikulum 2013 adalah upaya penyederhanaan dan tematik-integratif

(kemdikbud, 2014)

Implementasi Kurikulum 2013 telah dilakukan secara bertahap sejak Tahun 2013 pada semua jenjang pendidikan, yaitu SD, SMP, SMA, dan SMK. Beberapa tahapan yang ditempuh sebelum implementasi di sekolah adalah pelatihan Instruktur Nasional (IN), Pelatihan Guru Sasaran (GS), Pelatihan Kepala Sekolah (KS), dan Pelatihan Pengawas Sekolah (PS), dan pendampingan melalui kegiatan *in-service* (IN) dan *on-service* (ON). Kegiatan IN dan ON ini dilakukan sebanyak dua kali. Pelatihan merupakan salah satu faktor yang menentukan optimalisasi pelaksanaan Kurikulum 2013. Efektifitas pelaksanaan pelatihan IN, GS, KS, dan PS dinilai sangat menentukan keberhasilan implementasi Kurikulum 2013. Pelatihan terhadap GS, KS, dan PS di Provinsi Aceh dipusatkan di TPK-TPK yang tersebar secara zonasi di seluruh Provinsi Aceh. Pelatihan yang dilaksanakan di TPK tersebut menghadirkan nara sumber atau IN yang sudah terlatih. Setiap nara sumber diharapkan menyampaikan materi sesuai dengan topik yang sudah ditentukan. Sejauhmana pemahaman GS, KS, dan PS pasca pelatihan sangat ditentukan oleh penyampaian materi oleh IN baik ruang lingkup maupun tingkat kedalaman dan kemudahan dicerna oleh peserta pelatihan. Penelitian ini mengkaji penyampaian materi pelatihan oleh nara sumber (IN), pemahaman peserta GS, dan efektifitas pelaksanaan pelatihan di TPK-TPK di Provinsi Aceh.

Perbedaan Kurikulum 2013 dengan kurikulum-kurikulum sebelumnya adalah terletak pada proses pembelajaran, yaitu yang mencakup penerapan pendekatan saintifik, pendekatan tematik-terintegrasi, dan penilaian otentik. Pendekatan saintifik dalam pembelajaran kurikulum 2013 secara bertahap diwujudkan dalam 5 langkah sistematis, yaitu mengamati, menanya, mencoba, mengasosiasi/menalar, mengkomunikasikan/membentuk jejaring (Dyer, 2011). Guru berperan sebagai fasilitator pada setiap tahap tersebut. Pada tahap mengamati guru mengarahkan peserta didik menginventarisir informasi apa saja yang akan dipelajari. Selanjutnya guru membantu siswa untuk merumuskan pertanyaan terhadap konsep yang telah di inventarisir pada tahap mengamati. Pada tahap mencoba, peran guru membantu siswa dalam merencanakan eksperimen/eksplorasi memperoleh data. Pada tahap mengasosiasi, guru membantu siswa mengolah data. Pada tahap akhir, yaitu tahap mengkomunikasikan guru berperan strategis, yaitu memberi umpan balik dan penguatan terhadap konsep yang ditemukan siswa melalui serangkaian proses yang telah dijalani siswa pada tahap sebelumnya.

Penilaian otentik (*authentic assessment*) lebih dikenal sebagai *performane assessment*, atau penilaian berbasis kinerja. Artinya penilaian yang langsung dilaksanakan ketika proses pembelajaran sedang berlangsung. Penilaian tersebut menuntut siswa untuk menunjukkan kinerja tertentu. Meyer (1992) dan Marzano (1993), membedakan istilah penilaian otentik dengan penilaian kinerja, meskipun secara umum beberapa pakar menganggap sama ke dua istilah tersebut. Penilaian otentik juga dapat diterapkan untuk menilai proyek dalam model Project Based Learning

(PBL). Banyak tugas yang diberikan kepada siswa dan tidak dapat diselesaikan di ruang kelas, maka guru perlu menilai tugas tersebut. Penilaian tersebut juga dapat dikatakan penilaian otentik. Berbeda dengan penilaian tradisional, penilaian otentik lebih menekankan kepada *performance task* dari siswa, artinya dengan melakukan penilaian otentik secara tidak langsung menggiring produktivitas siswa (Ruastaman, 2013). Jadi penilaian berkontribusi dalam memicu kreativitas peserta didik. Mueller (2008) menyatakan 4 alasan diperlukannya penilaian otentik, yaitu: 1) penilaian otentik dapat mengembangkan pengetahuan nyata dan skill, 2) dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam merekonstruksi sendiri hasil belajarnya, 3) mengintegrasikan proses belajar mengajar dan penilaian, 4) memberi kebebasan kepada siswa untuk menunjukkan kemampuannya.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menganalisis efektivitas pelaksanaan pelatihan gs pada jenjang pendidikan sd, smp, dan sma di provinsi aceh, 2) menganalisis penyampaian materi pelatihan, dan 3) menganalisis tingkat pemahaman peserta pelatihan setelah pelatihan selesai.

METODOLOGI

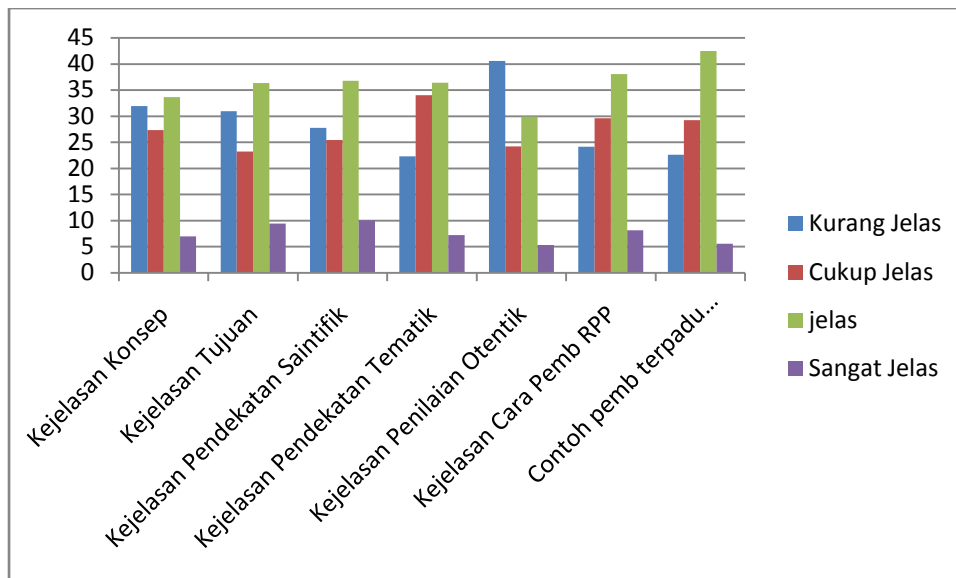
Populasi penelitian ini adalah seluruh guru SD, SMP, dan SMA di Provinsi Aceh yang mengikuti pelatihan GS di Tempat Pelaksana Kegiatan (TPK) dari 5 Kabupaten/Kota, yaitu Kabupaten Pidie, Kota Lhokseumawe, Kabupaten Aceh Tamiang, Kabupaten Aceh Tengah, dan Kabupaten Aceh Jaya. Jumlah sampel seluruhnya adalah 690 orang, dengan rincian sebanyak 300 orang guru SD, 190 orang guru SMP, dan 200 orang guru SMA. Data penelitian dikumpulkan dengan cara observasi langsung proses pelatihan dan penyebaran angket terhadap peserta. Data yang ingin diperoleh melalui angket adalah penyampaian materi kurikulum 2013 oleh nara sumber, tingkat pemahaman guru terhadap kurikulum 2013 yang mencakup aspek pemahaman konsep dan tujuan kurikulum 2013, pendekatan saintifik dan tematik terpadu, penilaian otentik, dan penyusunan RPP. Data yang diperoleh disajikan dengan cara ilustrasi grafik berdasarkan persentase masing-masing indikator. Analisis dan interpretasi data dilakukan secara triangulasi dengan melakukan validasi data penyampaian materi pelatihan, tingkat pemahaman peserta, dan efektifitas pelaksanaan pelatihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dipaparkan secara terpisah antara Guru SD, SMP, dan SMA untuk masing-masing aspek kajian, yang meliputi penyampaian materi, pemahaman peserta, dan persepsi peserta tentang efektivitas pelaksanaan pelatihan.

Penyampaian Materi Pelatihan

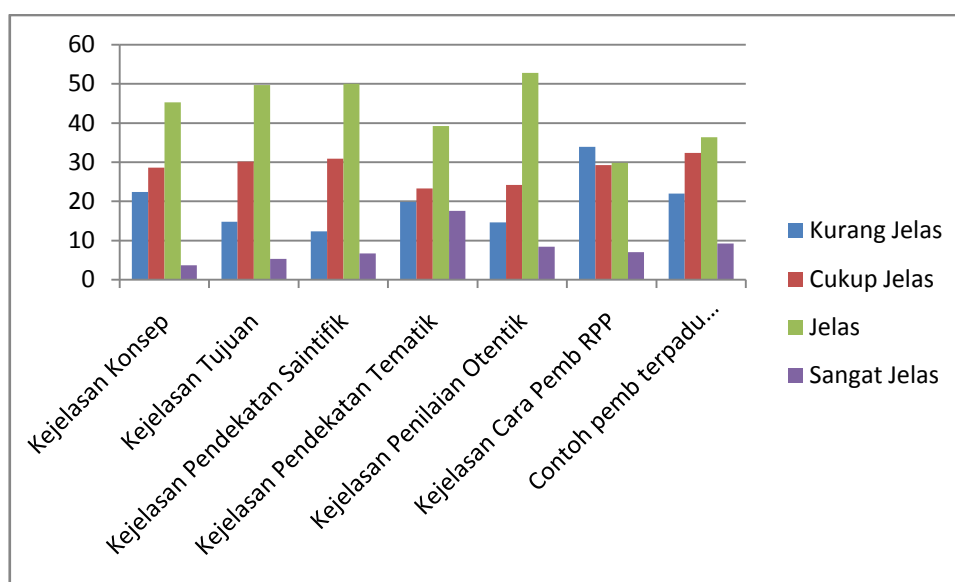
Data pendapat guru SD, SMP, dan SMA tentang penyampaian materi pelatihan oleh IN disajikan dalam Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Persentase jawaban Guru SD tentang Kejelasan Penyampaian Materi Pelatihan Oleh IN

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa rata-rata guru SD yang menjawab jelas dan sangat jelas penyampaian materi pelatihan adalah sebesar 43,23%. Konsep penilaian otentik merupakan aspek dengan tingkat kejelasan yang sangat rendah, yaitu hanya 35,2% guru SD yang menyatakan bahwa konsep tersebut tersampaikan dengan jelas dan sangat jelas. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat kejelasan penyampaian materi pelatihan dinilai berada pada kategori kurang. Hal ini diduga kuat akan berpengaruh terhadap pemahaman guru pada konsep kurikulum 2013 yang mencakup semua konsep yang ditatar, yang pada gilirannya akan berdampak secara signifikan kepada implementasi di sekolah pada pelaksanaan proses belajar mengajar di sekolah. Berdasarkan hasil observasi proses pelatihan guru SD di beberapa TPK, data angket, dan hasil wawancara dengan guru terungkap bahwa ketidakjelasan penyampaian materi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu: 1) Nara sumber atau IN yang ditugaskan memiliki latar belakang bidang ilmu dengan peserta. 2) IN umumnya tidak mensimulasi secara langsung setiap tahapan materi pelatihan, sehingga peserta sulit memahaminya, 3) alokasi waktu pelatihan tiap tahapan penyampaian materi dirasakan kurang.

Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa rata-rata guru SMP yang menyatakan jelas dan sangat jelas penyampaian materi pelatihan adalah sebesar 51,59% dimana persentase terendah tingkat kejelasannya yaitu penyampaian materi cara penyusunan RPP, yakni hanya sebesar 36,90%. Rendahnya tingkat kejelasan ini dipicu oleh keluarnya permendikbud No. 068 yang berubah format penyusunan RPP. Sebelumnya format penyusunan RPP mengacu kepada permendikbud No. 81 A. Sebagai Nara sumber masih mengacu kepada permendikbud No. 81 A, dan sebagian lagi merujuk ke permendikbud No. 068. Tingkat kejelasan penyampaian materi pelatihan untuk guru SMP sedikit lebih bagus dibandingkan untuk guru SD. Akan tetapi tingkat kejelasan sebesar 51,59% mendekati kategori cukup. Hasil ini diduga juga akan berpengaruh terhadap pemahaman guru.



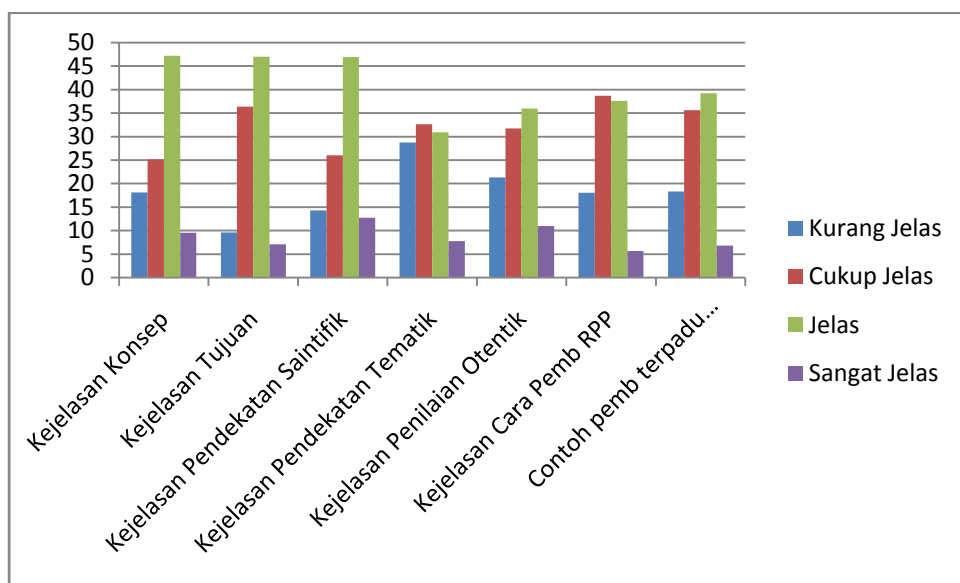
Gambar 2. Persentase jawaban Guru SMP tentang Kejelasan Penyampaian Materi Pelatihan Oleh IN

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa rata-rata kejelasan penyampaian materi pelatihan untuk guru SMA adalah 49,27%. Persentase tingkat kejelasan terendah adalah untuk konsep pendekatan tematik terintegrasi, yaitu hanya sebesar 38,6%.. Adapun rata-rata tingkat kejelasan berbagai konsep untuk guru SMA juga masih relatif rendah, bahkan dinilai termasuk kategori kurang. Beberapa kelemahan yang dijumlahkan adalah: 1) rendahnya pengalaman guru SMA dalam menerapkan pendekatan tematik-terintegrasi dalam pembelajaran, 2) Peserta pelatihan dicampur dari berbagai bidang studi, sedangkan nara sumber dari salah satu bidang studi tersebut, sehingga ilustrasi konsep yang dikembangkan nara sumber tidak dapat dipahami dengan baik oleh seluruh

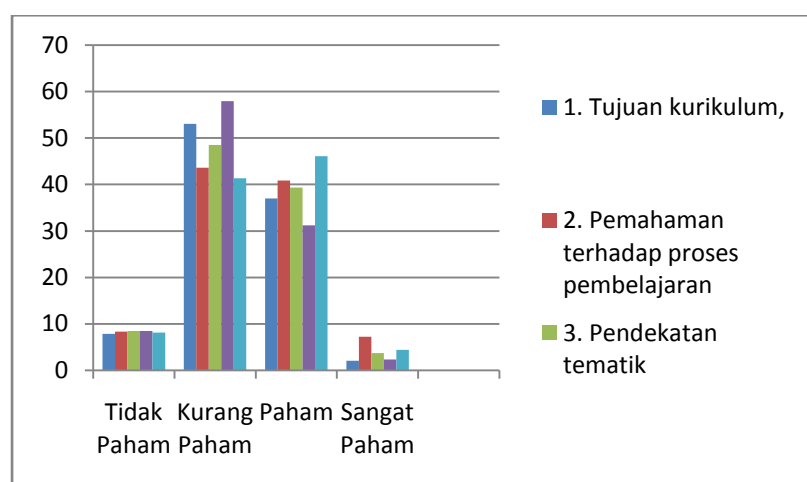
peserta, 3) alokasi waktu untuk setiap konsep yang disampaikan tidak memadai, tidak mempunyai waktu yang cukup untuk unjuk kerja mandiri dari peserta.

Tingkat Pemahaman Peserta Pelatihan

Data tingkat pemahaman peserta diisi setelah selesai pelaksanaan pelatihan atau sebelum penutupan kegiatan pelatihan, dimana semua tahapan penyampaian materi selesai dilakukan oleh nara sumber. Data tingkat pemahaman peserta pelatihan guru SD, SMP, dan SMA secara berturut-turut diilustrasikan dalam Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6.



Gambar 3. Persentase jawaban Guru SMA tentang Kejelasan Penyampaian Materi Pelatihan Oleh IN



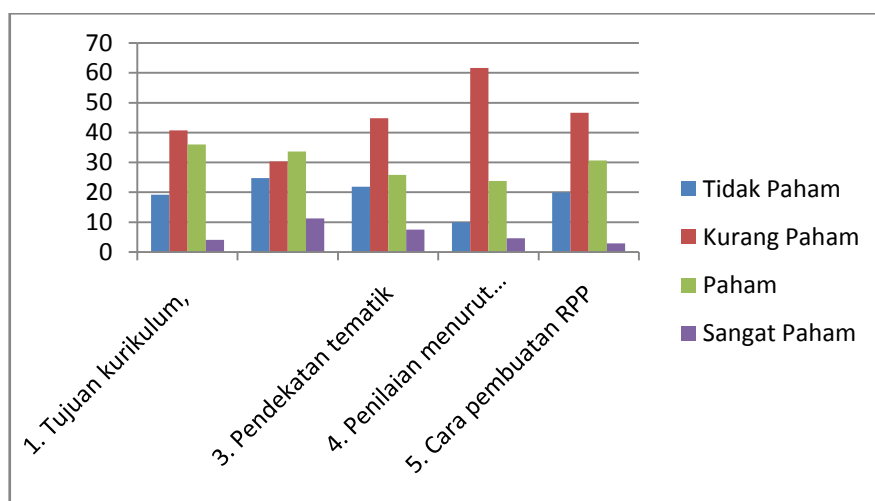
Gambar 4. Persentase tingkat pemahaman Guru SD tentang materi Materi Pelatihan Kurikulum 2013

Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa tingkat pemahaman guru SD lebih rendah dari

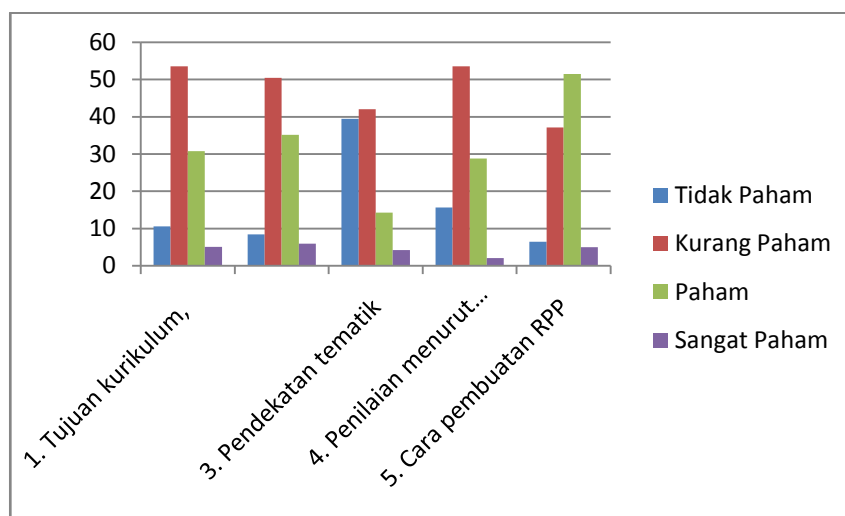
tingkat kejelasan penyampaian materi pelatihan. Tingkat pemahaman terendah dihasilkan untuk konsep penilaian otentik, yaitu sebesar 33,4%. Adapun rata-rata tingkat pemahaman guru SD setelah mengikuti pelatihan adalah sebesar 42,8%.

Rata-rata tingkat pemahaman guru SMP, seperti tampak pada Gambar 5 adalah sangat kurang/buruk, yaitu sebesar 35,58% dengan pemahaman terendah diperoleh untuk konsep penilaian otentik yaitu sebesar 28,4%. Hasil ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, diantaranya: 1) bidang ilmu nara sumber yang berbeda dengan peserta, 2) peserta bercampur bidang studi dalam satu kelas, 3) tingkat kejelasan penyampaian materi pelatihan, dapat juga dipengaruhi oleh kompetensi nara sumber, dan 4) alokasi waktu yang relatif kurang terutama untuk sesi kerja mandiri peserta.

Tingkat pemahaman guru SMA, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 6 juga relatif rendah. Hampir semua konsep kurikulum 2013 mereka nyatakan tidak paham atau kurang paham, terlebih menyusun pendekatan tematis terpadu. Hasil ini konsisten dengan tingkat kejelasan penyampaian materi pelatihan. Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa tingkat pemahaman guru pada berbagainjenjang pendidikan sekolah, yakni SD, SMP, dan SMA adalah relatif rendah. Hal ini merisaukan kita semua terkait optimalisasi implementasi kurikulum 2013 secara komprehensif mulai pada tahun 2015.



Gambar 5. Persentase tingkat pemahaman Guru SMP tentang materi Materi Pelatihan Kurikulum 2013



Gambar 6. Persentase tingkat pemahaman Guru SMA tentang materi Materi Pelatihan Kurikulum 2013

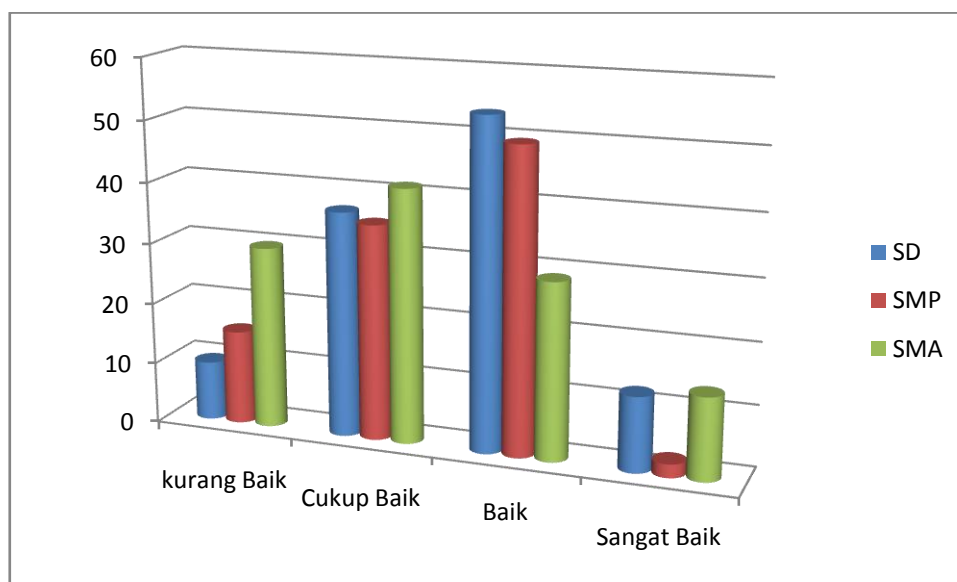
Beberapa kendala tersebut dapat mempengaruhi rendahnya kompetensi guru. Hal ini sesuai dengan pendapat Suryadi dan Tilaar (1993), yang menyatakan bahwa pengembangan aktivitas guru tidak begitu berpengaruh terhadap kemampuan guru dalam mengajar. Hasil penelitian Kummerer (1990) menunjukkan bahwa guru belum mencapai standar kualifikasi sebagai guru profesional. Didasarkan pada hasil penelitian ini dan penelitian yang dilaporkan peneliti lain, diperlukan strategi pengembangan guru profesional, sehingga implementasi kurikulum 2013 dari berbagai aspek dapat berjalan optimal. Secara umum konsep penilaian otentik masih sulit dipahami oleh guru. Hal ini sesuai dengan pendapat Rules (2006), menyatakan bahwa penilaian otentik lebih mudah diterapkan pada pembelajaran otentik atau pembelajaran kontekstual. Jadi guru harus senantiasa menerapkan pembelajaran yang bersifat kontekstual pada setiap topik pembelajaran. Rules (2006) menambahkan, bahwa kunci sukses guru dalam menerapkan pembelajaran otentik adalah: 1) guru harus mengetahui kelebihan dan kelemahan siswa, 2) guru harus mampu mengarahkan siswa membangun pengetahuannya berdasarkan pengalaman belajar mereka dengan cara mengajukan pertanyaan-pertanyaan sehingga siswa dapat menemukan sendiri pengetahuannya, 3) mendesain proses belajar yang efektif sehingga informasi baru dapat diperoleh siswa dengan mudah, dan 4) guru harus kreatif

merancang pembelajaran dengan mengakomodir pengalaman belajar dan lingkungan belajar siswa.

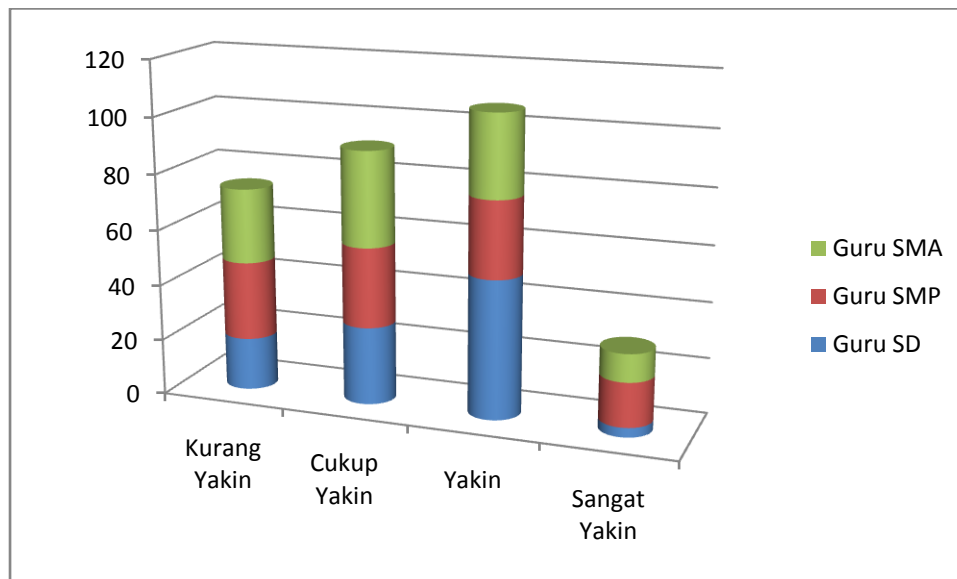
Efektivitas Pelaksanaan Pelatihan

Data efektivitas pelaksanaan pelatihan guru diperoleh melalui angket yang disebarakan kepada semua guru pasca pelatihan. Hasil analisis data tersebut disajikan dalam grafik Gambar 7. Berdasarkan Gambar 7 peserta pelatihan menilai bahwa pelaksanaan pelatihan dapat digolongkan dalam kategor cukup, dengan persentase yang menyatakan baik dan cukup baik yakni rata-rata sebesar 53,13%. Persentase terendah dinilai oleh peserta guru SMA, Melihat rendahnya eferktivitas pelaksanaan pelatihan, rendahnya tingkat kejelasan penyampaian materi pelatihan dan tingkat pemahaman peserta pelatihan, maka akan berdampak terhadap keyakinan peserta akan kesiapan mengimplementasikan kurikulum 2013 di sekolah masing-masing. Tabel 8 menyajikan data tingkat keyakinan peserta pelatihan dalam mengimplementasi kurikulum 2013.

Berdasarkan data ilustrasi grafik pada gambar 8, menunjukkan tingkat keyakinan guru SD, SMP, dan SMA dalam mengimplementasi Kurikulum 2013 berturut-turut 53,7%, 43,2%, dan 38,3%. Tingkat keyakinan guru dalam mengimplementasi kurikulum 2013 di Provinsi Aceh terlihat sangat rendah. Kondisi ini harus segera diperbaiki model pelatihan yang mampu menjelaskan semua konsep kurikulum 2013 dengan baik.



Gambar 7. Efektivitas Pelaksanaan pelatihan Guru SD, SMP, dan SMA di Provinsi Aceh



Gambar 8. Tingkat keyakinan Guru SD, SMP, dan SMA dalam mengimplementasi di Provinsi Aceh

Opsi Kebijakan

Berdasarkan hasil yang dicapai, dimana kejelasan penyampaian materi yang rendah, tingkat pemahaman materi pelatihan oleh guru yang kurang, dan keyakinan peserta terhadap implementasi kurikulum 2013, perlu direkomendasi beberapa hal berikut sebagai opsi kebijakan.

- 1) Perlu dilakukan seleksi IN secara ketat. Instruktur Nasional harus ada kualifikasi tertentu, sehingga yang dipakai untuk melatih guru benar-benar berkualitas (Hasil FGD Ketua Tim Peneliti, Jakarta 20 November 2014).
- 2) Peserta pelatihan harus homogen, guru-guru bidang studi yang sama, sehingga lebih mudah IN dalam menjelaskan dan mensimulasi contoh-contoh pada setiap konsep.
- 3) Pelaksanaan pelatihan hendaknya dilakukan secara bertahap terhadap semua konsep, sehingga alokasi waktu pelatihan mencukupi untuk sesi teori dan praktik.
- 4) Nara sumber harus menjadi contoh rujukan bagi guru, mempraktikkan/mensimulasikan secara langsung bagaimana menerapkan pendekatan tematik terpadu, pendekatan saintifik, cara menilai otentik, dan cara membuat RPP, disertai latihan terstruktur dan mandiri, serta diberikan umpan balik terhadap hasil kerja peserta.
- 5) Model pelatihan yang diikuti dengan pendampingan sebaiknya mengacu kepada *Lesson Study* (Wiyono, 2014). Rangkaian implementasi kegiatan IN dan ON mengacu ke tahap-tahap *Plan, Do, dan See* dalam *Lesson study*.

DAFTAR PUSTAKA

- Dyer, J., Gregerson, H., Clayton, M., dan Foster, M..(2011). *The Innovator's DNA: Mastering the five skills of disruptive Innovators*, Boston : Harvard Bussiness Review Press.
- Hasan, M., (2014) Authentic Assessment : Understanding Levels and Constraints in the Implementation of the teacher in the city of Lhokseumawe Aceh Province. Yogyakarta State University: *International Conference on Educational Research and Evaluation (ICERE)*.
- Kummerer, F.N.D., & Lynch, P. 1990. *Educational Policy and PlanningProject: A Review of Teacher EducationIssues in Indonesia*. Jakarta: Center for Informatics Office of Educational and cultural Research and Development.
- Rule, A. (2006). *The Components of Authentic Learning*", *Journal of Authentic Learning*Volume 3, Number 1, August 2006, Pp. 1-10.
- Suryadi, A. & Tilaar, H.A.R. (1994). *Analisis Kebijakan Pendidikan, Suatu Pengantar*. Bandung: PT Remadja Rosdakarja.
- Wiyono, B.B., (2014), Development Strategy of Teahers Teaching Professionalism. Yogyakarta State University: *International Conference on Educational Research and Evaluation (ICERE)*.

PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS KURIKULUM 2013: SUATU ALTERNATIF DISAIN MEMBELAJARKAN KOMPETENSI DASAR 3.2 DAN 4.2

Syahrial

Staf Pengajar FKIP Kimia Universitas Syiah Kuala Darussalam

Banda Aceh

Email: syahrial@fkip.unsyiah.ac.id

ABSTRAK: Telah disusun contoh disain perencanaan pembelajaran kimia untuk Kompetensi Dasar (KD) 3.2 dan 4.2 kelas XII SMA/MA. Pengembangan disain perencanaan pembelajaran berpedoman kepada sejumlah aturan yaitu Peraturan Pemerintah dan Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan yang mendukung penerapan kurikulum 2013. Disain perencanaan pembelajaran yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi alternatif pedoman dan pembanding dalam pengembangan perencanaan pembelajaran kimia. KD 3.2 dan 4.2 dikembangkan menjadi suatu rencana pembelajaran dengan memperhatikan dimensi pengetahuan dan dimensi proses kognitif yang terkandung di dalamnya. Dimensi pengetahuan yang terkandung di dalam KD 3.2 dan 4.2 yaitu pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif serta tingkat *analyze* (C4) untuk dimensi proses kognitif. Paling tidak ada delapan aktifitas belajar yang harus dilalui pebelajar agar mampu memahami KD 3.2 dan 4.2. Delapan aktifitas belajar tersebut dibelajarkan dengan menerapkan pendekatan saintifik; model interaksi sosial; strategi interaktif; dan metode pembelajaran kooperatif serta didukung oleh program simulasi PhET (*Physic Education Technology*). Tahap pelaksanaan pembelajaran mengikuti pola sebagaimana yang disarankan pada lampiran IV Permendikbud Nomor 81A Tahun 2013. Disain perencanaan pembelajaran KD 3.2 dan 4.2 masih perlu dikembangkan lebih terperinci dan lebih lengkap, misal melengkapi perencanaan dengan lembar kerja siswa, bahan ajar yang memuat seluruh urutan aktifitas belajar, dan assessment.

Kata kunci: disain pembelajaran, perencanaan pembelajaran, dimensi proses kognitif, dimensi pengetahuan, kurikulum 2013.

PENDAHULUAN

Pelaksanaan kurikulum 2013 dimulai pada 16 Juli 2013 secara parsial, atau dengan istilah lain penerapannya hanya pada sejumlah sekolah tertentu dan pada rombongan belajar tertentu pula. Pelaksanaan menyeluruh akan dilakukan pada tahun 2015 yang ditandai dengan penerapan kurikulum 2013 di seluruh sekolah dan pada seluruh rombongan belajar

Untuk memperkuat pelaksanaan kurikulum 2013, pemerintah telah mengeluarkan sejumlah peraturan. Tercatat paling tidak ada satu peraturan pemerintah, delapan peraturan menteri pendidikan dan kebudayaan, satu keputusan menteri pendidikan dan kebudayaan, satu surat edaran menteri pendidikan dan kebudayaan, dan satu surat edaran bersama antara menteri pendidikan dan kebudayaan dan menteri dalam negeri yang mengatur tentang penerapan kurikulum 2013. Kurikulum 2013 telah memuat Standar Kompetensi Kelulusan (SKL), Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum jenjang Sekolah Dasar, Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Menengah Atas,

dan Kejuruan, Standar Proses, Implimentasi, Standar Penilaian, dan Buku untuk siswa dan guru. Agar pelaksanaan kurikulum 2013 berlangsung secara terkoordinir, maka Menteri Pendidikan dan Kebudayaan membentuk Unit Implimentasi Kurikulum 2013.

Meski secara dokumen kurikulum 2013 dapat diklasifikasikan sangat baik, akan tetapi keberhasilan pelaksanaan kurikulum 2013 sangat bergantung kepada kondisi di lapangan. Kesempurnaan suatu kurikulum pada tataran dokumen tidak menjamin keberhasilan penerapannya di lapangan. Berbagai faktor terlibat secara langsung atau tidak langsung di dalam penerapan suatu kurikulum di lapangan, misal guru, siswa, kepala sekolah, dan masyarakat (<http://peoplelearn.homestead.com/ASSESS/Module 7.Implementation.doc>, diakses 5 April 2014). Secara terperinci faktor yang mempengaruhi keberhasilan penerapan suatu kurikulum yaitu kenyamanan guru terhadap tuntutan materi yang akan diajarkan, dan perencanaan pembelajaran yang cukup memadai ([http://www.oakdiocese.org/ministries/safe-environment/handbook/Curriculum% 20Implementation.pdf](http://www.oakdiocese.org/ministries/safe-environment/handbook/Curriculum%20Implementation.pdf), diakses 5 April 2014), serta termasuk bahan ajar dan fasilitas yang memadai (Chikumbu dan Makamure. 2000:52). Hakikatnya, bagaimana membelajarkan suatu materi ajar di dalam kelas merupakan kunci utama menuju kesuksesan penerapan suatu kurikulum.

Keberhasilan pelaksanaan suatu kurikulum akan terlihat setelah sekian lama kurikulum tersebut diterapkan. Hal ini disebabkan tujuan hakiki penerapan suatu kurikulum adalah meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan indikator kualitas sumber daya manusia tersebut tidak semata perolehan nilai atau sekedar mampu menjawab pertanyaan pada saat ujian dilaksanakan. Oleh karena demikian proses penerapan kurikulum di kelas menjadi penting diperhatikan karena menentukan berhasil atau tidak pelaksanaan suatu kurikulum.

Kurikulum dalam arti sempit sesungguhnya adalah tujuan yang akan dicapai, apa yang diajarkan, serta bagaimana implimentasi (http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780137034833/downloads/Hoover_Ch_1_p3_14.pdf, diakses 6 April 2014), dan dengan demikian menempatkan guru sebagai posisi kunci yang menentukan keberhasilan pelaksanaan suatu kurikulum. Demikian pula halnya dengan penerapan kurikulum 2013 di Indonesia, guru dituntut untuk mampu menterjemahkan secara operasional kurikulum di dalam kelas. Adanya standar kompetensi lulusan yang berbeda untuk tiap jenjang pendidikan dan kompetensi inti yang berbeda di setiap kelas menuntut guru harus mampu menyampaikan materi dengan kedalaman serta keluasan berbeda dan cara pembelajaran yang berbeda pula. Tuntutan demikian bukanlah sesuatu yang mudah dan ini menjadi masalah mendasar untuk keberhasilan pelaksanaan kurikulum 2013.

Pada Mata pelajaran Kimia di jenjang Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah, guru harus mensinergiskan KI 1, 2, 3, dan 4 dengan kedalaman, keluasan materi serta cara pembelajaran di kelas. Untuk maksud tersebut guru ideanya memiliki disain pembelajaran yang spesifik untuk setiap tingkatan (kelas).

PEMBAHASAN

Pembelajaran Kimia Menurut Kurikulum 2013

Standar Kompetensi Lulusan (SKL) didefinisikan sebagai kriteria mengenai kualifikasi kemampuan lulusan yang mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan. SKL dijadikan acuan atau standar pengembangan standar lainnya, misal standar proses, standar penilaian, standar fasilitas dan lainnya. (Lampiran Permendikbud No 54 Tahun 2013). Oleh karena demikian, guru harus memahami SKL agar mampu mengembangkan rencana dan melaksanakan pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013. Tabel 1 berikut memuat SKL untuk jenjang pendidikan menengah.

Tabel 1. SKL Kurikulum 2013 untuk Jenjang Pendidikan SMA/MA/SMK/MAK/SMALB/Paket C.

Dimensi	Kualifikasi Kemampuan
Sikap	Memiliki perilaku yang mencerminkan sikap orang beriman, berakhlak mulia, berilmu, percaya diri, dan bertanggung jawab dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
Pengetahuan	Memiliki pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, dan budaya dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab serta dampak fenomena dan kejadian.
Keterampilan	Memiliki kemampuan pikir dan tindak yang efektif dan kreatif dalam ranah abstrak dan konkret sebagai pengembangan dari yang dipelajari di sekolah secara mandiri.

Sumber: Lampiran Permendikbud No 54 Tahun 2013

Pembelajaran kimia di kelas harus dikembangkan agar pembelajar memiliki kompetensi dimensi sikap, pengetahuan dan keterampilan sebagaimana yang dicantumkan di dalam SKL di atas. Proses pengajaran merujuk kepada upaya pemerolehan masing-masing dimensi melalui aktivitas spesifik. Menurut Lampiran Permendikbud No 65 Tahun 2013, kompetensi dimensi sikap diperoleh melalui aktivitas menerima, menjalankan, menghargai, menghayati, dan mengamalkan. Pengetahuan diperoleh melalui aktivitas mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, mencipta. Keterampilan diperoleh melalui aktivitas mengamati, menanya, mencoba, menalar, menyaji, dan mencipta.

Pada Lampiran IV Permendikbud No 81A Tahun 2013 pengalaman belajar yang harus dialami pembelajar yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengasosiasi, dan mengkomunikasi. Melalui kelima pengalaman belajar tersebut diyakini terjadi proses pemerolehan tiga dimensi kompetensi yang harus dikuasai setiap lulusan lembaga pendidikan formal di Indonesia. Tabel 2 berikut ini memperlihatkan bagaimana hubungan kelima pengalaman belajar tersebut dengan kompetensi yang diperoleh.

Secara lebih terperinci dan lebih teknik, pembelajaran kimia di kelas harus berpedoman kepada

Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD). KI 1 sama untuk setiap kelas, dan KI 2 untuk kelas X sedikit berbeda dengan KI 2 untuk kelas XI dan XII, serta KI 3 dan 4 saling berbeda untuk kelas X, XI dan kelas XII. Pebelajar kelas X dituntut untuk memiliki kompetensi penyelesaian masalah yang lebih sederhana jika dibandingkan dengan pebelajar kelas XI dan XII. Pebelajar kelas X dan XI tidak dituntut untuk mampu mengevaluasi pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural. Akan tetapi pebelajar kelas XI sudah harus mampu memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan metakognitif. Hanya pebelajar kelas XII yang harus mampu mencipta dalam ranah abstrak dan kongkrit. Baik pebelajar kelas XII maupun kelas XI harus mampu bertindak secara efektif dan kreatif.

Tabel 2. Keterkaitan Pengalaman Belajar dengan Kompetensi yang Dicapai

Langkah Pembelajaran	Kegiatan Belajar	Kompetensi yang Dikembangkan
Mengamati	Membaca, mendengar, menyimak, melihat (tanpa atau dengan alat)	Melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi
Menanya	Mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik)	Mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat
Mengumpulkan informasi/ eksperimen	-melakukan eksperimen -membaca sumber lain selain buku teks -mengamati objek/kejadian -aktivitas -wawancara dengan nara sumber	Mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.
Mengasosiasikan/ mengolah informasi	-mengolah informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen mau pun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan pengumpulan informasi. -Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan	Mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam menyimpulkan.

Mengkomuni- kasikan	Menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya	Mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik danll benar.

Sumber: Lampiran IV Permendikbud No 81A Tahun 2013

Berpedoman pada perbedaan KI 2, 3, dan 4, maka kedalaman dan keluasan pengembangan Kompetensi Dasar (KD) Mata Pelajaran Kimia juga harus saling berbeda di antara kelas X, XI, dan XII. Pebelajar kelas X hanya disajikan materi yang lebih sederhana, diminta untuk menyelesaikan masalah sederhana, dan bertindak sesuai dengan prosedur yang sudah ditentukan sebelumnya. Pebelajar kelas XI dan XII harus mampu menyelesaikan masalah yang lebih rumit, materi yang lebih sulit (pengetahuan metakognitif), dan bertindak secara kreatif dan efektif, bahkan pebelajar kelas XII dituntut hingga mampu mencipta dalam ranah kongkrit dan abstrak.

Dimensi pengetahuan yang harus dikuasai oleh pebelajar kelas X, XI, dan XII yaitu faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif (hanya untuk kelas XI dan XII). Berdasarkan Anderson dan Krathwohl, *eds.* (2001:45-60), maka ke-empat dimensi pengetahuan tersebut dapat dijelaskan sebagaimana berikut ini.

1. Pengetahuan faktual.

Pengetahuan faktual meliputi unsur dasar dimana pada umumnya simbol yang terkait dengan sejumlah rujukan kongkrit dan relatif memiliki tingkat abstraks rendah. Pengetahuan faktual dapat diklasifikasikan menjadi pengetahuan terminologi serta rincian spesifik dan unsur spesifik. Pengetahuan terminologi meliputi pengetahuan verbal spesifik dan label non verbal serta simbol. Salah satu contoh adalah pengetahuan nama partikel sub atomik (elektron, proton, neutron). Pengetahuan rincian spesifik dan unsur meliputi pengetahuan tentang kejadian, lokasi, tanggal, sumber informasi, dan orang. Sebagai salah satu contoh yaitu pengetahuan nama penemu teori atom.

2. Pengetahuan konseptual

Pengetahuan konseptual meliputi pengetahuan kategori dan klasifikasi serta hubungan di antaranya. Beberapa pengetahuan konseptual yaitu pengetahuan skema, model mental, atau teori eksplisit maupun implisit. Pengetahuan konseptual diklasifikasikan menjadi pengetahuan klasifikasi dan kategori; prinsip dan generalisasi; serta teori, model, dan struktur. Pengetahuan klasifikasi dan kategori adalah umumnya suatu refleksi bagaimana seorang ahli mengenali dan mengidentifikasi masalah. Sebagai contoh adalah pengetahuan tentang variasi konsep redoks. Pengetahuan prinsip dan generalisasi terdiri dari klasifikasi dan kategori yang digunakan untuk menyelesaikan masalah atau mempelajari fenomena. Ciri khas pengetahuan ini adalah kemampuan

mengenali pola yang bermakna dan abstraksi ringkasan pengamatan suatu fenomena. Salah satu contoh yaitu pengetahuan tentang hukum-hukum dasar kimia. Pengetahuan teori, model, dan struktur meliputi pengetahuan tentang paradigma berbeda, epistemologi, dan models berbeda untuk mendeskripsikan, memahami, menjelaskan, dan memperkirakan fenomena. Sebagai salah satu contoh adalah pengetahuan tentang saling keterkaitan di antara prinsip kimia sebagai dasar untuk teori kimia.

3. Pengetahuan prosedural

Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan “bagaimana” melakukan sesuatu yang sering merupakan sederet atau sejumlah urutan tahap-tahap tertentu yang harus diikuti. Pengetahuan prosedural meliputi pengetahuan keterampilan, algoritmik, teknik dan metode serta pengetahuan tentang kriteria yang digunakan untuk menentukan variasi prosedur. Pengetahuan prosedural dikelompokkan menjadi pengetahuan keterampilan spesifik subjek dan algoritmik; metode dan teknik spesifik subjek; dan kriteria untuk menentukan penggunaan prosedur yang tepat. Pengetahuan keterampilan spesifik subjek dan algoritmik meliputi pengetahuan tentang memutuskan urutan tahap-tahap yang harus digunakan dalam memperoleh hasil serta pengetahuan matematis (berhitung). Salah satu contoh pengetahuan keterampilan spesifik subjek dan algoritmik adalah kemampuan mengurutkan tahap-tahap kerja pada proses distilasi (mulai dari merangkai hingga mendapatkan hasil) dan menyelesaikan perhitungan kimia. Pengetahuan metode dan teknik spesifik subjek meliputi pengetahuan tentang faktor yang menentukan hasil dari penerapan suatu metode atau teknik. Sebagai salah satu contoh dari pengetahuan ini adalah pengetahuan tentang teknik yang digunakan para ahli untuk mencari penyelesaian masalah. Contoh lebih spesifik yaitu teknik yang digunakan para ahli untuk mengatasi perkaratan. Pengetahuan kriteria untuk menentukan penggunaan prosedur yang tepat meliputi kemampuan untuk menentukan atau memilih prosedur yang sesuai dengan masalah yang dihadapi. Salah satu contoh pengetahuan kriteria untuk menentukan penggunaan prosedur yang tepat yaitu pengetahuan kriteria penggunaan teknik gravimetri.

4. Pengetahuan metakognitif.

Pengetahuan metakognitif adalah pengetahuan tentang kognisi yang secara umum dikenal sebagai kepedulian (*awareness*) seseorang terhadap pengetahuannya. Para peneliti membedakan antara peraturan metakognitif (*metacognitive regulation*) dan pengetahuan metakognitif (*metacognitive knowledge*). <https://teal.ed.gov/tealGuide/metacognitive> menyebutkan bahwa pengetahuan metakognitif mengacu pada apa yang orang tahu tentang diri mereka sebagai proses kognitif, tentang pendekatan berbeda yang dapat digunakan untuk belajar dan pemecahan masalah, dan tentang tuntutan tugas belajar tertentu. Peraturan metakognitif mengacu pada penyesuaian individu membuat proses mereka untuk membantumengendalikan pembelajaran mereka, seperti perencanaan, strategi manajemen informasi, pemantauan pemahaman, dan

evaluasi kemajuansertatujuan.

Pengetahuan metakognitif diklasifikasikan menjadi pengetahuan strategi; tugas kognitif, pengetahuan kondisional dan kontekstual; dan pengetahuan tentang diri sendiri (*self-knowledge*). Pengetahuan strategi adalah pengetahuan strategi umum untuk belajar, berpikir, dan penyelesaian masalah. Salah satu contoh dari pengetahuan strategi yaitu pengetahuan tentang strategi mnemonik untuk mengingat, misalnya Fatimah Calon Baru Isteri Ateng untuk mengingat unsur golongan VIIA F, Cl, Br, I, dan At. Pengetahuan tugas kognitif, pengetahuan kondisional dan kontekstual meliputi kemampuan seseorang membedakan sejumlah pilihan dan memilih jawaban yang benar atau yang paling tepat. Salah satu contoh adalah pengetahuan bahwa buku sumber utama lebih sulit dipahami dibandingkan dengan buku teks umum. Pengetahuan tentang diri sendiri (*self-knowledge*) meliputi pengetahuan seseorang tentang kelemahan dan kekuatannya. Salah satu ciri-ciri pengetahuan ini adalah manakala seseorang tahu kapan dia tidak tahu dan dia memiliki sejumlah strategi umum untuk mendapatkan informasi yang diperlukan atau yang sesuai. Salah satu contohnya adalah pengetahuan seseorang tentang kemampuannya bahwa dia menguasai suatu bidang ilmu tetapi tidak pada bidang lainnya. Pada kesempatan yang berbeda, Flavell pada tahun 1979 di dalam Hammond, *et al.* (www.learner.org/courses/learningclassroom/support/09_metacog.pd:160) mendeskripsikan tiga jenis pengetahuan metakognitif yaitu:

- a) *awareness of knowledge*: pemahaman apa yang diketahui, apa yang kita tidak ketahui, dan apa yang ingin diketahui. ("Saya tahu bahwa saya memahami jika air ditambahkan sejumlah garam dapur, maka akan membutuhkan pemanasan lebih lama untuk dapat mendidih, tetapi saya tidak tahu mengapa.") Kategori ini juga dapat mencakup kesadaran pengetahuan orang lain. ("Saya tahu bahwa teman saya Amemahamitentang sifat koligatif larutan, jadi saya akan memintanya untuk menjelaskan masalah ini kepada saya");
- b) *awareness of thinking*: memahami tugas-tugas kognitif dan hakikat apa yang diperlukan untuk melengkapinya. ("Saya tahu bahwa membaca deskripsi konsep-konsep tentang sifat koligatif di dalam buku *A level* akan lebih mudah bagisaya daripada membacanya di buku *Fundamental Chemistry* karya Nivaldo.");
- c) *awareness of thinking strategies*: pemahaman terhadap pendekatan untuk mengarahkan pembelajaran. ("Saya mengalami kesulitan untuk memahami sifat koligatif larutan setelah membaca di berbagai buku. Saya harus meringkas apa saja yang baru saya baca.").

Pengetahuan metakognitif dan strategi (keterampilan) metakognitif dapat diperoleh melalui aktifitas yang sama. Ada sejumlah aktifitas yang dapat melatih ataupun menumbuhkan kedua hal tersebut dan dapat dijadikan alat pembelajaran (*instructional tools*), diantaranya *mind mapping*, *illustrating and drawing*, *brainstorming*, *planning strategies*, *generating question and other inquiry strategies*, *evaluating actions*, *teaching capability*, *communication skill*, *journal keeping* (Hassard,

2005, 203-204), *problem solving*, *concept maps*, *concept tests*, *PredictObserve-Explain (POE) tasks*, dan *the Model-ObserveReflect-Explain (MORE) Thinking Frame* (Rickey & Stacy, 2000:914-919).

Berdasarkan dimensi proses kognitif, pebelajar kelas X dan XI dituntut agar memiliki kompetensi memahami, menerapkan, dan menganalisis serta untuk kelas XII ditambah dengan mengevaluasi. Menurut Anderson dan Krathwohl, eds. (2001:67-68) dimensi proses kognitif memahami (*understand*) merupakan proses membangun makna dari pesan pembelajaran termasuk komunikasi oral, tulisan, dan grafik. Sejumlah proses kognitif digolongkan ke dalam kategori memahami, yaitu: *interpreting*, *exemplifying*, *classifying*, *summarizing*, *inferring*, *comparing*, dan *explaining*. Lebih lanjut diterangkan bahwa menerapkan (*apply*) merupakan proses menjalankan atau membawa atau menggunakan prosedur ke situasi tertentu. Proses kognitif yang termasuk ke dalam kategori ini yaitu: *executing* dan *implimenting*. Analisis (*analyze*) merupakan proses penguraian menjadi bagian-bagian penyusun dan menentukan bagaimana bagian-bagian tersebut berhubungan satu dengan lainnya atau dengan struktur secara keseluruhan atau dengan tujuan. Ada tiga proses kognitif yang termasuk ke dalam kategori menganalisis, yaitu: *differentiating*, *organizing*, dan *attributing*. Sementara itu, evaluasi (*evaluate*) merupakan proses membuat penilaian berdasarkan kriteria atau standar serta mencakup proses *checking* dan *critiquing*.

Kurikulum 2013 menuntut penguasaan kompetensi keterampilan yang diselaraskan dengan temuan Jeffrey H. Dyers, et al (2009) dari Harvard University karena diyakini mampu menghasilkan kreatifitas. Mengolah, menalar, menyaji, dan mencipta diselaraskan dengan keterampilan *questioning*, *associating*, *experimenting*, dan *networking* menurut Dyers.

Disain Pembelajaran Sifat Koligatif

Jika berpedoman kepada KI 3, maka pebelajar kelas XII yang rata-rata berusia 17-18 tahun seharusnya mendapat pengetahuan berdimensi metakognitif di dalam pembelajaran kimia karena menurut Kuhn (2000:178) metakognisi telah berkembang pada anak berusia 3 tahun. Hal ini juga menjadi pertanyaan mendasar mengapa pebelajar kelas X belum diperkenalkan kepada pengetahuan berdimensi metakognitif.

Pengetahuan metakognitif sesungguhnya suatu pemerolehan pengetahuan tentang proses kognitif, pengetahuan yang selanjutnya mengatur proses kognitif tersebut. Pengetahuan ini sesungguhnya menurut Flavell boleh tidak berbeda dengan pengetahuan kognitif. (Livingstone, 2003:2-3). Oleh karena itu tidak mengherankan jika di dalam suatu aktifitas dimensi proses kognitif juga mencerminkan suatu pengetahuan metakognitif. (Anderson dan Krathwohl, eds., 2001:89-92)

Disain pembelajaran Sifat Koligatif disiapkan untuk KD 3.2 dan 4.2. Tahap pertama yang harus dilakukan adalah analisis jenjang dimensi pengetahuan, dimensi proses kognisi dan keterampilan yang harus dikuasai pebelajar pada masing-masing KD melalui aktifitas yang harus

dilakukan di dalam proses belajar mengajar.

Kompetensi Dasar (KD) 3.2 yaitu membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan larutan nonelektrolit. Kata kerja “membedakan” harus dihubungkan dengan satu dari enam dimensi proses kognisi. Sementara itu sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit tentunya berhubungan dengan konsep. Kata “membedakan (*differentiating*)” berhubungan dengan dimensi proses kognisi analisa (*analyze*, C4). Pembelajaran KD 3.2 harus berbarengan dengan KD 4.2 yaitu mengolah dan menganalisis data percobaan untuk membandingkan sifat koligatif larutan elektrolit dengan sifat koligatif larutan nonelektrolit yang konsentrasinya sama. Kata kerja “mengolah dan menganalisis” berkaitan dengan analisa (*analyze*, C4) dan “membandingkan sifat koligatif larutan elektrolit dengan sifat koligatif larutan nonelektrolit” membutuhkan pengetahuan konseptual. Analisa (*analyze*) melibatkan proses kognitif membedakan (*differentiating*), mengorganisir (*organizing*), dan menghubungkan (*attributing*).

Meskipun dimensi kognisi KD 3.2 adalah analisa, tetapi untuk membuktikan perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dengan larutan non elektrolit secara kuantitatif diperlukan pengetahuan prosedural, yaitu penerapan (*apply*) rumus penurunan titik beku, kenaikan titik didih, penurunan tekanan uap jenuh, dan tekanan osmosis. Pengetahuan prosedural harus melibatkan pengetahuan konseptual, misal mengingat (*remember*) definisi dari masing-masing komponen penyusun suatu rumus. Oleh karena ada kemungkinan pebelajar melakukan kesalahan untuk membedakan, mengorganisir, menghubungkan dan menggunakan rumus, maka diperlukan mengingat kembali serta cara menerapkan pengetahuan metakognitif.

Berdasarkan hasil analisa terhadap kata kerja dan kata benda pada KD 3.2 serta KD 4.2, maka dapat disusun aktifitas pembelajaran yang nantinya harus tercermin pada disain perencanaan. Aktifitas pembelajaran yang diperlukan pada KD 3.2 dan 4.2 yaitu:

1. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar mendeskriminasikan antara informasi relevan dan tidak relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit dengan sifat koligatif larutan nonelektrolit,
2. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar mengenali informasi agar dapat dikumpulkan ke dalam struktur koheren yang tepat.
3. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar memastikan penyimpangan dan nilai informasi yang diperoleh sesuai dengan yang diinginkan guru,
4. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar mengingat rumus dengan komponen penyusunnya yang digunakan untuk membedakan sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit,
5. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar menggunakan rumus yang sesuai untuk menentukan sifat koligatif larutan elektrolit,
6. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar memeriksa penggunaan rumus

7. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar mengingat kembali strategi metakognitif, dan
8. aktifitas yang dimaksudkan untuk membantu pebelajar menerapkan strategi metakognitif yang sesuai.

Berikut ini penempatan KD 3.2 dan 4.2 dan aktifitas pembelajaran di dalam tabel taksonomi.

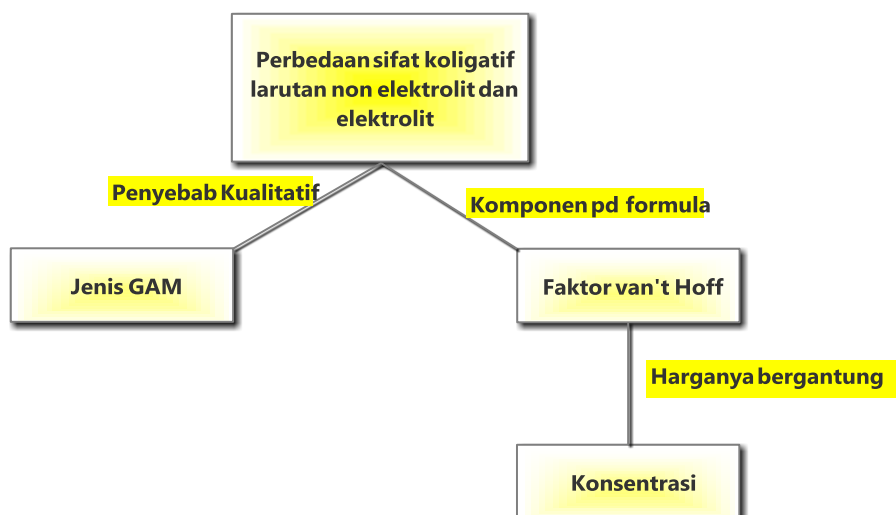
Aktifitas ke-1 berkenaan dengan pengumpulan informasi tentang sejumlah data titik didih, titik beku, dan tekanan osmosis sejumlah larutan, data interaksi yang terjadi di dalam larutan elektrolit dan non elektrolit, dan faktor van't Hoff. Aktifitas ke-2 dan ke-3 berkenaan dengan klasifikasi faktor-faktor yang berperan mempengaruhi sifat koligatif larutan elektrolit dan yang membedakannya dengan non elektrolit. Pemahaman konsep dilakukan dengan menggunakan model mental yang dikaitkan dengan pengaruh kuantitatif yang diberikannya terhadap sifat koligatif larutan elektrolit.

Tabel 3. Hubungan KD 3.2 dan 4.2 dan Aktifitas Pembelajaran Menurut Taksonomi Bloom yang Direvisi.

Dimensi Pengetahuan	Dimensi Proses Kognitif					
	1. Mengingat	2. Memahami	3. Menerapkan	4. Menganalisa	5. Mengevaluasi	6. Mencipta
A. Pengetahuan Faktual						
B. Pengetahuan Konseptual	Aktifitas 4			KD 3.2 dan 4.2 Aktifitas 1-3		
C. Pengetahuan Prosedural			Aktifitas 5		Aktifitas 6	
D. Pengetahuan Metakognitif	Aktifitas 7		Aktifitas 8			

Sumber: dimodifikasi dari Anderson dan Krathwohl, eds. (2001:100)

Membelajarkan KD 3.2 dan 4.2 membutuhkan pengetahuan awal (*prior knowledge*) berupa konsep larutan elektrolit dan non elektrolit, konsentrasi larutan elektrolit dan non elektrolit kuat, serta sifat koligatif dan penyebabnya. Oleh karena itu konsep-konsep tersebut perlu dikenali pada saat permulaan proses pembelajaran melalui kegiatan appersepsi. Proses penjajakan atau penyelidikan kemampuan awal perlu dilakukan untuk mengetahui informasi tentang perbedaan sifat koligatif non elektrolit dan larutan elektrolit. Proses penjajakan atau penyelidikan dapat dilakukan pada saat kegiatan motivasi melalui pengajuan pertanyaan misal, mengapa larutan garam memiliki titik didih jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan larutan gula meski memiliki konsentrasi yang sama. Secara sederhana hubungan konsep-konsep yang terlibat pada KD 3.2 dan 4.2 diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Merujuk kepada Permendikbud No 81A lampiran IV, membelajarkan KD 3.2 dan KD 4.2 melibatkan 5 M (mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi (mengassosiasi), dan mengkomunikasikan) pada kegiatan inti. Pada proses mengamati, guru dapat menampilkan video atau gambar atau wacana yang berkenaan dengan penerapan atau fakta sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit. Agar pebelajar fokus pada pengamatannya, maka guru dapat menyiapkan lembar observasi yang memuat zat yang digunakan, cara penggunaan, tujuan penggunaan, dan data lain yang teramati di dalam video atau gambar atau wacana. Melalui pengamatan yang terstruktur demikian diharapkan muncul pertanyaan dari pebelajar yang pada gilirannya dapat menjadi pendorong bagi pebelajar untuk mengumpulkan informasi tambahan dari berbagai sumber. Pada langkah pembelajaran ini guru dapat menampilkan model mental larutan elektrolit dan non elektrolit serta dilanjutkan dengan simulasi yang menunjukkan perbedaan sifat koligatif antara larutan elektrolit dan non elektrolit (jika guru memiliki model simulasi).

Pada langkah pembelajaran mengolah informasi, pebelajar diarahkan untuk mampu menghubungkan informasi yang diperoleh antara level sub mikroskopik, simbolik (rumus) dengan fakta (informasi yang diamati pada langkah mengamati). Kemampuan ini selanjutnya dikomunikasikan pebelajar, dapat dilakukan secara individual atau berkelompok, di depan kelas dalam bentuk sebuah rangkuman. Jika guru menginginkan terjadinya proses transfer (penerapan pengetahuan prosedural), maka guru dapat mengajukan permasalahan yang penyelesaiannya memerlukan pemahaman konsep sejenis dengan apa yang telah dipahami pebelajar sebelumnya.

Pada tahap penutup, pebelajar bersama guru menyimpulkan pembelajaran bahwa adanya perbedaan antara sifat koligatif larutan elektrolit dan non elektrolit disebabkan oleh adanya perbedaan jumlah gaya antar molekul. Secara kuantitatif, perbedaan tersebut direpresentasikan oleh adanya faktor van't Hoff pada larutan elektrolit encer. Tindak lanjut pada pembelajaran ini dapat berupa pemberian latihan kepada pebelajar, baik soal konseptual maupun algoritmik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan disain pembelajaran yang berpedoman kepada kurikulum 2013 untuk mata pelajaran kimia yang diajarkan di kelas XII, maka diperoleh kesimpulan dan saran sebagaimana berikut ini.

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan, maka dapat disimpulkan tentang pelaksanaan pembelajaran kimia berdasarkan kurikulum 2013 adalah sebagai berikut.

1. Rencana pembelajaran dikembangkan dengan memperhatikan dimensi pengetahuan dan dimensi proses kognitif yang terkandung di dalam KI dan KD, sebagai contoh pada KD 3.2 dan 4.2 mengandung pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif serta tingkat *analyze (C4)* untuk dimensi proses kognitif-nya.
2. Agar pebelajar mampu menguasai konsep yang diajarkan, maka guru harus menyiapkan aktifitas belajar yang sesuai dengan tuntutan KI dan KD seperti membelajarkan KD 3.2 dan 4.2 memerlukan delapan aktifitas belajar.

Saran

1. Disain pembelajaran KD 3.2 dan 4.2 yang telah dikembangkan ini masih belum mencerminkan pelaksanaan rinci pembelajaran di kelas. Oleh karena itu perlu dikembangkan lebih lanjut model perencanaan yang mampu menggambarkan secara rinci untuk delapan aktifitas belajar yang diperlukan untuk membelajarkan KD tersebut. Selain itu perlu pula melengkapi perencanaan dengan lembar kerja siswa, dan bahan ajar yang memuat seluruh urutan aktifitas belajar.
2. Membelajarkan KD 3.2 dan 4.2 melalui delapan aktifitas belajar dapat dilakukan dengan menerapkan pendekatan saintifik; model interaksi sosial; strategi interaktif; dan metode pembelajaran kooperatif serta didukung oleh program simulasi PhET (*Physic Education Technology*).

DAFTAR RUJUKAN

- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., eds. 2001. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing, a Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman
- Chikumbu, T.J., Makamure, R.. 2000. *Module 13: Curriculum Theory , Design and Assessment*. The Commonwealth of Learning. Masvingo.
- Dyers, J.H., Gregersen, H.B., Christensen, C.M.. 2009. *The Innovator's DNA*. https://noppa.aalto.fi/noppa/kurssi/tu-91.2045/lisatty9442/TU-91_2045_innovators_dna.pdf, diakses 6 April 2014.
- Hammond, L.D., Austin, K., Cheung, M., & Martin, D.. Session 9 *Thinking About Thinking: Metacognition*, www.learner.org/courses/learningclassroom/support/09_metacog.pdf. 160. diakses 24 Maret 2014.
- Hassard, J.. 2005. *The Art of Teaching Science*. New York: Oxford University Press. <https://teal.ed.gov/tealGuide/metacognitive>. 2010. *Metacognitive Processes*. diakses 12 April 2014.
- Kuhn, D.. 2000. Metacognitive Development. *Psychological Science*. 9. (5). 178-181

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No 54 Tahun 2013.

Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No 65 Tahun 2013.

Lampiran Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No 81A Tahun 2013.

Module

7:

Curriculum

Implementation, http://peoplelearn.homestead.com/ASSESS/Module_7.Implementation.doc

, diakses 5 April 2014.

Ricky, D.. Stacy, A.M.. 2000. The Role of Metacognition in Learning Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 77 (7). 914-919.

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/category/chemistry>

IDENTIFIKASI KESULITAN SISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL-SOAL STOIKIOMETRI MENGGUNAKAN ANALISIS LANGKAH PENYELESAIAN SOAL

Fitriana Rizqi Amalia^{a*}, Muntholib^a, Yahmin^b

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang 65145

*E-mail: rizq.melia@gmail.com

ABSTRAK: Kesulitan siswa dalam memecahkan soal-soal stoikiometri sangat beragam, sehingga tidak mudah untuk diidentifikasi. Sebagian besar soal-soal stoikiometri bersifat algoritmik, sehingga memerlukan langkah-langkah yang nyata. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui 1) tingkat kesulitan siswa dalam menyelesaikan langkah-langkah penyelesaian soal, 2) langkah penyelesaian soal yang sulit bagi siswa, dan 3) penguasaan siswa terhadap konsep-konsep stoikiometri. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 15 soal uraian dan *draft* wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kesulitan siswa dalam menyelesaikan langkah-langkah penyelesaian soal tergolong tinggi; langkah penyelesaian soal yang sulit bagi siswa adalah menentukan angka indeks, menghitung persen massa masing-masing unsur, dan menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk; dan penguasaan siswa terhadap konsep-konsep stoikiometri tergolong sedang.

Kata Kunci: identifikasi, kesulitan, stoikiometri, analisis langkah

ABSTRACT: Students get many difficulties in solving stoichiometry problems, but those difficulties are not easy to identification. Most of stoichiometry problems need algorithmic skill and many steps to be solved. The purposes of this study are to determine level of students' difficulties in solving stoichiometry problems, where the students get difficulties, and students' understanding in stoichiometry concepts. Data collection was determined by writing test result and unstructured interviews, and the instrument using 15 essay questions and draft of interview. The result for this study shows that level of students' difficulties in solving stoichiometry problems is high; the most difficult steps for students are determining index number, calculating mass percent for each element, and determining mole of excess reactant and product; moreover, students' understanding in stoichiometry concepts is medium.

Keywords: identification, difficulties, stoichiometry, step analysis

PENDAHULUAN

Stoikiometri adalah materi kimia yang membutuhkan pemahaman konseptual dan algoritmik yang berhubungan dengan komponen-komponen dalam kimia serta reaksi kimia, dan juga dapat digunakan untuk memecahkan masalah terkait materi kimia yang lain [1]. Sastrawijaya [2] juga menjelaskan bahwa stoikiometri merupakan konsep yang dapat diterapkan untuk konsep-konsep kimia yang lain. Namun, siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal stoikiometri [3-6].

Letak dan penyebab kesulitan yang dialami siswa tidak mudah untuk diidentifikasi, sehingga diperlukan instrumen yang lebih menekankan pada proses penyelesaian, dan bukan hasil akhirnya saja. Oleh karena itu, digunakan soal uraian yang membutuhkan beberapa langkah penyelesaian untuk dapat menjawab dengan benar. Sastrawijaya [2] menjelaskan bahwa soal yang membutuhkan penggunaan langkah atau proses secara teratur juga dapat mengurangi kemungkinan siswa menggunakan jalan pintas, dapat mengenal titik kesulitan pada sebuah soal, membiasakan siswa untuk menuliskan simbol, persamaan, dan notasi sehingga selalu baku, melatih siswa lebih teliti dalam menjawab soal, membuat siswa lebih bersiap diri menghadapi variasi soal, serta membiasakan siswa untuk menggunakan langkah-langkah pengerjaan soal secara rutin dan teratur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kesulitan siswa pada langkah-langkah penyelesaian soal-soal stoikiometri, langkah di mana siswa mengalami kesulitan, dan penguasaan siswa terhadap konsep-konsep stoikiometri. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat diketahui letak kesulitan siswa, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk perbaikan pembelajaran selanjutnya.

METODE

Dalam penelitian ini, materi yang akan diidentifikasi adalah stoikiometri yang dibagi menjadi 7 konsep, yaitu hukum dasar kimia, persamaan reaksi, massa atom relatif dan massa molekul relatif, konsep mol, rumus empiris dan rumus molekul, persen massa, serta pereaksi pembatas. Adapun langkah penyelesaian yang digunakan untuk menyelesaikan soal-soal berjumlah 20, di mana jumlah langkah yang digunakan pada tiap soal berbeda-beda. 20 langkah penyelesaian tersebut disajikan pada Tabel 1.

Penelitian dilakukan dengan cara memberikan tes tertulis berbentuk uraian sejumlah 15 soal kepada 59 siswa kelas XI MIA 7 dan XI MIA 8 SMA Negeri 1 Kauman Tulungagung tahun ajaran 2014/2015. Selanjutnya dari hasil tes tertulis dikoreksi per langkah penyelesaian dan menghitung jumlah siswa yang menjawab salah pada langkah tersebut. Tingkat kesulitan siswa dapat diketahui dengan membagi jumlah siswa yang menjawab salah dengan jumlah siswa seluruhnya kali 100% yang dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{B}{N} \times 100\%$$

Dimana P adalah persentase tingkat kesulitan, B adalah jumlah siswa yang menjawab salah, dan N adalah jumlah siswa seluruhnya. Tabel 2 adalah kriteria tingkat kesulitan yang dialami siswa.

Tabel 1 Langkah-langkah Penyelesaian Soal-soal Stoikiometri

NO.	LANGKAH
1	Menentukan massa zat
2	Menentukan perbandingan
3	Menentukan pereaksi pembatas
4	Menuliskan rumus senyawa
5	Menuliskan persamaan reaksi
6	Menyetarakan persamaan reaksi
7	Menentukan angka indeks
8	Menentukan jumlah molekul berdasarkan perbandingan koefisien
9	Menuliskan simbol unsur
10	Menghitung massa molekul relatif berdasarkan jumlah massa atom relative
11	Menghitung massa molar (nilai setara Ar/Mr dengan satuan gram/mol)
12	Menghitung mol berdasarkan jumlah molekul dan bilangan Avogadro
13	Menghitung massa berdasarkan mold an massa molar
14	Menghitung mol gas pada keadaan STP (0°C, 1atm)
15	Menghitung mol berdasarkan massa dan massa molar
16	Menentukan mol masing-masing senyawa berdasarkan perbandingan koefisien
17	Menentukan rumus empiris senyawa berdasarkan perbandingan mol unsur penyusun senyawa
18	Menentukan rumus molekul senyawa berdasarkan rumus empiris dan massa molekul relative
19	Menghitung persen massa masing-masing unsur berdasarkan perbandingan Ar dan Mr
20	Menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk

Tabel 2 Kriteria Tingkat Kesulitan

P (%)	Kategori
0,0-20,0	Sangat Rendah
20,1-40,0	Rendah
40,1-60,0	Sedang
60,1-80,0	Tinggi
80,1-100	Sangat Tinggi

Setelah diperoleh nilai total masing-masing siswa, dipilih 9 siswa secara acak, yaitu 3 siswa yang memperoleh nilai tertinggi, 3 siswa dengan nilai sedang, dan 3 siswa dengan nilai yang terendah, lalu dilakukan wawancara berdasarkan jawaban pada tes tertulis sebelumnya. Wawancara ini dilakukan untuk mengetahui penguasaan konsep siswa terhadap konsep-konsep stoikiometri. Secara keseluruhan, metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Jadi, penelitian ini tidak bermaksud untuk membandingkan dua variabel atau lebih [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kesulitan siswa pada langkah penyelesaian soal konsep-konsep stoikiometri disajikan pada Gambar1.



Gambar 1 Grafik Tingkat Kesulitan Siswa pada Langkah Penyelesaian Soal Konsep-konsep Stoikiometri

Keterangan:

- A: Menentukan massa zat
- B: Menentukan perbandingan
- C: Menentukan pereaksi pembatas
- D: Menuliskan rumus senyawa
- E: Menuliskan persamaan reaksi
- F: Menyetarakan persamaan reaksi
- G: Menentukan angka indeks
- H: Menentukan jumlah molekul berdasarkan perbandingan koefisien
- I: Menuliskan simbol unsur
- J: Menghitung massa molekul relatif berdasarkan jumlah massa atom relatif
- K: Menghitung massa molar (nilai setara Ar/Mr dengan satuan gram/mol)
- L: Menghitung mol berdasarkan jumlah molekul dan bilangan Avogadro
- M: Menghitung massa berdasarkan mol dan massa molar
- N: Menghitung mol gas pada keadaan STP (0°C , 1atm)
- O: Menghitung mol berdasarkan massa dan massa molar
- P: Menentukan mol masing-masing senyawa berdasarkan perbandingan koefisien
- Q: Menentukan rumus empiris senyawa berdasarkan perbandingan mol unsur penyusun senyawa
- R: Menentukan rumus molekul senyawa berdasarkan rumus empiris dan massa molekul relatif
- S: Menghitung persen massa masing-masing unsur berdasarkan perbandingan Ar dan Mr
- T: Menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa rata-rata tingkat kesulitan siswa pada langkah-langkah penyelesaian soal konsep-konsep stoikiometri tergolong tinggi (62,7%). Artinya, secara umum siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan langkah-langkah yang diperlukan dalam menjawab soal konsep-konsep stoikiometri. Dari 20 langkah penyelesaian tersebut, 3 langkah memiliki tingkat kesulitan sangat tinggi, yaitu: (1) menentukan angka indeks (84,7%), (2) menghitung persen massa masing-masing unsur (84,7%), dan (3) menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk (81,4%).

Tabel 3 Persentase Kesulitan Siswa pada Konsep-konsep Stoikiometri

Nomor	Konsep	% siswa yang menjawab salah
1	Hukum Dasar Kimia	63,7
2	Persamaan Reaksi	49,2
3	Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif	8,4
4	Konsep Mol	48,1
5	Rumus Empiris dan Rumus Molekul	58,2
6	Persen Massa	77,9
7	Pereaksi Pembatas	73,4
%Rata-rata		54,1
Kategori		Sedang

Tabel 3 menunjukkan persentase kesulitan siswa pada tiap konsep stoikiometri. Dari Tabel 3, dapat diketahui bahwa konsep hukum dasar kimia, persen massa, dan pereaksi pembatas memiliki tingkat kesulitan di atas konsep-konsep yang lain dengan persentase berturut-turut sebesar 63,7%, 77,9%, dan 73,4%.

Konsep hukum dasar kimia disajikan pada soal nomor 1 sampai nomor 5. Untuk menjawab soal-soal tersebut, diperlukan beberapa langkah penyelesaian. Misal untuk soal nomor 4 berikut:

Gas A₂ sebanyak 10 mL tepat habis bereaksi dengan 15 mL gas B₂ membentuk 10 mL gas A_xB_y. Jika pengukuran volume gas-gas tersebut dilakukan pada suhu dan tekanan yang sama, berapa x dan y?

Soal nomor 4 memerlukan 3 langkah penyelesaian, yaitu menuliskan persamaan reaksi, menyetarakan persamaan reaksi, dan menentukan angka indeks. Dari ketiga langkah tersebut, langkah menentukan angka indeks memiliki tingkat kesulitan yang paling tinggi (84,7%) yang ditunjukkan pada Gambar 1. Siswa mengalami kesulitan dalam menentukan angka indeks karena siswa belum memahami benar hubungan antara perbandingan volume dengan perbandingan

koefisien dan juga hubungan antara koefisien dengan angka indeks. Artinya, kesulitan yang dialami siswa pada salah satu langkah penyelesaian akan menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal pada konsep tersebut.

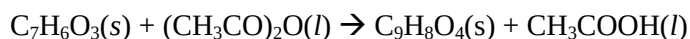
Konsep persen massa juga memiliki tingkat kesulitan yang tinggi, yaitu 77,9%. Konsep persen massa disajikan pada soal nomor 14 berikut:

Etana (C_2H_6) merupakan hidrokarbon sederhana. Tentukan persen massa masing-masing unsur penyusun etana jika diketahui massa molar $C=12g/mol$ dan $H=1g/mol$!

Untuk menyelesaikan soal nomor 14 diperlukan 2 langkah penyelesaian, yaitu: (1) menghitung massa molekul relatif senyawa etana dan (2) menghitung persen massa C dan H pada senyawa tersebut. siswa sudah mampu menyelesaikan langkah pertama dengan baik, namun pada langkah kedua 84,7% siswa salah dalam menentukan persen massa masing-masing unsur. Artinya, siswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal konsep persen massa karena siswa masih kesulitan pada langkah kedua. Pada langkah kedua, siswa tidak mengalikan unsur C dan H dengan angka indeks masing-masing, melainkan langsung membagi Ar C dengan Mr C_2H_6 . Hal yang sama juga dilakukan pada perhitungan persen massa H, sehingga hasil yang diperoleh tidak tepat. Jadi, kesulitan yang tinggi pada konsep persen massa disebabkan oleh tingkat kesulitan yang tinggi juga pada langkah penyelesaiannya.

Konsep berikutnya yang memiliki tingkat kesulitan paling tinggi adalah konsep pereaksi pembatas (73,4%). Konsep pereaksi pembatas disajikan pada soal nomor 15 berikut:

Aspirin ($C_9H_8O_4$) dihasilkan dari reaksi antara asam salisilat ($C_7H_6O_3$) dengan anhidrida asetat [$(CH_3CO)_2O$] sesuai dengan persamaan reaksi



Jika 3,077 gram asam salisilat direaksikan dengan 5,50 mL anhidrida asetat ($\rho=1,080g/mL$) untuk membentuk 3,28 gram aspirin, manakah yang merupakan pereaksi pembatas? Berapa massa zat yang tersisa? (Ar $C=12$, $H=1$, $O=16$)

Soal nomor 15 dapat diselesaikan melalui 6 langkah penyelesaian, yaitu: (1) menghitung massa molar, (2) menghitung mol berdasarkan massa dan massa molar, (3) menentukan mol bereaksi berdasarkan perbandingan koefisien, (4) menentukan pereaksi pembatas, (5) menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk, dan (6) menghitung massa berdasarkan mol dan massa molar. Dalam menyelesaikan soal nomor 15, siswa mengalami kesulitan paling tinggi pada langkah ke-5, yaitu menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk. Siswa mengalami kesulitan saat menentukan mol pereaksi yang sisa serta produk yang terbentuk

karena siswa masih belum memahami benar cara menentukan pereaksi mana yang habis bereaksi, hal ini sejalan dengan temuan BouJaoude dan Barakat [1] yang menyatakan bahwa siswa menduga harus ada 2 reaktan yang sudah diketahui gramnya untuk dapat menentukan pereaksi pembatas.

Kesulitan yang dialami siswa dipengaruhi oleh penguasaan siswa terhadap konsep-konsep stoikiometri. Penguasaan konsep siswa digali melalui wawancara tidak terstruktur dengan 9 orang siswa, yaitu 3 siswa yang memperoleh nilai tertinggi, 3 siswa dengan nilai sedang, dan 3 siswa dengan nilai terendah. Hasil wawancara menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penguasaan konsep antara 3 kelompok tersebut. Data kesulitan siswa ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3 Persentase Kesulitan Siswa pada Langkah-langkah Penyelesaian Soal Konsep konsep Stoikiometri

Nomor	Konsep	% siswa yang menjawab salah			Rata-rata
		A	B	C	
1	Hukum Dasar Kimia	46,9	64,8	79,3	63,7
2	Persamaan Reaksi	22,4	50,2	75,0	49,2
3	Massa Atom Relatif dan Massa Molekul Relatif	0	9,5	15,8	8,4
4	Konsep Mol	28,0	56,6	59,8	48,1
5	Rumus Empiris dan Rumus Molekul	45,6	58,7	70,2	58,2
6	Persen Massa	68,4	78,6	86,8	77,9
7	Pereaksi Pembatas	61,4	74,6	84,2	73,4
% Rata-rata		39,0	56,2	67,3	54,1
Kategori		Rendah	Sedang	Tinggi	Sedang

Kesulitan siswa kelompok A (nilai tinggi) pada konsep-konsep stoikiometri tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan oleh data pada Tabel 4 di mana siswa yang menjawab salah pada konsep-konsep tersebut sebesar 39,0%. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara saat siswa digali lebih dalam mengenai konsep tersebut. Misal pada nomor 7 yang mewakili konsep tentang massa atom relatif dan massa molekul relatif.

Soal nomor 7

Kalsium karbonat banyak ditemukan pada batu kapur, marmer, dan batu gamping dan umumnya berwarna putih. Berapakah massa molekul relatif kalsium karbonat jika diketahui massa atom relatif Ca=40, C=12, dan O=16?

Pada soal nomor 7 siswa diminta menentukan massa molekul relatif kalsium karbonat. Saat dilakukan wawancara, siswa menjelaskan bahwa massa molekul relatif adalah massa rata-rata

molekul dibagi dengan 1 per 12 massa atom karbon.

Untuk siswa kelompok B (nilai sedang), tingkat kesulitannya tergolong sedang. Hal ini ditunjukkan bahwa sebanyak 56,2% siswa kelompok B tidak mampu menyelesaikan masalah konsep-konsep stoikiometri. Siswa kelompok B dapat menyelesaikan soal-soal yang melibatkan perhitungan matematika, meskipun tidak dapat menjelaskan konsep-konsep tersebut dengan baik. Misal tentang rumus empiris dan rumus molekul, siswa tidak mampu menjelaskan konsep tersebut, namun siswa mampu memberikan contoh. Sama halnya dengan konsep rumus empiris dan rumus molekul, siswa juga tidak dapat menjelaskan tentang konsep hukum-hukum dasar kimia, namun mampu menyelesaikan perhitungan matematikanya. Hal ini sesuai dengan penjelasan Glazar dan Devetak [3] yang menyatakan bahwa siswa lebih mementingkan operasi matematika daripada konsep kimia untuk menyelesaikan soal-soal stoikiometri.

Soal nomor 1

Pada wadah tertutup, 4 gram logam kalsium dibakar dengan oksigen berlebih menghasilkan 5,6 gram kalsium oksida. Berdasarkan hukum kekekalan massa, berapa gram oksigen yang bereaksi?

“Sebenarnya saya tidak tahu artinya kekekalan massa itu apa, tapi saya tahu cara mencarinya. Nanti jumlah massanya yang kanan sama dengan yang kiri”

Hal yang sama dialami oleh siswa kelompok C, di mana kesulitannya tergolong tinggi dengan persentase siswa yang tidak dapat menyelesaikan masalah konsep-konsep stoikiometri sebesar 67,3%. Saat dilakukan wawancara, siswa kelompok C tidak dapat memberikan penjelasan tentang konsep-konsep stoikiometri. Misal pada konsep pereaksi pembatas, siswa tidak memahaminya dan tidak dapat memberikan penjelasan dengan benar. Siswa menganggap reaksi pembatas adalah zat yang berlebih, sedangkan yang sisa adalah zat yang tidak ikut bereaksi.

“Reaksi pembatas itu yang berlebih, sedangkan yang sisa itu yang tidak ikut bereaksi”

KESIMPULAN DAN SARAN

Tingkat kesulitan siswa pada langkah-langkah penyelesaian soal konsep-konsep stoikiometri tergolong tinggi (62,7%). Langkah penyelesaian yang memiliki tingkat kesulitan paling tinggi adalah langkah menentukan angka indeks, menghitung persen massa, dan menentukan mol pereaksi yang sisa dan mol produk yang terbentuk. Penguasaan siswa terhadap konsep-konsep stoikiometri tergolong sedang, yaitu sebesar 45,9% siswa mampu menyelesaikan soal konsep-konsep stoikiometri dengan benar.

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, maka disarankan untuk membiasakan siswa menyelesaikan soal dengan langkah yang runtut, banyak diberikan soal-soal yang memerlukan pemahaman konsep dari siswa, tidak hanya menghafal rumus dan perhitungan matematika. Di samping itu, saran untuk peneliti selanjutnya mungkin dapat menyusun sebuah bahan ajar yang dapat membangun konsep siswa disertai latihan soal yang memerlukan pemahaman konsep-konsep tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- BouJaoude, S., and Barakat, H., 2003, *Electronic Journal of Science Education*, 7, 3, 1-42.
- Sastrawijaya, T., 1988, *Proses Belajar Mengajar Kimia*, PPLPTK, Jakarta, 116-183.
- Glazar, S. A., and Devetak, I., 2002, *Acta Chim Slov*, 49, 43-53.
- Parchmann, I., Fach, M., and Tanja de Boer, 2007, *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 1, 13-31.
- Gulacar, O., Overton, T. L., Bowman, C. R., and Fyenewever, H., 2013, *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 507, 507-515.
- Nurjannah, F., 2014, *Analisis Langkah-langkah dalam Menyelesaikan Masalah Perhitungan pada Materi Stoikiometri Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Situbondo*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang Malang.
- Moehnilabib, M., Mukhadis, A., Ibnu, S., Suparno, Rofiudin, and Sukarnyana, I. W., 1997, *Dasar-dasar Metodologi Penelitian*, Lembaga Penelitian IKIP Malang, Malang, 42.

STUDI MOTIVASI BELAJAR BERDASARKAN KEMAMPUAN AWAL

Herlina Apriani *, Sрни Murtinah Iskandar, Yahmin

Prodi S2 Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

Herlina_Apriani@yahoo.com

ABSTRAK: Kimia adalah salah satu bagian dari sains yang dalam pembelajarannya masih sering dianggap sulit oleh siswa. Salah satu topik dalam kimia yang masih dianggap sulit adalah sifat koligatif larutan. Kesulitan tersebut bisa disebabkan karena pengajar kurang menyesuaikan perbedaan kemampuan awal siswa dengan strategi belajar yang digunakan. Selain itu motivasi belajar siswa juga merupakan faktor yang mempengaruhi belajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana motivasi belajar siswa pada kemampuan awal yang berbeda jika diberi perlakuan strategi belajar yang berbeda. Sampel penelitian menggunakan dua kelas yaitu satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol dengan masing-masing siswa 38 orang. Siswa disetiap kelas dibagi menjadi kelompok awal tinggi, sedang dan rendah. Setiap kelas diajarkan dengan menggunakan model pembelajaran *Problem Posing*. Kelas eksperimen dan kelas kontrol dibedakan dari strategi pemberian tugas kepada siswa berdasarkan kemampuan awal. Data penelitian didapatkan dari angket motivasi belajar siswa dan catatan observer selama penelitian. Data penelitian dianalisis menggunakan *SPSS 16 for Windows*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa kelompok awal rendah kelas eksperimen lebih besar dari motivasi belajar kelompok tinggi kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tinggi rendahnya kemampuan awal tidak berpengaruh pada motivasi belajar jika diberikan perlakuan yang berbeda.

Kata Kunci : *motivasi belajar, kemampuan awal, sifat koligatif larutan, problem posing*

ABSTRACT: Chemistry which is a part of science still often considered difficult by students. One of the topics in chemistry that is still considered difficult is colligative properties. The trouble may be due to the fact that the teachers not consider the differences of student's initial ability of learning strategies. In addition, the student's motivation is also a factor that affects learning. This study aimed to determine how students' motivation at different initial ability when treated with different learning strategies. The research sample were two classes: experimental and control class which each consist of 38 students. Students in each class divided into high initial ability group, medium and low. Each class was taught Problem Posing using learning model. Experimental class and control class was distinguished from the strategy of giving assignments to students based on initial ability. The research data obtained from a questionnaire of students' motivation and observer's notes during the study. The research data was analyzed using SPP 16 for Windows. The results showed that the students' motivation at low initial ability group in the experimental class was greater than students' motivation at high initial ability group in the. The results showed that the level of initial ability had no effect on motivation learning if given a different treatment.

Keywords : *learning motivation, initial ability, colligative properties, problem posing*

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah suatu proses dalam rangka mempengaruhi siswa agar dapat menyesuaikan diri sebaik mungkin terhadap lingkungannya sehingga menimbulkan perubahan

dalam diri siswa yang memungkinkannya untuk berfungsi secara kuat dalam kehidupan masyarakat. ilmu kimia adalah salah satu bidang kajian sains yang bersifat abstrak disamping hal lain yang bersifat konkret [1]. Salah satu faktor pendukung dalam pendidikan adalah strategi pembelajaran.

Strategi pembelajaran dalam pengajaran kimia haruslah dapat memberikan kemudahan kepada siswa dalam memahami konsep kimia sehingga dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa. Salah satu topik dalam pembelajaran kimia untuk SMA, MA dan sederajat adalah sifat koligatif larutan. Topik ini mengandung unsur algoritmik dan konseptual. Berdasarkan data hasil belajar siswa kelas XII IPAdua tahun terakhir di salah satu SMA di Banjarmasin, topik sifat koligatif larutan hanya mencapai 25% dari kriteria ketuntasan minimum sekolah untuk mata pelajaran kimia.

Menurut Hamalik [2], terdapat perbedaan secara intelektual, jasmaniah, sosial dan emosional antara siswa satu dengan yang lainnya. Guru harus memperhatikan cara belajar yang dilakukan oleh siswa di samping memperhatikan bahan belajar dan kegiatan belajar yang serasi dengan keadaan tersebut. Untuk itulah diperlukan model pembelajaran yang disesuaikan dengan perbedaan individu yang disebutkan di atas agar dapat membuat pembelajaran menjadi efektif dan efisien. Pada gilirannya dalam setiap siswa diharapkan mencapai pemahaman sesuai waktu yang telah dialokasikan. Model pembelajaran konvensional belum mampu menjadikan semua siswa di kelas bisa menguasai kompetensi minimal yang telah ditetapkan, terutama siswa yang berkemampuan rendah. Disamping itu siswa yang memiliki kemampuan tinggi juga belum memperoleh layanan pembelajaran yang optimal pada pembelajaran konvensional, sehingga model pembelajaran yang bersifat konvensional dinilai masih belum peduli dan belum mampu mengapresiasi serta mengakomodasi perbedaan individual siswa terutama dalam hal kemampuan awal. Optimalisasi hasil belajar dapat dicapai melalui penyesuaian antara pembelajaran (*treatment*) dengan perbedaan kemampuan (*aptitude*) siswa [3]. Kemampuan awal siswa merupakan prasyarat untuk mengikuti pembelajaran selanjutnya. Kemampuan awal dapat membantu siswa memahami konsep yang baru dengan mengaitkannya dengan konsep yang telah dimiliki sebelumnya [4]. Oleh karena itu, kemampuan awal siswa perlu diperhatikan sehingga guru dapat menentukan langkah yang tepat dalam pembelajaran.

Selain karena strategi pembelajaran kimia yang diterapkan oleh guru, hasil belajar kimia juga dipengaruhi oleh motivasi belajar siswa. Motivasi adalah salah satu dari beberapa faktor yang membuat pembelajaran kimia menjadi sulit [5]. Seperti yang dijelaskan oleh Devetak [1] bahwa siswa yang mempunyai motivasi intrinsik tinggi maka ia pun akan terlibat secara aktif selama proses pembelajaran berlangsung. Tugas guru selain menyampaikan pelajaran kepada para siswa, juga dapat membuat siswa belajar sampai berhasil. Adapun tantangan profesional guru justru terletak pada “mengubah” siswa yang bermotivasi rendah menjadi bermotivasi tinggi. Minat siswa

terhadap suatu pelajaran tidak terlepas dari motivasi siswa tersebut, baik motivasi intrinsik maupun motivasi ekstrinsik. Motivasi siswa bukan hanya menentukan seberapa aktif siswa dalam proses pembelajaran tetapi juga menentukan seberapa banyak pengalaman belajar yang didapat dari pembelajaran. Karena pentingnya motivasi dalam pembelajaran, maka perlu adanya kajian mengenai motivasi belajar kimia terutama berdasarkan kemampuan awal.

METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana motivasi belajar siswa setelah diberikan perlakuan pada masing-masing kelas berdasarkan kemampuan awal. Hipotesis nihil penelitian adalah tidak ada pengaruh kemampuan awal terhadap motivasi belajar. Motivasi belajar siswa dilihat dari hasil angket motivasi yang diisi oleh siswa setelah siswa menyelesaikan pembelajaran materi sifat koligatif larutan dan catatan dari observer selama penelitian. Angket motivasi belajar yang digunakan dalam penelitian disusun oleh peneliti dan divalidasi oleh beberapa validator sebelum digunakan dalam penelitian. Angket motivasi belajar terdiri dari 32 butir pernyataan dengan pilihan berskala 1-5. Pernyataan-pernyataan dalam angket tersebut terdiri dari empat kategori motivasi yaitu percaya diri, kepuasan, tujuan dan perhatian. Setiap kategori merupakan faktor munculnya motivasi belajar siswa selama pembelajaran. Setiap kategori mengandung delapan buah pernyataan positif.

Penelitian menggunakan dua kelas yaitu satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing berisi 38 siswa. Dalam penelitian ini pada masing-masing kelas siswa dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok siswa kemampuan awal tinggi, sedang dan rendah. Pengelompokan siswa tersebut didasarkan pada hasil tes kemampuan awal pada masing-masing kelas dengan soal yang sama untuk kedua kelas. Pada kelas eksperimen jumlah siswa kelompok awal tinggi 11 orang, kelompok awal sedang 19 orang dan kelompok awal rendah 8 orang. Pada kelas kontrol jumlah siswa kelompok awal tinggi 10 orang, kelompok awal sedang 20 orang dan kelompok awal rendah 8 orang.

Model pembelajaran yang digunakan dalam penelitian untuk kedua kelas yaitu model pembelajaran *Problem Posing*. Persamaan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol selain model pembelajaran adalah pengajar, materi, bahan ajar yang digunakan, alokasi waktu instrumen pengumpulan data dan sistem pengelompokan. Sistem pengelompokan yang digunakan adalah pengelompokan heterogen dimana setiap kelompok terdiri dari siswa yang berkemampuan tinggi, sedang dan rendah. Kelas eksperimen dan kelas kontrol dibedakan dari strategi pemberian tugas atau situasi oleh guru kepada setiap siswa berdasarkan kemampuan awal dan sistem pertukaran penyelesaian soal oleh siswa yang satu kepada siswa lain.

Pada kelas kontrol, setiap siswa diminta membuat soal yang berbeda beserta penyelesaiannya berdasarkan situasi atau informasi yang sama dalam jangka waktu yang telah

ditetapkan pengajar. Setelah siswa selesai membuat soal dan penyelesaiannya, maka setiap siswa diminta memberikan soal tersebut kepada anggota lain dalam kelompoknya sendiri dan menyimpan penyelesaian dari soal tersebut. Pengajar meminta siswa untuk mengerjakan soal yang diberikan oleh teman dalam kelompoknya dalam jangka waktu tertentu kemudian pengajar akan meminta beberapa siswa menampilkan jawabannya ke depan kelas sebelum mengkonfirmasi kebenaran jawaban pembuat soal dan jawaban siswa yang menyelesaikan soal.

Pada kelas eksperimen, setiap siswa diminta membuat soal yang berbeda beserta penyelesaiannya berdasarkan situasi atau informasi yang berbeda sesuai kemampuan awal dalam jangka waktu yang telah ditetapkan pengajar. Setelah siswa selesai membuat soal dan penyelesaiannya, maka setiap siswa diminta memberikan soal tersebut kepada anggota kelompok lain yang mendapatkan situasi yang sama dengan dirinya dan menyimpan penyelesaian dari soal tersebut. Pengajar meminta siswa untuk mengerjakan soal yang diberikan oleh anggota kelompok lain dalam jangka waktu tertentu kemudian pengajar akan meminta siswa *sharing* soal dan jawabannya kepada anggota kelompoknya sendiri dimulai dari siswa kemampuan awal rendah, sedang, kemudian tinggi. *Sharing* bertujuan agar siswa mendapatkan konfirmasi jawaban dan menambah referensi soal serta penyelesaian dari anggota kelompoknya. Kemudian pengajar meminta beberapa siswa menampilkan jawabannya ke depan kelas sebelum mengkonfirmasi kebenaran jawaban pembuat soal dan jawaban siswa yang menyelesaikan soal.

HASIL & PEMBAHASAN

Proses belajar mengajar tidak bisa terlepas dari berbagai faktor yang mempengaruhi dan menunjang pelaksanaannya. Salah satu penunjang keberhasilan belajar adalah adanya motivasi belajar siswa. Motivasi didefinisikan sebagai kekuatan yang menghasilkan gairah, seleksi, arah dan kelanjutan dari perilaku [6]. Menurut Pintrich [7] motivasi merupakan apapun yang membuat siswa melakukan sesuatu, membuat tetap melakukannya dan membantu siswa menyelesaikan tugas. Hal ini berarti bahwa konsep motivasi digunakan untuk menjelaskan keinginan berperilaku, arah perilaku, intensitas perilaku dan penyelesaian prestasi yang sesungguhnya. Menurut Dimiyati & Mudjiono [8] motivasi belajar dapat muncul dalam diri seseorang (intrinsik) atau dapat dirangsang oleh faktor luar (ekstrinsik).

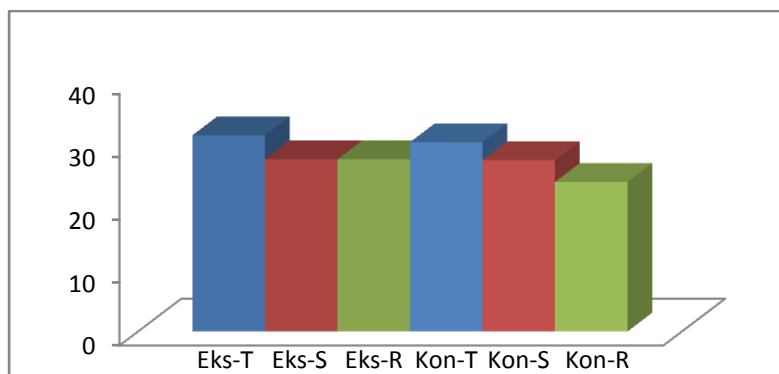
Menurut Sardiman [9] motivasi yang ada pada setiap orang memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

1. Tekun menghadapi tugas.
2. Ulet menghadapi kesulitan
3. Lebih senang bekerja mandiri
4. Cepat bosan pada tugas-tugas yang rutin
5. Dapat mempertahankan pendapatnya

6. Tidak mudah melepaskan hal yang diyakini itu
7. Senang mencari dan memecahkan masalah atau soal-soal

Selain motivasi belajar, hal lain yang juga dapat mempengaruhi belajar adalah perbedaan individual. Perbedaan individual adalah satu kesatuan yang masing-masing memiliki ciri khasnya dan karena itu tidak ada dua individu yang sama [2]. Perbedaan individual tersebut adalah faktor internal yang dapat mempengaruhi siswa dalam hal belajar dan hasil belajar. Beberapa faktor internal tersebut diantaranya adalah kecerdasan, bakat, kemampuan awal dan keadaan jasmani. Kemampuan awal adalah faktor internal dari perbedaan individual yang difokuskan dalam penelitian. Dalam penelitian ini perbedaan individual yang dimaksudkan adalah kemampuan awal. Dalam penelitian ini, kemampuan awal yang dimaksud adalah perolehan pengetahuan materi-materi pada topik prasyarat dari topik sifat koligatif larutan. Topik-topik prasyarat tersebut adalah stoikiometri, gaya antar molekul serta larutan elektrolit dan non elektrolit

Dasar dari penggunaan model *Problem Posing* dalam penelitian adalah karakteristik model pembelajaran *Problem Posing* yang salah satunya adalah algoritmik [10]. Karakter tersebut cocok dengan karakteristik topik kimia yang diterapkan dalam penelitian yaitu sifat koligatif larutan yang juga memiliki sifat algoritmik. Selain itu, model pembelajaran *Problem Posing* juga memiliki beberapa tipe yaitu *Problem posing* tipe bebas, semi terstruktur dan terstruktur [11]. Tipe *Problem posing* yang digunakan dalam penelitian adalah tipe *Problem posing* semi terstruktur sebab tipe ini cocok dengan kondisi siswa yang menjadi sampel penelitian. Pada model pembelajaran tipe semi terstruktur, siswa diberikan situasi atau informasi kemudian siswa diminta untuk mengajukan soal dengan mengkaitkan soal itu dengan pengetahuan yang sudah dimilikinya. Selain itu, dengan menggunakan tipe ini pengajar dapat memberikan situasi atau kondisi sesuai dengan kemampuan awal siswa. Untuk mengetahui bagaimana motivasi belajar siswa setelah pembelajaran dilaksanakan maka setiap siswa diminta mengisi angket motivasi. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa angket motivasi terdiri dari empat kategori. Hasil pengisian angket motivasi belajar untuk setiap kategori disajikan dalam gambar berikut.



Gambar.1 Perbandingan hasil rata-rata kedua kelas pada setiap kelompok untuk kategori

percaya diri

Keterangan :

Eks-T : Kelompok tinggi kelas eksperimen

Eks-S : Kelompok sedang kelas eksperimen

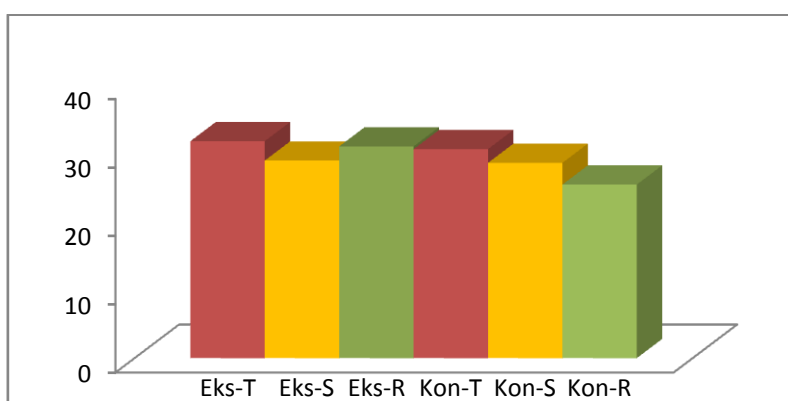
Eks-R : Kelompok rendah kelas eksperimen

Kon-T : Kelompok tinggi kelas kontrol

Kon-S : Kelompok sedang kelas kontrol

Kon-R : Kelompok rendah kelas kontrol

Berdasarkan Gambar.1 dapat dilihat bahwa kelompok awal tinggi dari kelas kontrol dan kelas eksperimen sama-sama memiliki motivasi belajar yang tinggi disebabkan faktor percaya diri yang tinggi. Kelompok awal sedang kelas eksperimen, kelompok awal rendah kelas eksperimen dan kelompok awal rendah kelas kontrol memiliki motivasi belajar yang sama besar. Kelompok awal rendah kelas kontrol memiliki motivasi belajar yang rendah, hal tersebut disebabkan mereka memiliki kepercayaan diri yang rendah pada kemampuan mereka sendiri. Hal tersebut juga ditunjukkan oleh catatan observer selama penelitian. Kelompok awal rendah kelas kontrol lebih banyak pasif selama proses pembelajaran. Mereka cenderung sulit untuk diajak interaktif selama pembelajaran baik ketika tanya jawab maupun dalam mempresentasikan tugas. Rasa percaya diri berkaitan erat dengan motivasi. Rasa percaya diri dapat menimbulkan motivasi. Semakin tinggi kepercayaan diri maka akan semakin tinggi pula motivasi berprestasi yang dimiliki oleh siswa. Hal ini dimungkinkan karena siswa yang mempunyai kepercayaan diri yang tinggi mempunyai kepercayaan akan kemampuan sendiri yang memadai dan menyadari akan kemampuan yang dimiliki, serta dapat memanfaatkannya secara tepat [12]. Rasa percaya diri dapat muncul dengan sendirinya atau dimunculkan oleh faktor luar seperti pujian dan lingkungan yang menyenangkan.



Gambar.2 Perbandingan hasil rata-rata kedua kelas pada setiap kelompok untuk kategori kepuasan

Keterangan :

Eks-T : Kelompok tinggi kelas eksperimen

Eks-S : Kelompok sedang kelas eksperimen

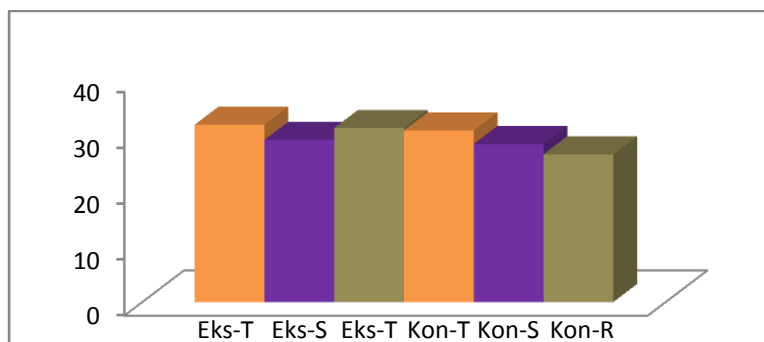
Eks-R : Kelompok rendah kelas eksperimen

Kon-T : Kelompok tinggi kelas kontrol

Kon-S : Kelompok sedang kelas kontrol

Kon-R : Kelompok rendah kelas kontrol

Berdasarkan Gambar.2 dapat dilihat bahwa kelompok awal tinggi dari kelas kontrol, kelompok awal rendah kelas eksperimen dan kelas eksperimen sama-sama memiliki motivasi belajar yang tinggi disebabkan faktor kepuasan pada pencapaian hasil belajar yang tinggi. Kelompok awal sedang kelas eksperimen dan kelompok awal rendah kelas kontrol memiliki motivasi belajar yang sama besar. Kelompok awal rendah kelas kontrol memiliki motivasi belajar yang rendah, hal tersebut disebabkan mereka memiliki kepuasan yang rendah pada hasil belajar mereka sendiri. Kepuasan dipengaruhi oleh pencapaian prestasi belajar sebagai hasil dari usaha selama proses pembelajaran. Penelitian yang dilakukan oleh Abadi dkk [13] menghasilkan temuan bahwa terdapat korelasi antara motivasi belajar dan prestasi belajar. Hasil ini dapat diartikan bahwa motivasi dan prestasi saling mempengaruhi. Pencapaian hasil belajar terdahulu memberikan kepuasan sehingga siswa lebih termotivasi untuk meningkatkan prestasi belajar pada pembelajaran berikutnya. Perilaku ini telah dijelaskan oleh Skinner [14] bahwa tindakan-tindakan pebelajar lebih dikontrol oleh konsekuensi yang menyertai tingkah laku tersebut. Konsekuensi yang menyertai bisa berupa perolehan nilai. Seseorang yang mendapatkan nilai bagus setelah melakukan serangkaian usaha akan mempertahankan bahkan meningkatkan usaha agar mendapat nilai yang lebih baik.



Gambar.3 Perbandingan hasil rata-rata kedua kelas pada setiap kelompok untuk kategori tujuan

Keterangan :

Eks-T : Kelompok tinggi kelas eksperimen

Kon-T : Kelompok tinggi kelas kontrol

Eks-S : Kelompok sedang kelas eksperimen

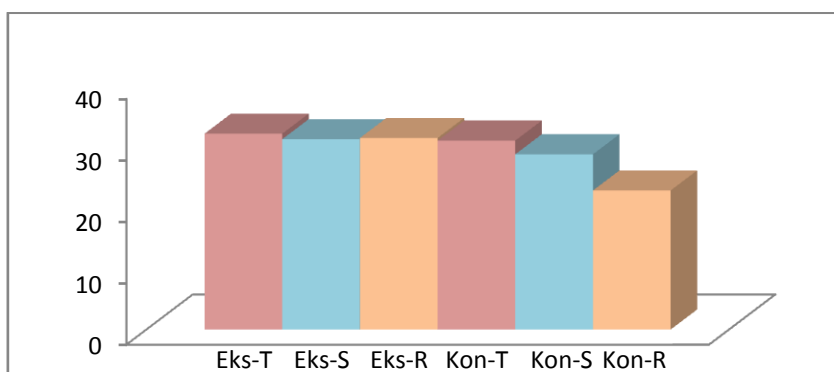
Kon-S : Kelompok sedang kelas kontrol

Eks-R : Kelompok rendah kelas eksperimen

Kon-R : Kelompok rendah kelas kontrol

Berdasarkan Gambar.3 dapat dilihat bahwa kelompok awal tinggi dari kelas kontrol, kelompok awal rendah kelas eksperimen dan kelas eksperimen sama-sama memiliki motivasi belajar yang tinggi disebabkan faktor tujuan belajar yang besar. Kelompok awal sedang kelas eksperimen dan kelompok awal rendah kelas kontrol memiliki motivasi belajar yang sama besar.

Kelompok awal rendah kelas kontrol memiliki motivasi belajar yang rendah, hal tersebut disebabkan mereka memiliki tujuan belajar yang tidak besar. Motivasi belajar yang berorientasi pada tujuan akan membuat siswa terlibat aktif dalam tugas untuk memperoleh imbalan berupa nilai yang baik atau pujian serta menghindari hukuman berupa nilai yang jelek, penolakan dan hinaan [15]. Motivasi ini membuat siswa cenderung berusaha mendapatkan penilaian yang menguntungkan dari pengajar, orang tua, teman serta menghindari penilaian negatif dari lingkungan.



Gambar.4 Perbandingan hasil rata-rata kedua kelas pada setiap kelompok untuk kategori perhatian

Keterangan :

Eks-T : Kelompok tinggi kelas eksperimen

Eks-S : Kelompok sedang kelas eksperimen

Eks-R : Kelompok rendah kelas eksperimen

Kon-T : Kelompok tinggi kelas kontrol

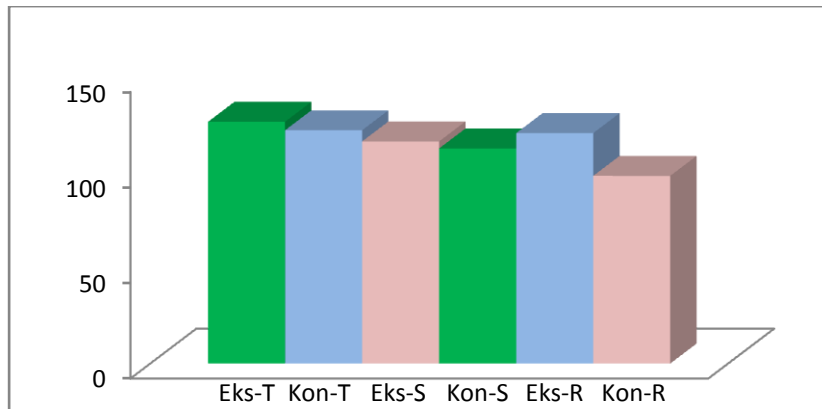
Kon-S : Kelompok sedang kelas kontrol

Kon-R : Kelompok rendah kelas kontrol

Berdasarkan Gambar.4 dapat dilihat bahwa hampir semua kelompok baik dari kelas eksperimen maupun kelas kontrol memiliki motivasi yang hampir sama besar kecuali kelompok awal rendah kelas kontrol. Hal tersebut disebabkan mereka memiliki perhatian atau ketertarikan terhadap pembelajaran yang dilaksanakan oleh guru. Menurut Liao [16] siswa yang mempunyai motivasi belajar akan memperhatikan pelajaran yang disampaikan, mengulang materi hingga bisa memahaminya dan menggunakan strategi-strategi belajar yang mendukung. Motivasi belajar yang berorientasi pada perhatian termasuk motivasi ekstrinsik. Siswa yang memiliki motivasi belajar ekstrinsik akan bergantung pada aktivitas belajar, isi dan proses yang menyenangkan. Motivasi ekstrinsik ini dapat saling menguatkan bersama motivasi intrinsik bahkan bisa berubah menjadi motivasi intrinsik apabila siswa sudah mulai tertarik dan perlahan menyadari tujuan dan pentingnya belajar.

Dari gambar.5 dapat dilihat bahwa rata-rata hasil angket motivasi kelompok tinggi dari kelas eksperimen lebih besar daripada kelompok tinggi kelas kontrol. Rata-rata hasil angket motivasi kelompok rendah dari kelas eksperimen lebih besar daripada kelompok rendah kelas

kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa-siswa berkemampuan awal sama dapat memiliki motivasi belajar yang berbeda pada perlakuan belajar yang berbeda. Hal lain yang bisa diamati dari gambar di atas adalah motivasi belajar kelompok awal rendah kelas eksperimen lebih tinggi daripada motivasi belajar kelompok awal tinggi kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tinggi rendahnya kemampuan awal tidak mempengaruhi besar kecilnya motivasi belajar.



Gambar.5 Perbandingan hasil rata-rata setiap kelompok di kedua kelas pada semua pernyataan dalam angket

Keterangan :

Eks-T : Kelompok tinggi kelas eksperimen

Kon-T : Kelompok tinggi kelas kontrol

Eks-S : Kelompok sedang kelas eksperimen

Kon-S : Kelompok sedang kelas kontrol

Eks-R : Kelompok rendah kelas eksperimen

Kon-R : Kelompok rendah kelas kontrol

Data penelitian selain dari angket adalah dari catatan observer selama penelitian berlangsung. Kelompok awal tinggi dari kedua kelas lebih cenderung lebih aktif dalam bertanya dan menjawab pertanyaan dari guru. Mereka juga sangat bersifat individualistis dan sangat kompetitif. Artinya mereka sangat terlihat bersaing dalam mendapatkan perhatian guru, beradu cepat menyelesaikan tugas dan membatasi interaksi terhadap anggota lain dalam kelompoknya sendiri selama guru tidak meminta mereka untuk *sharing*.

Kelompok awal sedang dari kedua kelas tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Mereka tampak biasa saja baik dalam mendapatkan perhatian guru maupun ketika mengerjakan tugas. Sebagian darimereka ada yang bersifat individualistis tetapi tidak seindividualistis kelompok awal tinggi. Hal ini ditunjukkan dengan masih adanya interaksi berupa pertukaran sumber belajar (buku) dengan anggota lain dalam kelompoknya.

Kelompok awal rendah pada kelas eksperimen dalam beberapa pertemuan awal masih terlihat pasif dalam bertanya dan menjawab pertanyaan dari guru. Mereka juga masih belum

terbiasa dengan strategi pembelajaran yang diterapkan oleh guru. Akibatnya kelompok ini lebih lambat dalam mengerjakan tugas yang diberikan oleh guru. Pada pertengahan penelitian sampai akhir penelitian mereka sudah bisa menyesuaikan diri. Kelompok ini sekarang lebih berani bertanya atau mencoba menjawab pertanyaan dari guru. Ketika mengerjakan tugas yang diberikan guru, mereka juga sudah bisa mempercepat kinerjanya sehingga mampu menyelesaikan tugas dalam waktu yang hampir sama dengan kelompok awal sedang dan tinggi. Sedangkan kelompok awal rendah kelas kontrol dari awal penelitian sampai akhir penelitian tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

Selain dianalisis dari angket motivasi dan catatan observer, data penelitian juga dianalisis menggunakan program *SPSS for windows 16*. Berdasarkan hasil analisis dengan taraf kepercayaan sebesar 95%, nilai signifikansi sebesar 0.25. Nilai $\text{sig } p > 0,05$ artinya hipotesis nihil diterima. Hasil analisis data dari angket motivasi, catatan observer dan program *SPSS 16 for Windows* menunjukkan bahwa kemampuan awal tidak mempengaruhi motivasi belajar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil angket motivasi dan catatan observer, maka dapat dikemukakan bahwa kelompok awal tinggi dari kedua kelas memiliki motivasi yang tinggi walaupun diberi perlakuan yang berbeda. Kelompok awal sedang dari kedua kelas juga memiliki motivasi yang sama besar tetapi tidak sebesar kelompok awal tinggi. Kelompok awal rendah kelas eksperimen memiliki motivasi yang lebih besar daripada kelompok awal rendah kelas kontrol bahkan kelompok awal tinggi kelas kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tinggi rendahnya kemampuan awal tidak selalu mempengaruhi besar kecilnya motivasi belajar jika diberikan perlakuan yang berbeda.

DAFTAR RUJUKAN

- Devetak, I., Lorbe, E. D., Jurisevic, M. D., Glazar. S.A . 2009. Comparing Slovenian year 8 and year 9 elementary School Pupils' Knowledge of Electrolyte Chemistry and Their Intrinsic Motivation. *Chemistry Education Research and Practice*. 10 : 281-290.
- Hamalik, O. 2004. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Nurdin, S. 2005. *Model Pembelajaran yang Memperhatikan Keragaman Individu Siswa dalam Kurikulum Berbasis Kompetensi* . Jakarta: Quantum Teaching.
- Svinicki, M. 1993. What They Don't Know Can Hurt them. The Role of Prior Knowledge in Learning. *The Profesional and Organizational Development Network in Higher Education*. 5 (4) : 1-5.

- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal Of Turkish Science Education*. 2 (4) : 2-20.
- Li, P & Pan, G. 2009. The Relationship Between Motivation and Achievement a Survey of the Study Motivation of English Majors in Qingdao Agriculture University. *English Language Teaching Jurnal*. 1 (2) : 123-128.
- Pintrich, P. R. 2003. A Motivation Science Perspective on the Role of Student Motivation in Learning and Teaching Context. *Journal of Educational Psychology*. 95 (4) : 667-686.
- Dimiyati & Mudjiono. 2006. Belajar dan Pembelajaran. Jakarta : PT Rineka Cipta.
- Sardiman, A. M. 2007. *Interaksi dan Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Iskandar, S. M. 2011. *Pendekatan Pembelajaran Sains Berbasis Konstruktivis*. Malang: Bayumedia.
- Bakar, dkk. 2013. Innovation in Teaching and Learning through Problem Posing Tasks and Metacognitive Strategies. *International Journal of Pedagogical Innovations Metacognitive Strategies*. 1(1) : 53-62.
- Agung, G & Iswidharmanjaya, A. 2005. *SatuHari Menjadi Lebih Percaya Diri*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Abadi, I. B. G. S., Suadnyana, I. N., Wardani, N. M. 2014. Korelasi Antara Motivasi Belajar dengan Prestasi Belajar IPA Siswa Kelas V Gugus Pangeran Diponogoro Kecamatan Denpasar Barat Tahun 2013/2014. *Jurnal Mimbar PGSD Universitas Pendidikan Ganesha Jurusan PGSD*. 2 (1) : 1-11.
- Hitipeuw, I. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Malang : Fakultas Pendidikan Universitas Negeri Malang.
- Middleton, J.A & Spanias, P. A. 1999. Motivation for Achievement in Mathematics : Findings, Generalization and Criticisms of the Research. *Journal for Research in Mathematics Education*. 30 (1) : 65 -88.
- Liao, H. C. 2005. *Effects of Cooperative Learning on Motivation, Learning Strategy Utilization and Grammar Achievement of English Language Learners in Taiwan*. Dissertation University of New Orleans. (Online). (<http://scolarworks.uno.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1362&context=td.pdf>). Diakses tanggal 3 September 2015.

IDENTIFIKASI PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN ALGORITMIK SERTA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KESULITAN BELAJAR SISWA KELAS XI IPA SMAN 10 MALANG PADA MATERI HIDROLISIS GARAM

Ikhwanto 1^{a*}, Dedek Sukarianingsih 2^a, Siti Marfu'ah 3^a

^a Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No 5 Malang Kode pos 65145

*Corresponding author's email: ikhwanto109@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengidentifikasi tingkat pemahaman konseptual dan algoritmik siswa kelas XI IPA SMAN 10 Malang, (2) mengetahui letak kesulitan siswa, dan (3) mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar siswa pada materi hidrolisis garam. Desain penelitian ini adalah penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI IPA SMAN 10 Malang yang terdiri dari 68 siswa kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2. Subjek adalah siswa yang diduga mengalami kesulitan yang memiliki rata-rata nilai UH hidrolisis garam rendah yang dipilih secara selektif dengan teknik *purposive sampling*. Penjarangan data menggunakan instrumen tes diagnostik, angket, dan wawancara (triangulasi data). Tes diagnostik berupa soal pilihan ganda beralasan dan uraian bertahap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) tingkat pemahaman konseptual siswa tergolong sangat rendah (27,2%) dan tingkat pemahaman algoritmik siswa tergolong sangat rendah (15,8%), (2) kesulitan-kesulitan yang dialami siswa, (a) pada konsep umum reaksi hidrolisis garam adalah membedakan reaksi hidrolisis dengan ionisasi dan menentukan garam yang dapat terhidrolisis; (b) pada konsep penentuan jenis-jenis reaksi hidrolisis garam adalah mengidentifikasi senyawa yang tergolong asam kuat/lemah dan basa kuat/lemah; (c) pada konsep persamaan reaksi hidrolisis adalah menentukan ion garam yang terhidrolisis dan menuliskan persamaan reaksi yang benar; (d) pada konsep penentuan sifat larutan hasil reaksi hidrolisis garam adalah menentukan sifat keasaman larutan garam; (e) pada konsep hubungan K_a , K_b , dan K_h adalah menjelaskan hubungan K_a , K_b , dan K_h dengan sifat keasaman garam; (f) pada konsep stoikiometri larutan hidrolisis garam adalah menentukan rumus pH garam, mengkonversi mol menjadi molar, dan menghitung konsentrasi ion garam; (g) pada konsep perhitungan nilai K_a , K_b , dan K_h adalah menentukan konsentrasi ion H^+/OH^- dan menentukan rumus persamaan hubungan antara K_a , K_b , dan K_h yang tepat, (3) faktor dominan yang mempengaruhi kesulitan siswa dalam mempelajari hidrolisis garam adalah faktor internal, yaitu faktor rendahnya kemampuan pendisiplinan diri siswa untuk belajar (40,4%), sedangkan faktor eksternal faktor yang dominan adalah faktor tidak adanya kelompok belajar siswa (37,4%).

Kata kunci: Pemahaman konseptual-algoritmik, kesulitan belajar, hidrolisis garam

ABSTRAK: *The goals of this research are (1) to identify the level of students' conceptual and algorithmic understanding, (2) to find out students' difficulties in understanding the topic, and (3) to identify factors that influence students' difficulties in learning salt hydrolysis. The research design is descriptive research by using qualitative approach. The population is students in class XI Science SMAN 10 Malang. The subject of research is 68 students from class of XI Science-1 and XI Science-2. The subjects are selected by purposive sampling technique. Students who are assumed to have difficulties and are proved by having the examination's score which is under standard points will be tested. Data collection is done by using diagnostic test instrument, questionnaire, and interview (as data triangulation). The results of research showed that: (1) the level of students' conceptual understanding is "very low" (27,2%) and the level of students' algorithmic*

understanding is also “very low” (15,8%), (2) students’ difficulties (a) in general concept and definition of salt hydrolysis are explaining the difference between ionization reaction and hydrolysis reaction and determining which salts that can be hydrolyzed by water; (b) students’ difficulties in concept of determining kinds of salt hydrolysis reactions are identifying compounds which are classified to strong/weak acid or strong/weak base; (c) students’ difficulties in concept of writing salt hydrolysis reaction are determining the hydrolyzed ions of salt and writing the right hydrolysis reaction equations; (d) students’ difficulties in concept of determining the acidity or basicity properties of hydrolyzed solution are determining the salt’s acidity or basicity properties; (e) students’ difficulties in concept of the relationship of K_a , K_b , and K_h are explaining the relationship of K_a , K_b , and K_h and interpret them in right equation formula; (f) students’ difficulties in concept of salt hydrolysis stoichiometry are determining the right formula to calculate pH, converting mole to molar, and calculating the concentration of salt’s ions; (g) students’ difficulties in concept of calculating the value of K_a , K_b , and K_h are determining the concentration of H^+ ions and OH^- ions as well as determining the right formula of K_a , K_b and K_h , (3) the dominant factor that influence student’s difficulty in learning salt hydrolysis is internal factor, that is low ability of managing their time-learning management (40,4%), while the dominant external factor is none of study group that help student by learning together (37,4%).

Keywords: conceptual-algorithmic understanding, difficulty of learning, salt hydrolysis

PENDAHULUAN

Konsep-konsep dalam ilmu kimia saling berhubungan antara satu dengan yang lain dan memiliki karakteristik yang berjenjang mulai dari yang sederhana menuju yang lebih kompleks. Keberhasilan siswa dalam mempelajari kimia ditentukan oleh penguasaan dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dalam materi kimia, salah satunya dalam materi hidrolisis garam. Siswa dituntut harus mampu memahami konsep dengan baik dan mengaitkannya sehingga menjadi pemahaman yang utuh. Selain pemahaman secara konseptual, siswa juga harus mampu memahami dan mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan operasi matematis pada soal-soal hitungan. Pemahaman siswa yang berkaitan dengan kemampuan dalam operasi matematis disebut dengan pemahaman algoritmik. Kedua pemahaman tersebut memiliki keterkaitan yang cukup besar. Sebagaimana pernyataan Costu [3, 6023] yang menyebutkan bahwa pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik merupakan dua hal yang saling terkait dan harus dimiliki oleh setiap siswa. Yilmaz [13, 240] menemukan fakta bahwa sebagian besar siswa mengaku lebih mudah menyelesaikan soal-soal algoritmik tanpa terlebih dahulu memahami konsep-konsepnya. Siswa cenderung belajar dan memecahkan masalah algoritmik tanpa memahami konsep. Costu [3, 6014] juga menambahkan bahwa siswa seringkali memecahkan masalah algoritmik dengan tidak memahami konsep dan penalarannya untuk menjadi pemecah masalah yang kreatif. Lebih lanjut Treagust [12, 7] menjelaskan bahwa siswa lebih memilih untuk menghafal rumus kimia daripada membangun konsep untuk diterapkan dalam menyelesaikan soal stoikiometris.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan tersebut menunjukkan bahwa masih banyak siswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep kimia, khususnya konsep hidrolisis garam. Namun pada penelitian-penelitian tersebut belum diteliti faktor-faktor yang mempengaruhi

kesulitan belajar siswa. Dalam mengidentifikasi tingkat pemahaman dan kesulitan belajar siswa tentunya sangat penting untuk mengidentifikasi pula faktor-faktor penyebab siswa mengalami kesulitan belajar. Dimiyati [5, 227] memastikan bahwa kesulitan-kesulitan yang dialami oleh siswa pasti memiliki penyebab. Oleh karena itu perlu dicari faktor-faktor penyebab kesulitan tersebut. Dengan ditemukannya letak dan pemicu kesulitan yang dialami siswa diharapkan guru dapat segera diberikan bantuan untuk mengatasi kesulitan-kesulitan tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Lokasi penelitian akan dilaksanakan di SMAN 10 Malang. Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2014/2015, yang dimulai dari tanggal 16 Maret 2015 hingga 17 April 2015. Secara umum proses penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap utama yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan (ujicoba instrumen, penyebaran angket, pengambilan data dan analisis data) dan tahap pelaporan. Teknik yang digunakan untuk menentukan subjek penelitian adalah teknik *purposive sampling*. Subjek penelitian dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 di SMAN 10 Malang yang dijadikan satu dengan jumlah 68 siswa yang terdiri dari 39 siswa perempuan dan 29 siswa laki-laki. Kelas XI IPA 1 dan XI IPA 2 adalah kelas yang memiliki rata-rata nilai hasil ulangan hidrolisis garam lebih rendah dibandingkan dengan nilai rata-rata kelas lain. Sehingga, penentuan subjek penelitian dilakukan di kelas yang kemungkinan ditemukan kesulitan belajar paling tinggi dan pada tingkat pemahaman yang rendah.

Proses pengumpulan data menggunakan beberapa instrumen penelitian sebagai alat bantu mengumpulkan data. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian adalah instrumen tes diagnostik dan instrumen angket identifikasi faktor-faktor kesulitan belajar. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diadopsi dari instrumen yang telah dikembangkan oleh Lina Ariyanti [1] dan Nurri Mujiwati [8]. Uji coba instrumen, dilakukan pada siswa kelas XI IPA 3 SMAN 10 Malang. Kelas tersebut merupakan kelas *non-target* tetapi masih termasuk dalam sekolah yang sama dengan subjek penelitian. Ujicoba instrumen meliputi uji taraf kesukaran, uji daya beda soal, uji validitas butir soal, dan uji reliabilitas soal.

Pengecekan keabsahan temuan dilakukan dengan cara triangulasi data. Triangulasi data adalah teknik pemeriksaan keabsahan data yang memanfaatkan sesuatu atau faktor yang lain di luar data untuk keperluan pengecekan atau sebagai pembanding terhadap data tersebut. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Jick [6:603] tujuan dari triangulasi data adalah untuk mengecek derajat kepercayaan informasi yang diperoleh melalui tes tertulis sehingga keabsahan data lebih akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan tingkat pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik

Pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik dapat dibandingkan dengan menghitung persentase dari semua konsep pada masing-masing pemahaman. Perbandingan ini merupakan perbandingan non-korelatif, yaitu membandingkan persentase pada masing-masing pemahaman tanpa melihat kesamaan indikator pada setiap butir soal yang diperbandingkan (*non-corelative comparison*). Persentase total pada masing-masing pemahaman dihitung dengan menjumlahkan rata-rata siswa yang menjawab benar pada setiap konsep dibagi dengan skor maksimal untuk keseluruhan konsep pada soal pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik. Hasil perhitungan persentase perbandingan tingkat pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik siswa menunjukkan bahwa tingkat kedua pemahaman tersebut tergolong sangat rendah. Persentase total tingkat pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik siswa berurut-turut adalah 27,2% dan 15,8%.

Hasil analisis perbandingan tingkat pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik diperoleh fakta bahwa siswa lebih menguasai soal-soal yang bersifat konseptual dibandingkan soal-soal yang bersifat algoritmik atau hitungan, meskipun persentase jawaban benar siswa kedua konsep tersebut masih tergolong rendah. Hal tersebut dibuktikan dengan persentase jawaban benar siswa pada soal konseptual yang lebih tinggi dibandingkan dengan persentase jawaban benar pada soal algoritmik. Dengan kata lain, kemampuan siswa dalam memecahkan soal yang bersifat konseptual relatif lebih baik dibandingkan kemampuan algoritmiknya.

Persentase hubungan jawaban dengan alasan jawaban siswa pada soal konseptual

Identifikasi kesulitan siswa dapat dilihat dari hubungan jawaban dan alasan jawaban yang diberikan siswa saat mengerjakan tes diagnostik. Hubungan jawaban siswa dengan alasan jawaban yang dianalisis adalah hubungan jawaban salah dan alasan jawaban yang salah (SS). Persentase hubungan antara jawaban salah dengan alasan jawaban salah siswa pada soal konseptual dapat dilihat pada Tabel 1.

Letak kesulitan siswa pada konsep pengertian dan konsep umum hidrolisis garam adalah membedakan reaksi hidrolisis dengan reaksi ionisasi dan menentukan jenis garam yang dapat terhidrolisis berdasarkan sifat keasaman senyawa dari ion-ion penyusunnya. Hal ini sesuai dengan temuan Seçken [10] yang melaporkan bahwa siswa kesulitan menentukan garam dari ion-ion penyusunnya.

Letak kesulitan siswa pada konsep penentuan jenis-jenis reaksi hidrolisis garam adalah mengidentifikasi senyawa-senyawa yang tergolong asam kuat/lemah dan basa kuat/lemah. Kesulitan tersebut mengakibatkan siswa tidak dapat menentukan jenis reaksi hidrolisis yang terjadi pada suatu garam dengan tepat. Temuan tersebut sama dengan kesulitan yang ditemukan oleh Cros

dalam Demircioglu [4, 38] yang menyebutkan bahwa siswa tidak dapat menentukan dan mengklasifikasikan kekuatan keasaman senyawa asam atau basa yang menyusun suatu garam.

Letak kesulitan siswa pada konsep persamaan reaksi hidrolisis garam adalah menuliskan persamaan reaksi hidrolisis garam yang benar. Hal tersebut sesuai dengan temuan Quliyah [9, 82] yang menyebutkan bahwa siswa tidak dapat menentukan pH garam akibat ketidakmampuan menuliskan persamaan reaksi dengan tepat. Kesulitan tersebut mengakibatkan siswa tidak mampu membuktikan sifat keasaman suatu garam dan menentukan spesi yang membawa sifat asam atau basa pada larutan berdasarkan persamaan reaksi.

Tabel 1 Persentase Hubungan antara Jawaban Salah dengan Alasan Jawaban Salah Siswa pada Soal Konseptual

No.	Konsep	Indikator	No. Soal	Σ Siswa	Siswa yang Menjawab SS	
					Jumlah	%
1	Pengertian dan konsep umum hidrolisis garam	Menjelaskan pengertian dan konsep umum hidrolisis garam	1	68	45	66,2
			2	68	42	61,8
			3	68	43	63,2
Rata-rata						63,7
2	Penentuan jenis-jenis reaksi hidrolisis garam	Menjelaskan garam-garam yang terhidrolisis dalam air dan jenis hidrolisisnya	4	68	11	16,2
			5	68	7	10,3
			6	68	26	38,2
Rata-rata						21,6
3	Persamaan reaksi hidrolisis garam	Menuliskan persamaan reaksi hidrolisis garam dengan benar	7	68	32	47,1
			8	68	42	61,8
			9	68	49	72,1
Rata-rata						60,3
4	Penentuan sifat larutan garam hasil reaksi hidrolisis garam	Menjelaskan cara menentukan sifat larutan hasil reaksi hidrolisis garam	10	68	48	70,6
Rata-rata						70,6
5	Konsep hubungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam	Menjelaskan hubungan antara nilai K_a , K_b , dan K_h dengan sifat keasaman larutan garam	11	68	44	64,7
Rata-rata						64,7

Letak kesulitan siswa pada konsep penentuan sifat larutan garam hasil reaksi hidrolisis garam adalah menentukan sifat keasaman larutan garam berdasarkan kekuatan asam senyawa-senyawa penyusun garamnya. Kesulitan tersebut juga berhubungan dengan ketidakmampuan siswa dalam menjelaskan konsep jenis reaksi hidrolisis garam dan implikasinya terhadap sifat keasaman garam. Hal yang sama juga ditemukan oleh Quliyah [9, 82] yang dalam penelitiannya menyebutkan

bahwa siswa kesulitan dalam menentukan sifat kation dan anion garam dalam larutan. Selain itu, siswa juga terindikasi mengalami kesulitan dalam menentukan senyawa yang kation dan anion penyusun garam.

Letak kesulitan siswa pada konsep hubungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam adalah menjelaskan hubungan antara nilai K_a , K_b , dan K_h . Kesulitan tersebut disebabkan karena definisi dari K_a dan K_b belum dipahami dengan benar. Siswa juga mengalami kesulitan dalam menentukan hubungan konstanta hidrolisis garam (K_h) dengan nilai K_a dan K_b . Hal tersebut mengindikasikan bahwa siswa masih belum menguasai konsep penurunan persamaan konstanta kesetimbangan pada reaksi hidrolisis garam. Sheppard [11, 41] menyebutkan bahwa penguasaan konsep prasyarat sangat diperlukan untuk menguasai konsep selanjutnya, contohnya konsep nilai-nilai kesetimbangan asam-basa sebagai dasar penguasaan konsep stoikiometri dalam hidrolisis garam. Hal tersebut mengakibatkan penentuan sifat keasaman larutan berdasarkan hubungan nilai konstanta-konstanta tersebut menjadi kesulitan yang cukup besar bagi siswa.

Persentase hubungan jawaban dengan alasan jawaban siswa pada soal algoritmik

Persentase hubungan antara jawaban salah dengan alasan jawaban salah siswa pada soal algoritmik dianalisis dari masing-masing konsep. Persentase hubungan antara jawaban salah dengan alasan jawaban salah pada soal algoritmik dapat dilihat pada Tabel 2.

Konsep-konsep yang diukur adalah konsep stoikiometri larutan hidrolisis garam dalam penentuan massa dan pH larutan yang terbagi menjadi dua indikator yaitu menghitung dan menentukan harga pH suatu larutan garam (51,7%) dan menghitung dan menentukan massa garam atau massa senyawa penyusun garam (70,6%) serta konsep perhitungan hubungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam (52,2%).

Letak kesulitan siswa pada indikator menghitung dan menentukan harga pH suatu larutan garam adalah mengkonversi mol garam menjadi molaritas garam, menentukan rumus yang tepat untuk menghitung pH garam, dan penguasaan konsep matematis algoritmik siswa yang tergolong masih rendah. Hawkes dalam Sheppard [11, 36] juga menyebutkan bahwa konsep pH tidak dikuasai dengan baik oleh siswa karena siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami konsep persamaan rumus dan menafsirkan setiap besaran dan satuan dalam rumus tersebut.

Letak kesulitan siswa pada indikator menghitung dan menentukan massa garam atau massa senyawa penyusun garam adalah mengidentifikasi garam-garam yang memiliki perbandingan mol berbeda dan juga kesulitan mengkonversi volume larutan ke dalam rumus penentuan massa garam. Hal tersebut semakin menguatkan fakta bahwa siswa masih menghafal rumus tanpa memahami konsepnya dengan benar. Morrison et al. [7] juga menemukan kesulitan siswa dalam memahami konsep stoikiometri hidrolisis garam, yaitu kurangnya penguasaan konsep dasar dan kecenderungan siswa untuk menghafal rumus-rumus daripada menafsirkan persamaan

kesetimbangan reaksi.

Letak kesulitan siswa pada konsep perhitungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam adalah menentukan konsentrasi ion H^+ atau ion OH^- dalam mencari nilai K_a berdasarkan harga pH yang diberikan dan menentukan rumus yang tepat yang menggambarkan hubungan antara nilai K_a , K_b , dan K_h . Hal ini menunjukkan bahwa konsep pH masih terbatas pada penjelasan secara algoritmik saja. Chiu [2, 21] menyebutkan bahwa kebanyakan guru lebih cenderung mengajarkan bagian algoritmik dalam menjelaskan konsep pH daripada menekankan konsepnya lebih dalam.

Tabel 2 Persentase Hubungan antara Jawaban Salah dengan Alasan Jawaban Salah Siswa pada Soal Algoritmik

No.	Konsep	Indikator	No. Soal	Σ Siswa	Siswa yang Menjawab SS	
					Jumlah	%
1	Stoikiometri larutan hidrolisis garam dalam penentuan massa dan pH larutan	Menghitung dan	12	68	39	57,4
		menentukan harga pH	13	68	31	45,6
		suatu larutan	14	68	39	57,4
		garam	15	68	37	54,4
			16	68	33	48,5
			17	68	32	47,1
		Rata-rata				51,7
		Menghitung dan	18	68	42	61,8
		menentukan massa garam atau massa senyawa penyusun garam	19	68	54	79,4
		Rata-rata				70,6
2	Konsep perhitungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam	Menjelaskan konsep dan	20	68	36	52,9
		perhitungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam	21	68	35	51,5
		Rata-rata				52,2

Deskripsi faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar siswa

Identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar siswa menggunakan prosentase angket. Jumlah angket yang disebar disesuaikan dengan jumlah siswa sebagai responden dari kelas yang diteliti. Siswa yang menjadi responden merupakan siswa kelas XI IPA di SMAN 10 Malang yang telah menerima materi hidrolisis garam pada tahun ajaran 2014/2015 semester

genap. Penyebaran angket dilakukan pada saat jam pelajaran dan pengerjaannya diawasi oleh peneliti sehingga data angket memiliki kredibilitas yang tinggi dan benar-benar menggambarkan pikiran siswa saat itu. Persentase faktor-faktor penyebab kesulitan siswa dalam memahami materi hidrolisis garam dapat dilihat pada Tabel 3.

Faktor yang bersumber dari dalam diri siswa (internal) memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap kesulitan siswa dalam mempelajari materi hidrolisis garam dibandingkan dengan faktor yang berasal dari luar diri siswa (eksternal). Beberapa faktor yang dominan terjadi pada siswa ditunjukkan oleh besarnya persentase siswa yang mengalami kesulitan, antara lain faktor kebiasaan belajar yang tidak teratur (40,4%). Faktor yang paling dominan yang terjadi pada siswa adalah faktor kebiasaan belajar yang tidak teratur. Hal ini disebabkan karena tuntutan tugas pelajaran yang dibebankan kepada siswa terlalu banyak. Sehingga, siswa seringkali hanya belajar pada saat akan ulangan saja.

Tabel 3 Persentase Faktor-faktor Penyebab Kesulitan Siswa dalam Memahami Materi Hidrolisis Garam

No.	Jenis Faktor	Indikator Penyebab Kesulitan Belajar Siswa	No. Soal	Persentase Siswa
1.	Internal	Rendahnya minat siswa terhadap mata pelajaran kimia khususnya pada materi hidrolisis garam	1	2,0
		Rendahnya kemampuan awal (prasyarat) yang dimiliki siswa	2	11,1
		Kebiasaan belajar siswa yang tidak teratur (pendisiplinan diri)	3	40,4
		Rendahnya kemampuan siswa dalam materi hitungan (operasi matematis)	4	9,1
		Rendahnya kemampuan dalam menentukan dan menggunakan rumus kimia	5	22,2
		Rendahnya kemampuan menghafal beberapa konsep atau deskripsi materi kimia	6	28,3
		Rendahnya kemampuan siswa memahami dan mengerjakan soal bertingkat	7	18,2
		Rendahnya ketelitian siswa dalam mengerjakan suatu soal	8	15,2
		Rata-rata		18,3
2.	Eksternal	Tidak adanya dukungan keluarga dalam proses pembelajaran siswa	9	6,1
	1	Penjelasan dan respon guru yang kurang	10	7,1

baik dalam proses pengajaran		
Minimnya ketersediaan sarana dan prasarana sekolah yang mendukung kegiatan pembelajaran	11	17,2
Tidak adanya teman diskusi atau kelompok belajar siswa	12	37,4
Rata-rata		17,0

Karakteristik materi hidrolisis garam yang terdiri atas konsep-konsep yang kompleks dan saling terkait serta konsep hitungan stoikiometris menjadikan materi hidrolisis garam sulit untuk dipelajari jika hanya dilakukan sesekali saja dalam waktu yang singkat. Proses pembelajaran materi ini harus dilakukan berulang-ulang dan konsisten untuk dapat memantapkan konsep-konsep yang harus dikuasai. Kekonsistenan siswa dalam belajar menentukan tingkat pemahaman siswa. Hal inilah yang menjadikan siswa sulit untuk mendisiplinkan diri untuk tetap konsisten dalam mempelajari kimia, khususnya pada materi hidrolisis garam.

Sementara itu, faktor terbesar yang mempengaruhi kesulitan belajar siswa dalam memahami materi hidrolisis garam yang bersumber dari luar diri siswa (eksternal) adalah tidak adanya kelompok belajar yang dapat dijadikan sebagai wadah berdiskusi (37,4%). Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih kesulitan dalam menemukan teman untuk berdiskusi dan belajar bersama. Fakta tersebut mengindikasikan bahwa sifat kooperatif dan sosial siswa masih tergolong rendah. Siswa lebih cenderung untuk belajar materi hidrolisis garam sendiri dibandingkan berdiskusi bersama siswa lain untuk bertukar pikiran memahami satu sama lain. Siswa bahkan mengaku lebih nyaman belajar dengan guru les privat rutin datang ke rumah siswa untuk belajar. Hal ini tentu berpengaruh pada kesulitan belajar yang dialami siswa selama mempelajari materi ini, sebab dengan belajar berkelompok siswa dapat saling membantu memahami materi antara satu siswa dengan siswa yang lain.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Tingkat pemahaman konseptual siswa kelas XI SMAN 10 Malang pada materi hidrolisis garam tergolong sangat rendah, yaitu sekitar 27,2% siswa yang memahami konsep-konsep dalam materi hidrolisis garam,
- (2) Tingkat pemahaman algoritmik siswa kelas XI SMAN 10 pada materi hidrolisis garam tergolong sangat rendah, yaitu sekitar 15,8% siswa yang mampu melakukan operasi matematis dengan benar dan teliti dalam menentukan rumus yang tepat pada perhitungan dan stoikiometri larutan,

(3) Kesulitan siswa dalam mempelajari materi hidrolisis garam pada masing-masing konsep adalah sebagai berikut: (a) kesulitan yang dialami siswa pada konsep pengertian dan konsep umum hidrolisis garam meliputi kesulitan dalam membedakan reaksi hidrolisis dengan reaksi ionisasi, dan menentukan jenis garam yang dapat terhidrolisis berdasarkan sifat keasaman senyawa penyusunnya, (b) kesulitan yang dialami siswa pada konsep penentuan jenis-jenis reaksi hidrolisis garam meliputi kesulitan dalam mengidentifikasi senyawa-senyawa yang tergolong asam kuat/lemah dan basa kuat/lemah sehingga siswa tidak dapat menentukan jenis reaksi hidrolisis yang terjadi pada suatu garam dengan tepat, (c) kesulitan yang dialami siswa pada konsep persamaan reaksi hidrolisis garam meliputi kesulitan dalam menentukan kation atau anion garam yang dapat terhidrolisis dan menuliskan persamaan reaksi yang tepat untuk membuktikan sifat keasaman larutan, (d) kesulitan yang dialami siswa pada konsep penentuan sifat larutan garam hasil reaksi hidrolisis garam meliputi kesulitan dalam menentukan sifat keasaman larutan garam berdasarkan kekuatan asam senyawa-senyawa penyusun garamnya dan menjelaskan konsep jenis reaksi hidrolisis garam dan implikasinya terhadap sifat keasaman garam, (e) kesulitan yang dialami siswa pada konsep hubungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam meliputi kesulitan dalam menjelaskan hubungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam yang disebabkan pemahaman dalam menjelaskan definisi K_a dan K_b yang rendah, (f) kesulitan yang dialami siswa pada konsep stoikiometri larutan hidrolisis garam dalam penentuan massa dan pH larutan terbagi ke dalam dua indikator utama. Kesulitan yang dialami siswa pada indikator menghitung dan menentukan harga pH suatu larutan garam meliputi kesulitan dalam mengkonversi mol garam menjadi besaran molaritas garam, menentukan rumus yang tepat untuk menentukan pH garam, dan menerapkan operasi matematis yang tepat untuk menyelesaikan soal perhitungan kimia. Kesulitan yang dialami siswa pada indikator menghitung dan menentukan massa garam dan massa senyawa penyusun garam meliputi kesulitan dalam mengidentifikasi garam yang memiliki perbedaan perbandingan mol atau bilangan ionisasi > 1 , dan mengkonversi volume larutan dalam rumus penentuan massa garam, (g) kesulitan yang dialami siswa pada konsep perhitungan nilai K_a , K_b , dan K_h dalam hidrolisis garam meliputi kesulitan dalam menentukan konsentrasi ion H^+ atau ion OH^- dalam mencari nilai K_a berdasarkan harga pH yang diberikan, dan menentukan rumus persamaan hubungan antara K_a , K_b , dan K_h yang tepat, dan

(4) Hasil analisis penelitian menunjukkan faktor yang paling besar penyebab kesulitan siswa dalam belajar materi hidrolisis garam adalah faktor internal siswa, yaitu faktor rendahnya kemampuan pendisiplinan diri untuk belajar (40,4%), faktor rendahnya kemampuan memahami dan menghafal beberapa konsep atau deskripsi materi kimia (28,3%), dan faktor rendahnya kemampuan dalam menentukan dan menggunakan rumus kimia (22,2%). Sementara itu, faktor terbesar yang mempengaruhi kesulitan belajar siswa dalam memahami materi hidrolisis garam yang bersumber dari luar diri siswa (eksternal) adalah tidak adanya kelompok belajar yang dapat

dijadikan sebagai wadah berdiskusi (37,4%). Tidak adanya kelompok belajar siswa disebabkan karena siswa lebih cenderung untuk belajar sendiri di rumah atau belajar dengan guru les secara privat dibandingkan belajar berkelompok dengan teman-temannya.

DAFTAR RUJUKAN

- Ariyanti, L. 2011. *Identifikasi Pemahaman Siswa Kelas XI IPA MAN 3 Malang Tahun Ajaran 2010/2011 pada Konsep Hidrolisis Garam*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Program Pendidikan Kimia Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Chiu, M. H. 2001. *Algorithm Problem Solving and Conceptual Understanding of Chemistry by Students at a Local High School in Taiwan*. Proceeding National Science Council ROC(D). 11(1).
- Costu, B. 2010. *Algorithm, Conceptual and Graphical Chemistry Problems: A Revisited Study*. Asian journal of Chemistry. 8(22).
- Demircioglu, G. 2009. *Comparison of the Effects of Conceptual Change Texts Implemented After and Before Instruction on Secondary School Students' Understanding of Acid-base Concepts*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching. 5(2).
- Dimiyati & Mudjiono. 1994. *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Jick, T. D. 1979. *Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action*. Cornell University-Administrative Science Quarterly. 24(1).
- Morrison, O. 2012. *Algorithmic Problem Solvers Or Conceptual Thinkers: Which is More Favored in CCNY's Chemistry Courses? Peer-Led Team Learning: Leader Training*. Progressions: The Peer-Led Team Learning Project Newsletter. 3(2).
- Mujiwati, N. 2014. *Identifikasi Pemahaman Konsep Materi Hidrolisis Garam Siswa Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Mejayan Kabupaten Madiun Tahun Ajaran 2013/2014*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Program Pendidikan Kimia Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Quliyah, B. 2012. *Identifikasi Persepsi Konsep Sukar dan Salah Konsep Hidrolisis pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 5 Malang*. Skripsi tidak dipublikasikan. Malang: Program Pendidikan Kimia Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Seçken, N & Alşan, E. U. 2011. *The Effect of Constructivist Approach on Students' Understanding of The Concepts Related to Hydrolysis*. Procedia Social and Behavioral Sciences. (15).
- Sheppard, K. 2006. *High School Students' Understanding of Titration and Related Acid-Base Phenomena*. Educational Research. 7(1).
- Treagust, D. F. 2006. *Diagnostic Assessment in Science as a Means to Improving Teaching, Learning and Retention*. Curtin University of Technology Publication, Australia.
- Yilmaz, A., Tuncer, G. & Alp E. 2007. *An Old Subject with Recent Evidence from Turkey*. World Applied Journal ISSN 1818-4952 Idosi Publication. 2(4).

**IDENTIFIKASI PEMAHAMAN KONSEP SISWA SMA NEGERI SE-KOTA MALANG
PADA MATERI LARUTAN PENYANGGA MENGGUNAKAN
INSTRUMEN DIAGNOSTIK *TWO-TIER***

Mar'atus Solihah^{a,*}, Habiddin^a, dan Sri Rahayu^a

^a Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Kota Malang 65145

*Corresponding author's email: maratussolihah.himafo489@gmail.com

ABSTRAK: Pemahaman konsep siswa umumnya hanya dapat diidentifikasi menggunakan instrumen diagnostik. Salah satu instrumen yang dapat mengidentifikasi pemahaman konsep sekaligus mendeteksi miskonsepsi yang mungkin dimiliki oleh siswa adalah instrumen diagnostik *Two-Tier*. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen diagnostik *Two-Tier* dan mengidentifikasi pemahaman konsep dan miskonsepsi siswa Kelas XI SMA Negeri se-Kota Malang pada materi Larutan Penyangga menggunakan instrumen tersebut. Penelitian ini dilakukan terhadap 298 siswa SMA Negeri se-Kota Malang yang dipilih secara *non-probability sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa Kelas XI SMA Negeri se-Kota Malang pada materi larutan penyangga tergolong rendah. Sejumlah miskonsepsi siswa yang diidentifikasi umumnya disebabkan kurangnya pemahaman pada konsep prasyarat larutan penyangga.

Kata kunci: pemahaman konsep, miskonsepsi, instrumen diagnostik *two-tier*, larutan penyangga

ABSTRACT: Basically, students' understandings of chemical concepts can only be identified by using a diagnostic instrument. Diagnostic instrument two-tier has been one of the most common instruments preferred in identifying students' understanding along with their misconceptions in particular. The objectives of this study are to develop a two-tier diagnostic instrument on the concept of buffer solution and use this instrument to identify students' understandings. The participants were 298 Grade 11 students from seven different senior high schools in Malang. The study revealed that many students harboured inadequate understandings of the buffer solution concept. In addition, some students' misconceptions are uncovered. Their misconceptions generally caused by their insufficient prior knowledge of this concept.

Keywords: understanding, misconception, buffer solution, two-tier diagnostic instrument

PENDAHULUAN

Ilmu kimia memiliki karakteristik abstrak, kompleks, dan berjenjang sehingga siswa merasa sukar dalam memahami konsep-konsep di dalamnya. Dengan karakteristik tersebut yang disertai adanya batasan waktu dalam mempelajarinya [4], siswa cenderung membangun konsepsinya sendiri. Apabila konsepsi tersebut belum sesuai dengan pandangan umum yang diterima masyarakat ilmiah, maka perbedaan tersebut dinamakan miskonsepsi [10].

Salah satu konsep yang dianggap sukar oleh siswa adalah konsep larutan penyangga. Menurut Orgill & Sutherland [11], untuk memahami larutan penyangga, siswa harus memahami konsep-

konsep di dalamnya secara makroskopis, mikroskopis, dan simbolik sehingga dapat memahami dan mengintegrasikannya. Pembelajaran kimia selama ini umumnya menekankan pada kimia pada aspek algoritmik atau simbolik tanpa mengintegrasikan ketiga aspek tersebut secara utuh. Akibatnya, mayoritas siswa tidak memahami konsep-konsep kimia secara menyeluruh.

Penyebab kesulitan siswa yang lain adalah kurangnya pengetahuan awal atau prasyarat dalam mempelajari konsep larutan penyangga [8]. Konsep yang terlibat dan harus dikuasai dengan baik sebelum mempelajari konsep larutan penyangga adalah prinsip pengionan, kesetimbangan kimia, konsep pH, dan teori asam-basa Bronsted-Lowry. Pada kenyataannya, dalam memahami konsep-konsep prasyarat tersebut masih banyak siswa yang mengalami kesulitan. Bayrak [1] menyatakan bahwa ketika siswa merasa mengalami kesulitan dalam mempelajari konsep asam-basa, mereka juga merasa kesulitan dalam mempelajari konsep yang berhubungan dengan asam-basa.

Pada penelitian sebelumnya ditemukan beberapa miskonsepsi pada materi larutan penyangga [11] dan pemahaman yang rendah pada aspek mikroskopis [12]. Kesulitan-kesulitan yang menyebabkan terjadinya miskonsepsi siswa akan berdampak serius pada pembelajaran berikutnya. Hal ini sesuai dengan Gonen & Kocakaya [5] yang menyatakan bahwa jika suatu miskonsepsi tidak dapat diperbaiki maka akan membebani proses pemahaman siswa pada konsep baru atau konsep selanjutnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu instrumen yang mampu mengidentifikasi pemahaman dan miskonsepsi siswa agar dapat segera dilakukan penanganan yang tepat.

Salah satu instrumen diagnostik yang telah banyak digunakan untuk mengidentifikasi pemahaman sekaligus miskonsepsi siswa adalah *two-tier*. Karakteristik yang membedakan instrumen ini dengan tes pilihan ganda biasa (*multiple choice*) adalah terdapat dua lapis (*tier*) pilihan. *Tier* pertama terdiri atas pilihan jawaban, sedangkan *tier* kedua berisi pilihan alasan jawaban. Pilihan jawaban yang alasan salah (*distraktor*) pada *tier* kedua diperoleh dari miskonsepsi siswa yang sesungguhnya, dan dapat berasal dari pengkajian literatur, wawancara, dan tes terbuka [13,14].

Beberapa penelitian telah membuktikan efisiensi instrumen diagnostik *two-tier* diantaranya Tuysuz [15] yang menyatakan bahwa instrumen diagnostik *two-tier* efisien untuk menentukan miskonsepsi siswa serta dapat digunakan sebagai alternatif dari penggunaan tes pilihan ganda biasa. Efisiensi instrumen pilihan ganda ini dapat memberikan hasil yang signifikan terhadap evaluasi kemampuan pemahaman konsep dan identifikasi miskonsepsi siswa pada materi tertentu dan terbatas [2].

Instrumen diagnostik *Two-Tier* yang digunakan untuk mengukur pemahaman dan mengidentifikasi miskonsepsi siswa SMA telah dikembangkan dalam beberapa materi kimia diantaranya: (1) konsep energi ionisasi dalam penelitian Tan, Taber, Goh, & Chia [13]; (2) konsep

reaksi kimia dalam penelitian Chandrasegaran, Treagust, dan Mocerino [2]; (3) konsep Pemisahan Zat dalam penelitian Tuysuz [15], dan (4) konsep Asam-Basa dalam penelitian Bayrak [1]. Secara umum instrumen yang telah dikembangkan memiliki kriteria cukup dan baik secara validitas dan reliabilitas. Untuk instrumen diagnostik *two-tier* pada materi larutan penyangga yang sudah pernah tersedia diantaranya pada penelitian Marsita [8] dan Kurniawan [7] dengan subyek yang diteliti masing-masing hanya sebatas siswa di satu sekolah saja. Oleh karena itu pada penelitian ini dengan merujuk pada penelitian sebelumnya, dilakukan perluasan subyek penelitian, yaitu siswa SMA Negeri se-Kota Malang.

Berdasarkan hal-hal yang telah diuraikan, perlu adanya penelitian tentang penggunaan instrumen diagnostik *two-tier* untuk mengidentifikasi pemahaman konsep siswa Kelas XI SMA Negeri Se-Kota Malang pada materi larutan penyangga. Dalam penelitian ini, dilakukan pengembangan instrumen diagnostik *two-tier* pada materi larutan penyangga. Hasil dari pengembangan tersebut digunakan untuk mengidentifikasi pemahaman konsep dan miskonsepsi siswa Kelas XI di SMA Negeri se-Kota Malang pada materi tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif. Populasi pada penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA SMA Negeri se-Kota Malang sebanyak 1.781 siswa dan waktu pelaksanaannya pada semester genap 2013-2014 yaitu pada Bulan Mei. Pengambilan sampel menggunakan *non-probability sampling*, dimana setiap anggota dalam populasi tidak memiliki peluang yang sama untuk dipilih menjadi anggota sampel. Sampel yang digunakan adalah sampel dari total populasi, dimana sampel diambil di tiap sekolah yang dipilih. Dari populasi 10 sekolah, diambil 7 sekolah sampel untuk memenuhi jumlah sampel yang ditentukan yaitu sebanyak 298 siswa. Untuk subyek uji coba, diambil 125 siswa bukan sampel.

Instrumen yang dikembangkan dan digunakan adalah instrumen diagnostik *two-tier*. Instrumen yang terdiri dari 33 soal ini mampu untuk mengukur pemahaman dan miskonsepsi siswa pada 6 konsep materi larutan penyangga, yaitu konsep fungsi larutan penyangga, komposisi, pembuatan, cara kerja, perhitungan *pH*, dan kapasitas larutan penyangga.

Pengembangan instrumen diagnostik *two-tier* ini melalui beberapa tahapan. Pertama, menentukan cakupan konsep yang diteliti yang divisualisasikan dalam bentuk peta konsep. Kedua, melakukan kajian literatur miskonsepsi melalui penelitian-penelitian sebelumnya. Ketiga, menyusun dan menyebarkan tes terbuka dengan melibatkan ± 200 siswa bukan sampel. Proses ini didukung dengan wawancara semi-terstruktur dengan 10 siswa yang berbeda.

Keempat, menyusun instrumen diagnostik *two-tier* materi larutan penyangga, dimana setiap

soal memiliki 2-5 alternatif jawaban (*tier* pertama) dan 3-6 alternatif alasan pemilihan jawaban (*tier* kedua). Kelima, validasi isi instrumen yang telah disusun. Proses ini melibatkan empat validator ahli meliputi dua dosen dan dua guru kimia SMA. Keenam, uji coba instrumen pada 125 siswa bukan sampel. Terakhir, verifikasi instrumen dari hasil uji coba.

Hasil dari pengembangan instrumen diagnostik *two-tier* ini digunakan untuk identifikasi pemahaman dan miskonsepsi siswa Kelas XI SMA Negeri se-Kota Malang. Data yang diperoleh dianalisis dengan beberapa teknik sebagai berikut. Pertama, mengoreksi jawaban siswa dengan berpedoman pada kunci jawaban. Kedua, tabulasi data butir soal yang meliputi *coding* dan memberlakukan kriteria penskoran yang sama untuk seluruh butir soal. Ketiga, menentukan pemahaman setiap siswa terhadap materi larutan penyangga. Terakhir, menentukan jenis-jenis miskonsepsi dan jumlah siswa yang mengalaminya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis data, tidak ada siswa yang memiliki pemahaman yang sangat baik pada konsep larutan penyangga. Sebagian besar siswa, yaitu sebesar 46,65% memiliki pemahaman yang rendah. Siswa yang memiliki pemahaman baik, cukup, dan sangat rendah berturut-turut adalah 6,71%, 38,59%, dan 8,05%. Berikut ini disajikan tabel tentang pemahaman siswa pada konsep larutan penyangga.

Tabel Pemahaman Siswa pada Konsep Larutan Penyangga

Pemahaman Siswa	Jumlah Siswa (%)
Sangat Baik	0,00
Baik	6,71
Cukup	38,59
Rendah	46,65
Sangat Rendah	8,05

Pemahaman siswa terhadap konsep fungsi larutan penyangga tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 92,95%. Pemahaman siswa pada konsep komposisi larutan penyangga tergolong sangat rendah yaitu sebesar 13,43%. Pada konsep pembuatan larutan penyangga, pemahaman siswa tergolong cukup yaitu sebesar 44,47%. Selanjutnya, pemahaman siswa terhadap konsep cara kerja larutan penyangga tergolong sangat rendah yaitu sebesar 6,38%. Sebanyak 25,05% dari siswa yang menjawab benar pada konsep kapasitas larutan penyangga, yang menunjukkan pemahaman siswa pada konsep tersebut tergolong rendah. Pada konsep *pH* larutan penyangga, pemahaman siswa terhadap konsep ini tergolong rendah yaitu sebesar 31,38%.

Didalam penelitian ini ditemukan beberapa miskonsepsi siswa. Pada konsep komposisi larutan penyangga, terdapat empat jenis miskonsepsi yaitu: (1) 1,68% siswa menganggap bahwa komponen larutan penyangga asam atau basa terdiri dari asam atau basa lemah dan garamnya,

dimana garamnya adalah sama dengan asam/ basa konjugat; (2) 5,71% siswa menganggap bahwa komponen larutan penyangga asam atau basa terdiri dari asam atau basa lemah dan kation dari basa kuat atau anion dari asam kuat; (3) 2,68% siswa menganggap bahwa berdasarkan ilustrasi partikel dasar pada larutan penyangga asam atau basa, asam lemah terionisasi sempurna dan garam dari asam atau basa lemah terdisosiasi sempurna; dan (4) 3,69% siswa menganggap bahwa berdasarkan ilustrasi partikel dasar pada larutan penyangga asam atau basa, asam lemah terionisasi sebagian dan garam dari asam atau basa lemah terdisosiasi sebagian.

Pada konsep pembuatan larutan penyangga, ditemukan sebanyak 17,45% siswa mengalami miskonsepsi yaitu siswa menganggap bahwa campuran yang menghasilkan larutan penyangga asam atau basa adalah campuran larutan yang pada saat setimbang dihasilkan kelebihan asam lemah dan garam yang dianggap sebagai basa atau asam konjugat. Sedangkan pada konsep cara kerja larutan penyangga, ditemukan miskonsepsi yaitu siswa menganggap bahwa penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat pada larutan penyangga asam atau basa tidak menggeser kesetimbangan kimia dalam larutan tersebut sehingga *pH*-nya dapat dipertahankan. Siswa yang mengalami miskonsepsi tersebut sebanyak 7,72% siswa dari sampel.

Pada konsep *pH* larutan penyangga, terdapat dua jenis miskonsepsi yang ditemukan. Pertama, sebanyak 18,46% siswa menganggap bahwa konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam/basa lemah dan garamnya. Kedua, sebanyak 2,01% siswa menganggap konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam lemah dan basa kuat, dan konsentrasi OH^- dipengaruhi oleh rasio konsentrasi basa lemah dan asam kuat.

Konsep Fungsi Larutan Penyangga

Fungsi larutan penyangga yaitu dapat mempertahankan nilai *pH* pada penambahan sedikit asam atau penambahan sedikit basa. Konsep ini ada pada soal *two-tier* materi larutan penyangga nomor 1. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa yang telah dipaparkan, diperoleh temuan pemahaman siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri se-Kota Malang pada konsep fungsi larutan penyangga tergolong sangat baik dengan persentase sebesar 92,95%. Hal ini didukung dengan tidak ditemukannya miskonsepsi pada fungsi larutan penyangga. Hasil tersebut sejalan dengan temuan Orgill & Sutherland [11] yaitu semua siswa memahami bahwa larutan penyangga adalah larutan yang dapat mempertahankan nilai *pH* walau ditambah sedikit asam atau basa.

Konsep Komposisi Larutan Penyangga

Pada larutan penyangga asam, komponen utama penyusunnya adalah asam lemah dan basa konjugatnya. Sedangkan pada larutan penyangga basa, komponen utama penyusunnya adalah basa lemah dan asam konjugatnya. Di dalam larutan, asam atau basa lemah terionisasi sebagian, sedangkan garam dari asam-atau basa lemah terdisosiasi sempurna. Konsep ini ada pada pasangan

soal *two-tier* materi larutan penyangga nomor 2 & 3; nomor 4 & 5; dan nomor 6 & 7. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa, diketahui bahwa pemahaman siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri se-Kota Malang pada konsep komposisi larutan penyangga rata-rata tergolong sangat rendah dengan persentase sebesar 13,43%. Karena siswa tidak memahami aspek mikroskopis larutan penyangga, hal ini sesuai dengan temuan Orgill & Sutherland [11] bahwa siswa kesulitan untuk memvisualisasikan larutan penyangga dalam skala mikroskopis.

Pada konsep ini, ditemukan beberapa miskonsepsi diantaranya sebanyak 1,68% siswa menganggap bahwa komponen larutan penyangga asam atau basa terdiri dari asam atau basa lemah dan garamnya, dimana garamnya adalah sama dengan asam/ basa konjugat. Sejumlah siswa menyamakan antara garam dengan konjugat dari asam/basa lemahnya tidak memahami adanya perbedaan kedua komponen tersebut. Penyamaan ini dimungkinkan terjadi karena pada soal perhitungan pH larutan penyangga, mol garam umumnya sama dengan mol konjugat dari asam/basa lemahnya karena koefisiennya sama, sehingga miskonsepsi tersebut terjadi.

Sebanyak 5,71% siswa menganggap bahwa komponen larutan penyangga asam atau basa terdiri dari asam atau basa lemah dan kation dari basa kuat atau anion dari asam kuat. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kurniawan [7] yang menemukan bahwa siswa menganggap larutan penyangga terdiri atas asam kuat dan basa konjugasinya atau basa kuat dan asam konjugasinya. Konsep yang benar menurut Jespersen dalam bukunya [6] adalah komposisi larutan penyangga terdiri dari asam Bronsted yang lemah dan basa konjugatnya. Adanya miskonsepsi tersebut dimungkinkan siswa tidak memahami prinsip larutan penyangga yang didasarkan pada teori asam-basa Bronsted-Lowry.

Konsep Pembuatan Larutan Penyangga

Larutan penyangga dapat dibuat dengan mencampurkan asam atau basa lemah dan garamnya. Cara lain yaitu dengan mereaksikan asam lemah berlebih dengan basa kuat atau basa lemah berlebih dengan asam kuat. Konsep ini ada pada soal *two-tier* materi larutan penyangga pasangan nomor 8 & 9 dan pasangan nomor 10 & 11. Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa, diperoleh temuan pemahaman siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri se-Kota Malang pada konsep pembuatan larutan penyangga rata-rata tergolong cukup dengan persentase sebesar 44,47%.

Pada konsep ini, ditemukan miskonsepsi yaitu sebanyak 17,45% siswa menganggap bahwa campuran yang menghasilkan larutan penyangga asam atau basa adalah campuran larutan yang pada saat setimbang dihasilkan kelebihan asam lemah dan garam yang dianggap sebagai basa atau asam konjugat. Sejumlah siswa yang menyamakan antara garam dengan konjugat dari asam/basa lemahnya tidak memahami adanya perbedaan kedua komponen tersebut. Hal ini dimungkinkan karena pada soal perhitungan pH larutan penyangga, mol garam umumnya sama dengan mol konjugat dari asam/basa lemahnya karena koefisiennya sama, sehingga miskonsepsi tersebut dapat

terjadi. Konsep yang benar menurut Jespersen [6] dan Chang [3] adalah berdasarkan prinsip Le Chatelier, basa konjugat yang ada di dalam larutan penyangga dihasilkan dari disosiasi sempurna garam dari asam lemah sehingga ionisasi asam lemah ditekan oleh ion senama yaitu basa konjugat. Jadi, pada larutan penyangga asam, garam tidak sama dengan basa konjugat tetapi basa konjugat yang ada di dalam larutan adalah hasil disosiasi sempurna garam dari asam lemah.

Miskonsepsi lainnya adalah sebanyak 2,68% siswa menganggap bahwa berdasarkan ilustrasi partikel pada larutan penyangga asam atau basa, asam lemah terionisasi sempurna dan garam dari asam atau basa lemah terdisosiasi sempurna. Miskonsepsi tersebut dapat terjadi karena siswa tidak memahami konsep larutan elektrolit dan non-elektrolit. Konsep yang benar adalah asam atau basa lemah termasuk larutan elektrolit lemah sehingga terionisasi sebagian dalam larutan, sedangkan garam dari asam atau basa lemah termasuk larutan elektrolit kuat sehingga terdisosiasi sempurna dalam larutan. Hal lain yang dapat menyebabkan miskonsepsi ini dimungkinkan karena siswa kesulitan dalam memahami soal mikroskopis.

Selanjutnya sebanyak 3,69% siswa menganggap bahwa berdasarkan ilustrasi partikel dasar pada larutan penyangga asam atau basa, asam lemah terionisasi sebagian dan garam dari asam atau basa lemah terdisosiasi sebagian. Miskonsepsi ini juga terjadi pada siswa dimungkinkan karena siswa tidak memahami konsep ionisasi. Seharusnya, asam lemah atau basa lemah terionisasi sebagian karena merupakan larutan elektrolit lemah, sedangkan garam terdisosiasi sempurna.

Konsep Cara Kerja Larutan Penyangga

Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa, diperoleh temuan pemahaman siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri se-Kota Malang pada konsep cara kerja larutan penyangga rata-rata tergolong sangat rendah yaitu sebesar 6,38%. Hal ini dimungkinkan karena rata-rata siswa tidak menerapkan konsep kesetimbangan kimia pada materi larutan penyangga, yaitu prinsip pergeseran kesetimbangan pada reaksi asam lemah atau basa lemah. Temuan ini sejalan dengan penelitian Orgill & Sutherland [11] yang menyatakan bahwa baik pada materi kesetimbangan kimia maupun larutan penyangga diajarkan dari segi simbolik pada kali pertama. Oleh karena guru fokus pada perhitungan larutan penyangga saat pembelajaran maupun penilaian, hal tersebut menyebabkan siswa mengalami kesulitan saat diberi permasalahan tentang cara kerja larutan penyangga.

Pada konsep ini, ditemukan miskonsepsi sebanyak 7,72% siswa yang menganggap bahwa penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat pada larutan penyangga asam atau basa tidak menggeser kesetimbangan kimia dalam larutan tersebut sehingga *pH*-nya dapat dipertahankan. Sejumlah siswa menganggap di dalam larutan penyangga tidak ada pergeseran kesetimbangan. Hal ini dimungkinkan karena siswa tidak memahami adanya hubungan antar-konsep tersebut sehingga siswa cenderung belajar tidak menggunakan konsep kesetimbangan pada materi larutan penyangga. Konsep yang benar adalah jika penambahan sedikit asam kuat ke dalam larutan penyangga asam

dilakukan, maka ion H_3O^+ akan menggeser kesetimbangan asam lemah ke arah reaktan sedangkan jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan relatif tetap, jumlah komponen asam lemah bertambah, dan jumlah komponen basa konjugatnya berkurang sehingga *pH* larutan penyangga asam tersebut dapat dipertahankan. Sedangkan jika ke dalam larutan penyangga asam ditambahkan sedikit basa kuat, maka ion OH^- akan menggeser kesetimbangan asam lemah ke arah produk sedangkan jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan relatif tetap, jumlah komponen asam lemah berkurang, dan komponen basa konjugatnya bertambah sehingga *pH* larutan penyangga asam tersebut dapat dipertahankan.

Pada larutan penyangga basa, jika ke dalam larutan penyangga basa ditambahkan sedikit asam kuat, maka ion H_3O^+ akan menggeser kesetimbangan basa lemah ke arah produk sedangkan jumlah ion OH^- di dalam larutan relatif tetap, jumlah komponen basa lemah berkurang, dan jumlah komponen asam konjugatnya bertambah sehingga *pH* larutan penyangga basa tersebut dapat dipertahankan. Sedangkan jika ke dalam larutan penyangga basa ditambahkan sedikit basa kuat, maka ion OH^- akan menggeser kesetimbangan basa lemah ke arah reaktan sedangkan jumlah ion OH^- di dalam larutan relatif tetap, jumlah komponen basa lemah bertambah, dan komponen asam konjugatnya berkurang sehingga *pH* larutan penyangga basa tersebut dapat dipertahankan.

Konsep *pH* Larutan Penyangga

Berdasarkan hasil analisis jawaban siswa, diperoleh temuan pemahaman siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri se-Kota Malang pada konsep *pH* larutan penyangga rata-rata tergolong rendah yaitu sebesar 31,38%. Pada konsep ini, ditemukan beberapa miskonsepsi diantaranya sebanyak 18,46% siswa menganggap bahwa konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam lemah dan garamnya, konsentrasi OH^- dipengaruhi oleh rasio konsentrasi basa lemah dan garamnya. Penemuan ini sejalan dengan temuan Kurniawan [7] yang menyatakan adanya miskonsepsi siswa yaitu $[\text{H}^+]$ dan $[\text{OH}^-]$ larutan penyangga dipengaruhi perbandingan konsentrasi asam lemah/basa lemah dan garamnya. Miskonsepsi lain yaitu sebanyak 2,01% siswa menganggap bahwa konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam lemah dan basa kuat, dan konsentrasi OH^- dipengaruhi oleh rasio konsentrasi basa lemah dan asam kuat. Seharusnya konsep yang benar adalah konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam lemah dan basa konjugatnya, sedangkan konsentrasi OH^- dipengaruhi oleh rasio konsentrasi basa lemah dan asam konjugatnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengembangan Instrumen Diagnostik *Two-Tier* Materi Larutan Penyangga, serta hasil analisis data pemahaman dan miskonsepsi siswa Kelas XI IPA di SMA Negeri se-Kota Malang pada materi larutan penyangga pada penelitian ini, ada beberapa kesimpulan yang dapat ditarik. Pertama, Instrumen Diagnostik *Two-Tier* Materi Larutan Penyangga yang telah

dikembangkan terdiri dari 33 butir soal dengan 2-5 alternatif jawaban dan 3-6 alternatif alasan pemilihan jawaban. Berdasarkan hasil perhitungan validitas isi oleh 4 validator, instrumen ini dinyatakan valid secara isi dan layak digunakan untuk penelitian setelah melalui proses revisi atas saran dari validator. Berdasarkan hasil verifikasi instrumen melalui uji coba, didapatkan rhitung berkisar pada rentang -0,095 s.d. 0,395. Jika dibandingkan dengan r_{tabel} , terdapat 13 soal dinyatakan tidak valid dan 20 soal dinyatakan valid. Dari hasil perhitungan taraf kesukaran butir soal diperoleh rentangan nilai 0,07 s.d. 0,98, dimana terdapat 5 soal mudah, 19 soal sedang, dan 9 soal sukar. Kemudian dari hasil perhitungan daya beda butir soal didapatkan rentangan nilai 0,15 s.d. 0,91 dimana sebanyak 3 soal yang memiliki daya beda yang jelek, 7 soal yang memiliki daya beda yang cukup, 11 soal yang memiliki daya beda yang baik, dan 12 soal yang memiliki daya beda yang sangat baik. Sedangkan hasil perhitungan reliabilitas instrumen, nilai r_{hitung} sebesar 0,674 yang menunjukkan instrumen ini telah reliabel ($r_{hitung} > r_{tabel}$) dan tergolong memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi.

Kedua, pemahaman siswa pada konsep larutan penyangga tergolong rendah. Pemahaman konsep sangat baik terdapat pada konsep fungsi larutan penyangga, pemahaman konsep cukup terdapat pada konsep pembuatan larutan penyangga, pemahaman konsep rendah terdapat pada konsep kapasitas larutan penyangga dan konsep pH larutan penyangga, dan pemahaman konsep sangat rendah terdapat pada konsep komposisi larutan penyangga dan cara kerja larutan penyangga.

Ketiga, miskonsepsi yang ditemukan yaitu sebanyak: (1) 1,68% siswa menganggap komponen larutan penyangga asam atau basa terdiri dari asam atau basa lemah dan garamnya, dimana garamnya adalah sama dengan asam/ basa konjugat; (2) 5,71% siswa menganggap komponen larutan penyangga asam atau basa terdiri dari asam atau basa lemah dan kation dari basa kuat atau anion dari asam kuat; (3) 2,68% siswa menganggap berdasarkan ilustrasi partikel dasar pada larutan penyangga asam atau basa, asam lemah terionisasi sempurna dan garam dari asam atau basa lemah terdisosiasi sempurna; (4) 3,69% siswa menganggap berdasarkan ilustrasi partikel dasar pada larutan penyangga asam atau basa, asam lemah terionisasi sebagian dan garam dari asam atau basa lemah terdisosiasi sebagian; (5) 17,45% siswa menganggap campuran yang menghasilkan larutan penyangga asam atau basa adalah campuran larutan yang pada saat setimbang dihasilkan kelebihan asam lemah dan garam yang dianggap sebagai basa atau asam konjugat; (6) 7,72% siswa menganggap penambahan sedikit asam kuat atau basa kuat pada larutan penyangga asam atau basa tidak menggeser kesetimbangan kimia dalam larutan tersebut sehingga *pH*-nya dapat dipertahankan; (7) 18,46% siswa menganggap konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam lemah dan garamnya, konsentrasi OH^- dipengaruhi oleh rasio konsentrasi basa lemah dan garamnya; dan (8) 2,01% siswa menganggap konsentrasi H_3O^+ dipengaruhi oleh rasio konsentrasi asam lemah dan basa kuat, dan konsentrasi OH^- dipengaruhi oleh rasio konsentrasi basa lemah dan asam kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayrak, B.K., 2013, *Mevlana International Journal of Education (MIJE)*, 3, 2, 19-26.
- Chandrasegaran, A.L., Treagust, D., and Mocerino, M., 2007, *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 3, 293-307.
- Chang, R., 2005, *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga*, Erlangga, Jakarta.
- Effendy, 2002, *Media Komunikasi Kimia*, 6, 2, 1-22.
- Gonen, S., and Kocakaya, S., 2010, *Turkish Online Journal of Distance Education*, 11, 1, 98-113.
- Jespersen, N. D., Brady, J. E., and Hyslop, A., 2012, *Chemistry: The Molecular Nature of Matter*, John Wiley & Sons Inc., USA.
- Kurniawan, M. A., 2013, *Menggali Pemahaman dan Miskonsepsi Siswa SMA Negeri 7 Malang pada Konsep Larutan Penyangga Menggunakan Instrumen Diagnostik Two-Tier*. Skripsi tidak diterbitkan. FMIPA UM, Malang.
- Marsita, R.A., Priatmoko, S., and Kusuma, E., 2010, *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 4, 1, 512-520.
- Muchtar, Z. and Harizal, 2012, *Journal of Education and Practice*, 3, 15, 65-74.
- Nakhleh, M. B., 1992, *Journal of Chemical Education*, 69, 3, 191-196.
- Orgill, M. and Sutherland, A., 2008, *Chemistry Education Research and Practice*, 9, 1, 131-143.
- Sihalolo, M., 2013, *Jurnal Entropi*, 8, 1, 488-499.
- Tan, K.C.D., Taber, K. S., Goh, N. K., and Chia, L. S., 2005, *Chemistry Education Research and Practice*, 6, 4, 180-197.
- Treagust, D. F., 1988, *International Journal of Science Education*, 10, 2, 159-169.
- Tuysuz, C. 2009. Development of Two-Tier Instrument and Assess Students' Understanding in Chemistry. *Scientific Research and Essay*, 4(6):626-631.

IDENTIFIKASI KESALAHAN KONSEP STOIKIOMETRI SISWA MENGUNAKAN *TWO-TIER MULTIPLE CHOICE DIAGNOSTIC INSTRUMENT*

Marisa Lidia Anggarwati^{a*}, Muntholib^a, Eli Hendrik Sanjaya^b

Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang 65145

*E-mail: marisa.lidia14@gmail.com

ABSTRAK: Stoikiometri menuntut dua aspek, pemahaman konseptual yang benar dan kompetensi pemecahan masalah yang bersifat algoritmik. Pemahaman konseptual yang kurang tepat dapat menimbulkan kesalahan konsep. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kesalahan konsep stoikiometri siswa kelas X. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif. Data dikumpulkan melalui tes terbuka, wawancara, dan tes tertutup menggunakan instrumen *two-tier diagnostic test*. Terjadinya kesalahan konsep pada siswa ditentukan berdasarkan keajegan siswa dalam memberikan jawaban salah terhadap soal-soal yang memuat konsep yang sama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa kelas X banyak mengalami kesalahan konsep stoikiometri, di antaranya adalah 1) massa zat hasil reaksi lebih kecil dari massa zat sebelum bereaksi karena terbentuk gas di akhir reaksi ataupun terbentuknya abu yang massanya lebih rendah, 2) pada suhu dan tekanan yang sama volume total gas-gas hasil reaksi sama dengan volume total gas-gas yang bereaksi, dan 3) senyawa ionik tersusun atas molekul-molekul senyawa.

Kata Kunci: kesalahan konsep, stoikiometri, *two-tier diagnostic instrument*

ABSTRACT: Stoichiometry require two aspects of understanding, conceptual understanding and algorithmic understanding. If students do not have conceptual understanding on stoichiometry, so they will have a students' misconception. The purpose of this research is to know students' misconception on stoichiometry. The research uses descriptive qualitative approach. Data were collected using opened test, interview techniques, and closed test using *two-tier multiple choice diagnostic instrument*. Misconception is determined of the wrong answers for questions have same concept. The results show that happened students' misconceptions on grade 10, 1) the mass of product is smaller than the mass of reactant because gas formed in the end of reaction or the reaction formed a ash, 2) at the same temperature and pressure, the total amount of gas volume before reaction equal with the total amount of gas volume after reaction, 3) Ionic compound consist of molecular unit.

Keywords: misconception, stoichiometry, *two-tier diagnostic instrument*

PENDAHULUAN

Konsep-konsep dalam ilmu kimia terkait satu dengan yang lain sehingga pemahaman terhadap suatu konsep akan berpengaruh terhadap konsep berikutnya. Menurut Sastrawijaya [1], suatu konsep dapat benar-benar dipahami apabila konsep dasar yang berkaitan dengan pembentukan konsep yang baru telah dipahami sebelumnya. Pemahaman yang salah terhadap suatu konsep akan menyebabkan kesulitan dalam mempelajari konsep-konsep selanjutnya. Salah satu konsep kimia

yang membutuhkan pemahaman konsep adalah stoikiometri. Sastrawijaya [1] menjelaskan bahwa stoikiometri merupakan konsep dasar yang memiliki penerapan luas untuk konsep-konsep kimia lainnya. Kebanyakan siswa mengalami kesulitan dan tidak memahami konsep yang diperoleh dalam menentukan persamaan kimia dan perhitungan stoikiometri [2-3]. Materi stoikiometri tidak hanya menuntut siswa untuk memiliki pemahaman algoritmik saja, tetapi juga menuntut siswa untuk mempunyai pemahaman konsep yang benar. Apabila siswa tidak memiliki pemahaman konsep yang benar, siswa dapat mengalami salah konsep.

Terjadinya salah konsep pada materi stoikiometri ini bisa dialami oleh siswa-siswi di Sekolah Menengah Atas ataupun di tingkat Madrasah Aliyah. Berdasarkan hasil studi dokumentasi yang dilakukan di MAN 2 Kota Batu menunjukkan 30,72% siswa memiliki nilai UTS pada pokok bahasan hukum-hukum dasar kimia dan konsep mol yang masih di bawah KKM. Ketidaktuntasan pada sebagian siswa merupakan gejala bahwa siswa mengalami pemahaman yang kurang, namun belum diketahui pada pokok bahasan apa saja siswa memiliki tingkat pemahaman yang rendah. Pemahaman yang rendah terhadap suatu konsep maka hal ini dikhawatirkan akan timbul kesalahan konsep pada siswa khususnya materi stoikiometri yang merupakan konsep dasar dalam kimia.

Pengukuran tingkat pemahaman siswa dapat dilakukan menggunakan tes objektif. Tes objektif yang paling banyak digunakan adalah dalam bentuk pilihan ganda. Tes pilihan ganda saja tidak dapat menggali pemahaman siswa karena tidak dapat diketahui alasan siswa dalam pemilihan jawaban [4]. Dengan demikian dibutuhkan suatu instrumen untuk menanggulangnya. Alternatif yang diberikan adalah dengan menggunakan *two-tier multiple choice diagnostic instrument* yaitu suatu instrumen yang terdiri dari dua bagian, bagian pertama adalah pertanyaan dan pilihan jawaban sedangkan bagian kedua terdiri dari alasan pemilihan jawaban [4]. Rumusan masalah yang diajukan pada penelitian ini adalah kesalahan konsep apa sajakah yang terjadi pada siswa kelas X MAN 2 Batu dalam memahami materi stoikiometri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian deskriptif karena hanya memaparkan saja atau mendeskripsikan secara sistematis [5], sedangkan pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kualitatif. Penelitian ini mengkaji beberapa pokok bahasan dalam stoikiometri, antara lain: (1) hukum-hukum dasar kimia, (2) persamaan reaksi kimia, (3) massa atom relatif dan massa molekul relatif, (4) massa molar dan volume molar, (5) konsep mol, (6) rumus empiris dan rumus molekul, (7) penentuan kadar unsur dalam senyawa, dan (8) pereaksi pembatas.

Pengumpulan data dilakukan melalui 4 tahap, yakni melakukan tes terbuka, wawancara, uji coba instrumen *two-tier*, dan pelaksanaan tes menggunakan instrumen diagnostik *two-tier*. Pelaksanaan tes terbuka dilaksanakan bertujuan untuk mencari kemungkinan pilihan jawaban siswa yang mungkin muncul. Dalam tes terbuka siswa diminta untuk memberikan jawaban dan

penjelasan secara bebas untuk pertanyaan yang diberikan. Setelah tes terbuka dilakukan tahap selanjutnya adalah wawancara, hal ini bertujuan untuk mengetahui jawaban yang telah diberikan pada tes terbuka adalah benar-benar kesalahan konsep yang terjadi pada siswa. Jawaban dan alasan yang sering muncul pada tes terbuka digunakan sebagai pilihan jawaban dan alasan dalam instrumen diagnostik *two-tier*. Uji coba instrumen diagnostik *two-tier* bertujuan untuk mengetahui: taraf kesukaran, daya beda, validitas butir soal, dan reliabilitas tes. Pelaksanaan tes menggunakan instrumen tes diagnostik *two-tier* dilaksanakan di kelas X.1 dan X.2 MAN 2 Kota Batu.

Analisis data dilakukan dengan pemberian skor tes, menghitung siswa yang menjawab salah tiap butir soal, menentukan kesalahan konsep siswa berdasarkan keajegan siswa dalam menjawab salah soal-soal pada konsep yang sama. Perolehan keabsahan temuan dilakukan dengan cara triangulasi. Pada penelitian ini, triangulasi dilakukan untuk menyusun tes diagnostik *two-tier* pada *tier* kedua. Hasil tes terbuka yang telah dilakukan dibandingkan dengan hasil wawancara untuk mencari kesalahan konsep yang terjadi pada siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kesalahan konsep siswa MAN 2 Kota Batu dalam memahami stoikiometri dianalisis berdasarkan keajegan siswa dalam menjawab salah soal-soal pada konsep-konsep yang sama. Kesalahan konsep siswa pada stoikiometri disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kesalahan Konsep Siswa pada Stoikiometri

Pokok Bahasan	Kesalahan Konsep	Persentase Salah
Hukum kekekalan massa	Massa zat hasil reaksi lebih kecil dari massa zat yang bereaksi	18,52%
	Massa zat setelah direaksikan akan lebih besar karena terbentuknya zat baru	24,07%
Hukum perbandingan tetap	Perbandingan massa unsur-unsur dalam senyawa tidak selalu tetap	33,33%
Hukum perbandingan volume	Volume total gas sebelum reaksi dan volum total gas setelah reaksi adalah sama	24,07%
Konsep mol	Jumlah partikel tidak bergantung pada mol, sehingga berapapun molnya tetap memiliki jumlah atom sebanyak $6,02 \times 10^{23}$	12,96%
	Senyawa ion tersusun atas molekul-molekul yang jumlahnya sama dengan bilangan Avogadro	57,41%
	Senyawa ion tersusun atas atom-atom yang masing-masing jumlahnya sama dengan bilangan Avogadro	5,56%
	Senyawa ion tersusun atas ion-ion dimana untuk setiap ion penyusunnya bilangan Avogadro dibagi banyaknya ion penyusun	25,93%
Massa molar	Massa molar tidak memiliki satuan	33,33%
Volume molar	Mol tidak berpengaruh dalam perhitungan volume	9,26%
Rumus empiris	Rumus empiris menyatakan jenis-jenis atom	12,96%

	penyusun senyawa
Rumus molekul	Rumus molekul merupakan perbandingan nomor atom tiap unsur-unsur penyusunnya 37,04%
	Rumus molekul merupakan perbandingan massa atom relatif tiap unsur-unsur penyusunnya 3,70%

Tabel 1 memaparkan bahwa sebanyak 18,52% siswa beranggapan massa zat hasil reaksi lebih kecil dari massa sebelum bereaksi. Pada soal nomor 1 siswa menganggap massa hasil reaksi akan lebih kecil dikarenakan pada pembakaran akan dihasilkan abu sehingga massanya akan lebih kecil. Penelitian yang dilakukan oleh Krisnawati [6] di MAN 3 Malang juga menunjukkan sebanyak 19,0% siswa menganggap senyawa yang berwujud logam atau padatan akan memiliki massa yang lebih besar daripada hasil reaksinya yang berwujud abu. Hal ini sesuai dengan kesalahan konsep yang juga terjadi pada saat tes terbuka dan diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan. Petikan wawancara yang dilakukan disajikan sebagai berikut.

- Peneliti : “Kenapa kamu menjawab bahwa massa zat hasil reaksi lebih kecil dari jumlah massa pereaksinya?”
- Siswa : ”Soalnya kan itu reaksi pembakaran jadi nanti menghasilkan abu”
- Peneliti : “Mengapa lebih kecil massanya?”
- Siswa : “Kan magnesium itu logam terus direaksikan sama oksigen yang gas hasilnya kan abu..abu kan tentunya massanya lebih kecil daripada massa dari logam Mg”

Pada soal nomor 2 di dalam reaksi terbentuk gas hal ini membuat siswa mengabaikan massa dari gas sehingga beranggapan massanya akan lebih kecil dari massa sebelum direaksikan. Sebanyak 24,07% siswa beranggapan massa zat setelah reaksi akan lebih besar dari massa sebelum direaksikan. Pada soal nomor 1 dan 2 siswa beranggapan karena terbentuk zat baru setelah direaksikan maka massa akan bertambah dari semula. Hal ini tidak sesuai dengan hukum kekekalan massa yang berbunyi massa total zat-zat sebelum reaksi akan selalu sama dengan massa total zat-zat hasil reaksi dalam ruang tertutup, apabila siswa telah memahami dengan baik hukum kekekalan massa ini maka tidak akan terjadi kesalahan konsep seperti yang telah dipaparkan. Dalam bunyi hukum perbandingan tetap, perbandingan massa unsur-unsur penyusun senyawa adalah tertentu dan tetap seharusnya apabila siswa dapat memahami maka tidak akan terjadi kesalahan konsep pada siswa. Terdapat 33,33% beranggapan bahwa perbandingan massa unsur pembentuk senyawa tidak selalu tetap. Kesalahan konsep selanjutnya yang terjadi adalah pada hukum perbandingan volume, sebanyak 24,07% beranggapan bahwa volume total gas sebelum bereaksi sama dengan volume total gas setelah reaksi. Hal ini tentu tidak sesuai dengan hukum perbandingan volume yang berbunyi volume gas-gas yang bereaksi dan volume gas-gas hasil reaksi bila diukur pada suhu dan tekanan yang sama berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana, siswa tidak memahami

perbandingan bilangan bulat dan sederhana yang dimaksud adalah juga menunjukkan perbandingan koefisien. Penelitian yang dilakukan Krisnawati [6] juga menunjukkan sebanyak 23,8% siswa beranggapan volum total sebelum reaksi sama dengan volum setelah reaksi dalam wujud gas.

Pada pokok bahasan konsep mol ditemukan banyak kesalahan konsep yang terjadi terutama hubungan mol dengan jumlah partikel. Berdasarkan hasil identifikasi didapatkan 12,96% siswa menganggap bahwa jumlah partikel tidak bergantung pada jumlah mol. Hal ini juga terjadi pada hasil penelitian yang dilakukan Winarni, *et al* [7] yang menunjukkan bahwa 4,54% siswa menganggap berapapun mol dalam suatu senyawa tetap mempunyai jumlah molekul $6,023 \times 10^{23}$. Kesalahan konsep ini juga terjadi pada saat tes terbuka dan diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan. Petikan wawancara yang dilakukan disajikan sebagai berikut.

Peneliti : “Jika saya punya 1 mol Al, banyaknya atom Al berapa?”
 Siswa : “ $6,02 \times 10^{23}$ ”
 Peneliti : “Kalau 2 mol Al, banyaknya atomnya jadi berapa sekarang?”
 Siswa : “Setau saya tetap $6,02 \times 10^{23}$ berapapun molnya”

Kesalahan konsep siswa disebabkan karena siswa belum memahami dengan benar bahwa satu mol sebagai jumlah partikel yang jumlahnya sama dengan jumlah partikel dalam 12 gram C-12 yaitu sebanyak $6,023 \times 10^{23}$ dan juga tidak memahami hubungan antara mol, jumlah partikel dan bilangan Avogadro yaitu berdasarkan rumus berikut.

Jumlah partikel = mol zat x bilangan Avogadro

Pada soal nomor 16 dan 17, kesalahan konsep yang terjadi pada siswa adalah menentukan penyusun senyawa ion dan menentukan jumlah partikel penyusunnya. Pada soal nomor 16, siswa beranggapan bahwa NaCl tersusun atas molekul-molekul yang jumlah molekulnya sebanyak $6,023 \times 10^{23}$, siswa juga beranggapan NaCl tersusun atas $6,023 \times 10^{23}$ atom Na dan $6,023 \times 10^{23}$ atom Cl, juga terdapat yang berpikir bahwa NaCl tersusun atas $3,01 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $3,01 \times 10^{23}$ ion Cl^- yang didapat dari $6,023 \times 10^{23}$ dibagi dengan 2. Kesalahan konsep ini juga terjadi pada saat tes terbuka dan diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan. Petikan wawancara yang dilakukan disajikan sebagai berikut.

Peneliti : “Untuk mencari jumlah partikel dipengaruhi sama apa?”
 Siswa : “Mol nya sama bilangan Avogadro itu $6,02 \times 10^{23}$ ”
 Peneliti : “Kalau 1 mol NaCl berarti berapa jumlah partikelnya
 Siswa : “ $6,02 \times 10^{23}$ mbak”
 Peneliti : “Terus kenapa kamu menjawab yang A kalau $3,01 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $3,01 \times 10^{23}$ ion Cl^- ”

Siswa : “Kalau 1 mol NaCl $6,02 \times 10^{23}$, kalau ion Na^+ dan Cl^- berarti $6,02 \times 10^{23}$ dibagi 2 jadi diperoleh $3,01 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $3,01 \times 10^{23}$ ion Cl^- ”

Hal ini tentu tidak sesuai dengan NaCl tersusun atas $6,023 \times 10^{23}$ ion Na^+ dan $6,023 \times 10^{23}$ ion Cl^- . Berdasarkan sebaran jawaban siswa yang menjawab salah pada soal nomor 16 dan 17, maka didapatkan kesalahan konsep yang terjadi yaitu sebanyak 57,41% menganggap bahwa senyawa ion tersusun atas molekul-molekul yang jumlahnya sama dengan bilangan Avogadro, sebanyak 5,56% senyawa ion tersusun atas atom-atom yang masing-masing jumlahnya sama dengan bilangan Avogadro, dan 25,93% senyawa ion tersusun atas ion-ion dimana untuk setiap ion penyusunnya bilangan Avogadro dibagi banyaknya ion penyusun.

Kesalahan konsep pada pokok bahasan massa molar didapatkan bahwa 33,33% siswa menganggap massa molar tidak memiliki satuan. Siswa beranggapan bahwa massa molar sama dengan Ar atau Mr yang merupakan perbandingan massa rata-rata atom terhadap $1/12$ massa satu atom C-12 sehingga massa molar tidak memiliki satuan. Hal ini bisa terjadi apabila belum memahami hubungan antara massa, mol, dan massa molar. Apabila siswa telah memahami dengan baik seharusnya melalui rumus $\text{massa} = \text{mol} \times \text{massa molar}$, siswa dapat memahami bahwa massa molar memiliki satuan gram/mol. Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa kesalahan konsep ini terjadi karena pada saat mengenalkan konversi massa ke mol, tidak menggunakan massa molar sebagai faktor konversi, tetapi menggunakan Ar ataupun Mr. Hal ini menyebabkan siswa beranggapan bahwa massa molar dan Ar atau Mr adalah sama baik dari segi bilangan ataupun satuannya. Kesalahan konsep ini juga terjadi pada saat tes terbuka dan diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan. Petikan wawancara yang dilakukan disajikan sebagai berikut.

Peneliti : “Satuan dari massa molar apa? Atau tidak memiliki satuan?”

Siswa : “Tidak memiliki satuan”

Peneliti : “Mengapa begitu?”

Siswa : “Massa molar itu sama dengan Ar atau Mr jadi gak bersatuan”

Peneliti : “Sama bagaimana? Sama nilainya atau sama tidak bersatuan?”

Siswa : “Nilainya sama dan tidak bersatuan juga”

Peneliti : “Jadi kalau massa molar neon tadi 20,18 berarti Ar neon juga 20,18?”

Siswa : “Iya”

Sedangkan kesalahan konsep pada pokok bahasan volume molar yaitu sebanyak 9,26% siswa menganggap volume tidak dipengaruhi oleh mol. Siswa belum memahami dengan baik bahwa volume molar adalah volume gas tiap 1 mol gas, jadi apabila dalam keadaan standar maka volume molar untuk 1 mol gas adalah 22,4 L/mol. Kesalahan konsep ini bisa terjadi apabila siswa tidak memahami dengan benar tentang persamaan gas ideal.

Pada pokok bahasan rumus empiris dan rumus molekul terdapat beberapa kesalahan konsep yang terjadi, yakni 12,96% siswa menganggap bahwa rumus empiris menyatakan jenis-jenis atom penyusun senyawa. Siswa belum memahami bahwa rumus empiris adalah perbandingan bilangan bulat paling sederhana jenis-jenis atom penyusunnya. Pada soal nomor 28 dan 29 dipaparkan bahwa 37,04% siswa menganggap rumus molekul merupakan perbandingan nomor atom tiap unsur-unsur penyusunnya dan 3,70% siswa menganggap rumus molekul merupakan perbandingan massa atom relatif tiap unsur-unsur penyusunnya. Kesalahan konsep pokok bahasan rumus molekul juga terjadi pada saat tes terbuka dan diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan. Petikan wawancara yang dilakukan disajikan sebagai berikut.

Peneliti : “Rumus molekul itu apa?”

Siswa : “Rumus yang dalam keadaan sebenarnya”

Peneliti : “Kalau misalkan soal no 33 bagaimana kamu menentukan rumus molekulnya kalau diketahui rumus empirisnya?”

Siswa : “Pakek nomor atomnya lalu dibandingkan”

Peneliti : “Coba tuliskan perbandingannya bagaimana?”

Siswa : “ C_6H_1 karena no. atom C= 6 dan no. atom H= 1”

KESIMPULAN

Kesalahan konsep yang terjadi pada siswa kelas X MAN 2 Kota Batu adalah: (1) massa zat hasil reaksi lebih kecil dari massa zat sebelum bereaksi karena terbentuk gas di akhir reaksi ataupun terbentuknya abu yang massanya lebih rendah, (2) massa zat hasil reaksi lebih besar dari massa zat sebelum bereaksi karena terbentuknya zat baru, (3) perbandingan massa unsur-unsur dalam suatu senyawa tidak selalu tetap, (4) pada suhu dan tekanan yang sama volume gas total sebelum reaksi sama dengan volume gas total sesudah reaksi adalah sama, (5) jumlah partikel tidak tergantung pada jumlah mol, (6) senyawa ionik tersusun atas molekul, (7) jumlah ion total dalam 1 mol senyawa ionik sama dengan bilangan Avogadro, (8) massa molar tidak memiliki satuan, (9) mol tidak berpengaruh dalam perhitungan volum, (10) rumus empiris menyatakan jenis-jenis atom penyusun senyawa, (11) rumus molekul merupakan perbandingan nomor atom unsur-unsur penyusunnya, dan (12) rumus molekul merupakan perbandingan massa atom relatif unsur-unsur penyusunnya.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terjadinya kesalahan konsep menandakan siswa yakin dengan apa yang dipahami berdasarkan pengalaman siswa ataupun berdasarkan sumber belajar yang mereka baca. Oleh karena itu, dalam pembelajaran perlu diadakan konfirmasi kebenaran atas kesalahan konsep yang terjadi agar kesalahan konsep tersebut tidak berkelanjutan untuk materi-materi yang membutuhkan pemahaman konsep stoikiometri yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Sastrawijaya, T., 1988, *Proses Belajar Mengajar Kimia*, Depdiknas, Jakarta, 115-116.
- BouJaoude, S. and Barakat, H., 2003, *Electronic Journal of Science Education*, 7, 3, 1-42.
- Parchmann, I., Fach, M., and Tanja de Boer, 2007, *Chemistry Education Research And Practice*, 8, 1, 13-31.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., and Mocerina, M., 2007, *Chemistry Education Research And Practice*, 8, 3, 293-307.
- Moehnilabib, M., Mukhadis, A., Ibnu, S., Suparno, Rofiudin and Sukarnyana, I. W., 1997, *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*, Lembaga Penelitian IKIP Malang, Malang, 42.
- Krisnawati, I., 2013, *Menggali Pemahaman Konsep Siswa Tentang Stoikiometri di MAN 3 Malang Menggunakan Instrumen Diagnostik two-tier*, Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Malang, Malang.
- Winarni, S., Ismayani, A., and Fitriani, 2013, *Jurnal Ilmiah Didaktika*, 14, 1, 43-59.

**HUBUNGAN *SELF DIRECTED LEARNING* DENGAN HASIL BELAJAR PADA
PEMBELAJARAN KIMIA LINGKUNGAN DENGAN STRATEGI SETS BERBANTUAN
*BLENDED LEARNING***

Renda Suri Pratimi ^{1 a,*}, **Srini M Iskandar** ^{2 a}, **Munzil Arief** ^{3 b}

^a Prodi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.5, Malang, Jawa Timur

^b Prodi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No.5, Malang, Jawa Timur

*Corresponding author's email: tire.rendatimi@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji: hubungan antara *self directed learning* dengan hasil belajar kognitif pada pembelajaran Kimia Lingkungan dengan strategi SETS berbantuan *blended learning*. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu dengan kuasi *none equivalent control design*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: ada hubungan positif antara SDL dengan hasil belajar kognitif pada kelas yang dibelajarkan menggunakan strategi SETS berbantuan *blended learning* dan tidak ada hubungan positif antara SDL dengan hasil belajar kognitif pada kelas yang dibelajarkan menggunakan strategi non SETS berbantuan *blended learning*.

Kata kunci: Kimia Lingkungan, Strategi SETS berbantuan *Blended Learning*, *self directed learning*, Hasil Belajar kognitif

ABSTRACT: The present study was aimed to discuss the relationship between *self directed learning* and cognitive learning result in learning environment chemistry by applying SETS Strategy with *blended learning*. This research applied quasi experiment design with *none equivalent control design* pattern. The result of the research shows that: there is a positive relationship between SDL with cognitive learning result in the class taught with SETS with *blended learning* and there is no positive relationship between SDL with cognitive learning result in the class taught with non SETS with *blended learning*.

Keywords: Environment Chemistry, SETS Strategy with *Blended Learning*, *Self directed Learning*, Learning Achievement

PENDAHULUAN

Permasalahan yang diangkat dalam SETS adalah permasalahan nyata yang terjadi pada lingkungan, permasalahan lingkungan ini berkaitan dengan berbagai bidang seperti teknologi, masyarakat dan sains oleh sebab itu, untuk mencari solusi dari masalah tersebut dibutuhkan banyak informasi. Informasi-informasi tersebut banyak tersedia di dunia maya atau internet. Dengan adanya internet mahasiswa berinisiatif sendiri untuk mencari sumber belajar sesuai kebutuhan belajarnya secara mandiri, disamping itu dengan adanya media sosial di internet akan semakin mempermudah mahasiswa untuk memanajemen diri dalam belajar. Kemampuan yang kurang baik

dalam berkomunikasi di dalam kelas dapat memanfaatkan media ini untuk bertukar informasi sesama teman, bertanya, mengemukakan pendapat sehingga mahasiswa termotivasi dalam belajar. Dengan demikian, inisiatif, kemampuan dan kemauan adalah komponen *self directed learning* (belajar mandiri) yang dapat dipengaruhi oleh strategi SETS berbantuan *blended learning*.

Strategi SETS berbantuan *blended learning* ini dapat melatih peserta didik untuk lebih mandiri dalam belajar (*Self Directed Learning*) karena pada strategi ini peserta didik diharapkan dapat menghubungkan dan mengaitkan antar komponen SETS tanpa membatasi sumber belajar. Dalam strategi SETS peserta didik diminta menemukan sendiri dan menghubungkan antara konsep sains yang dipelajari dengan lingkungan dan masyarakat [1]. Sementara itu, *blended learning* dalam strategi SETS merupakan sarana untuk berdiskusi dan mencari informasi yang lebih banyak sertamelatih kemampuan *Self Directed Learning* mahasiswa. Hasil penelitian tentang *self directed learning* (belajar mandiri) menunjukkan bahwa pada matakuliah teknik elektro, ada hubungan positif antara *self directed learning* dengan pembelajaran secara *online* [2]. Hal ini menunjukkan bahwa *self directed learning* tidak terbatas oleh ruang dan waktu. Para peserta didik memutuskan sendiri tentang “ bagaimana, di mana, dan kapan belajar tentang suatu hal yang mereka anggap merupakan hal yang penting” [3]. Pembelajaran secara mandiri merupakan faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar baik di lingkungan belajar secara tradisional maupun lingkungan belajar secara *online*.

Untuk menghubungkan antar komponen SETS dalam pembelajaran kimia lingkungan diperlukan pemikiran yang mendalam berupa identifikasi dan analisis tentang apa dan bagaimana konsep kimia lingkungan yang sedang dipelajari mampu diaplikasikan dalam bentuk teknologi serta dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat [1]. Dalam hal ini diperlukan *self directed learning* (kemampuan mandiri) untuk mencari dan menganalisa informasi. Dalam belajar mandiri, peserta didik dituntut untuk dapat mencari ilmu secara aktif, memiliki sikap belajar yang terencana dan manajemen diri dalam belajar. kemampuan belajar mandiri yang tinggi akan mampu memberikan motivasi bagi peserta didik sehingga dapat menggunakan sumber-sumber belajar untuk memecahkan masalah dalam tugas-tugas belajarnya [2]. Hal tersebut akan sangat membantu dalam memperoleh dan menganalisa informasi. Apabila seseorang memiliki kemampuan belajar mandiri yang bagus maka hasil belajar yang diperoleh juga akan bagus sehingga dapat dikatakan bahwa hubungan positif antara *Self Directed Learning* dengan hasil belajar [4].

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah : untuk mengetahui hubungan antara *self directed learning* dengan hasil belajar mahasiswa peserta kimia lingkungan menggunakan strategi SETS berbantuan *blended learning*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental semu dengan menggunakan rancangan ***Post Test Only Control Design***. Rancangan ini melibatkan subyek penelitian yang terbagi dalam dua kelompok yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen diberi Perlakuan pengajaran dengan strategi SETS berbantuan *blended learning* dan kelompok kontrol diberi perlakuan pengajaran dengan strategi ceramah berbantuan *blended learning*. dua kelompok tersebut akan diberi *post tes dan angket SDL* pada akhir perkuliahan.

Subyek dalam penelitian ini adalah mahasiswa program studi pendidikan kimia IKIP Mataram yang mengikuti mata kuliah kimia lingkungan pada semester VIII [5] tahun akademik 2012/2013. Mahasiswa yang menempuh matakuliah kimia lingkungan berjumlah 51 orang yang terbagi dalam dua kelas yakni kelas A dengan jumlah mahasiswa 30 orang dan kelas B dengan jumlah mahasiswa 21 orang. kelas A sebagai kelompok eksperimen dan kelas B sebagai kelompok kontrol.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah strategi pembelajaran yang terdiri dari dua dimensi yaitu SETS (*science, environment, teknologi and, society*) dan *blended learning* pada kelompok eksperimen dan pada kelompok kontrol digunakan pembelajaran dengan ceramah berbantuan *blended learning*. Media yang digunakan dalam *blended learning* adalah *edmodo* yang merupakan salah satu media pembelajaran *online* yang dilengkapi dengan fitur tugas, kuis, diskusi, perencanaan dan fitur-fitur yang lain sehingga dapat digunakan untuk berkomunikasi antar mahasiswa dengan dosen maupun antar mahasiswa dengan mahasiswa lainnya. Intensitas interaksi mahasiswa pada *edmodo* akan terekam secara otomatis sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu kriteria penilaian pembelajaran *online*. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *self directed learning* (belajar mandiri) dan hasil belajar kognitif pada materi pencemaran air dan tanah karena limbah pertambangan. Dalam penelitian ini, angket *self directed learning* yang dipakai adalah angket *self directed learning* produk disertasi [6] yang dikembangkan menjadi 29 pernyataan terdiri dari 10 pernyataan untuk mengetahui *self manajemen*, 9 pernyataan untuk mengetahui *desire for learning* dan 10 pernyataan untuk mengetahui *self kontrol* [7]. Kriteria penilaian angket SDL menggunakan skala Likert. Criteria Pembagian kategori berdasarkan skor [8]. SDL mahasiswa dikatakan tinggi apabila memenuhi skor 133-90, kategori sedang dengan skor 89-45, kategori rendah dengan skor 45-1. Analisis hubungan antara SDL dengan hasil belajar kognitif menggunakan analisis regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

SDL mahasiswa yang diukur meliputi tiga aspek yaitu *self-manajemen, desire for learning dan self control*. Data SDL diperoleh dari angket SDL yang diberikan di akhir proses pembelajaran. Analisis skala SDL dilakukan secara menyeluruh (meliputi semua aspek). Hasil pengukuran

hubungan antara SDL dan hasil belajar kognitif diberikan pada tabel berikut :

Tabel hasil uji korelasi SDL vs Hasil Belajar

Strategi pembelajaran	<i>Self directed learning vs hasil belajar kognitif</i>				kesimpulan
	R	R Square	Sig.F Change	α	
SETS+BL	0,417	0,174	0,022	0,05	Berhubungan secara simultan dan signifikan
Ceramah+BL	0,180	0,033	0,434	0,05	Tidak berhubungan secara simultan dan signifikan

Hasil yang diperoleh dari analisis regresi bahwa ada hubungan yang simultan dan signifikan SDL dengan hasil belajar. Pengaruh simultan SDL adalah 17,4% terhadap hasil belajar. Hal tersebut berarti kontribusi SDL terhadap hasil belajar ranah kognitif sebesar 17,4%. Sementara sisanya yakni 83,6% dipengaruhi oleh hal yang lain. Pengaruh yang lain adalah karena strategi yang digunakan dalam proses pembelajaran yaitu strategi SETS berbantuan *blended learning*. Adanya pengaruh tersebut disebabkan karena langkah-langkah dalam strategi SETS mampu memacu kesadaran mahasiswa untuk bisa mengembangkan kemandirian dalam belajarnya. Penyajian masalah yang kontekstual membutuhkan referensi yang lebih banyak sehingga mahasiswa menggunakan banyak media untuk menemukan solusi mulai dari buku, internet, investigasi dan diskusi. Hal-hal tersebut akan membantu mahasiswa untuk manajemen diri dalam belajar, dapat memantau tugas-tugas belajarnya dengan baik serta memberikan motivasi dan membuat mahasiswa berpikir lebih kreatif sehingga dapat meningkatkan kemampuan SDL. Tiga konsep multi dimensi dan interaktif untuk SDL yang meliputi manajemen diri, pemantauan diri, dan motivasi [9]. Hasil observasi juga menunjukkan bahwa intensitas dan kualitas kegiatan *online* dan *offline* memperoleh persentase lebih tinggi pada kelas eksperimen.

Adanya hubungan antara SDL dan hasil belajar pada kelas eksperimen juga membuktikan bahwa tingkat kemampuan SDL berpengaruh terhadap hasil belajar. Apabila kemampuan SDL mahasiswa dalam kategori tinggi maka hasil belajarnya juga akan meningkat. Hasil uji *r* antara SDL dan hasil belajar cukup dapat membuktikan bahwa ada pengaruh strategi SETS berbantuan *blended learning* terhadap SDL mahasiswa sehingga SDL berhubungan secara simultan dan signifikan terhadap hasil belajar kognitif peserta kimia lingkungan. *self directed learning* merupakan faktor kuat yang dapat mempengaruhi hasil belajar siswa baik dalam lingkungan belajar tradisional maupun lingkungan belajar *online* [2,10]. Hal tersebut juga memungkinkan bahwa pengisian angket pada mahasiswa yang dibelajarkan dengan strategi SETS berbantuan *blended learning* dilakukan dengan cukup jujur dan mungkin sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.

Temuan yang berbeda ditunjukkan pada kelas kontrol. Pengaruh Simultan SDL hanya 3,3 % saja terhadap hasil belajar. Kontribusi SDL terhadap hasil belajar kognitif sebesar 3,3 %. Hal tersebut menunjukkan hubungan yang sangat-sangat lemah antara SDL dengan hasil belajar. karena

sangat lemah, ketika ditinjau dari perolehan *sig.F change*, tidak ada hubungan yang simultan dan signifikan antara SDL dan hasil belajar. Tidak adanya hubungan tersebut dimungkinkan karena pengaruh strategi yang dipakai dalam proses pembelajaran yakni strategi ceramah berbantuan *blended learning*.

Strategi ceramah berbantuan *blended learning* membuat mahasiswa tidak bisa mengembangkan diri karena semua aktifitas dilakukan dengan bantuan buku teks tanpa ada pengalaman langsung. Berpedoman pada buku teks akan membuat mahasiswa kurang kreatif untuk mencari sumber belajar yang lain sehingga SDL mahasiswa juga tidak terlatih. meskipun hasil angket menyatakan bahwa tingkat SDL pada kelas kontrol pada kategori tinggi akan tetapi tidak dilatih pada proses pembelajaran, maka hasilnya juga tidak ada pengaruhnya terhadap hasil belajar. Jika dikaitkan dengan kemampuan SDL dan strategi, maka dapat disimpulkan bahwa strategi ceramah berbantuan *blended learning* tidak berpengaruh terhadap SDL sehingga SDL tidak berhubungan secara simultan dan signifikan dengan hasil belajar kognitif

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan uji hipotesis yang telah dilakukan, maka dapat dikemukakan kesimpulan sebagai berikut : ada hubungan positif antara *self directed learning* dengan hasil belajar kognitif pada kelas yang dibelajarkan dengan strategi SETS berbantuan *blended learning* dan tidak ada hubungan positif antara *self directed learning* dengan hasil belajar kognitif pada kelas yang dibelajarkan dengan strategi non SETS berbantuan *blended learning*

DAFTAR PUSTAKA

- Binadja, Achmad., 2005, *Pembelajaran Sains Berdasar Kurikulum 2004 Bervisidan Berpendekatan SETS*. Implikasinya pada Pengembangan Silabus Subjek Sains. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pendidikan MIPA, Universitas Negeri Semarang
- Chou, Pao- Nan, Ph.D., 2012, *Effect Of Students' Self-Directed Learning Abilities On Online Learning Outcomes: Two Exploratory Experiments In Electronic Engineering*. *Internasional Journal Of Humanities And Social Science*, Vol. 2
- Hammond, M., and Collins, R., 1991. *Self-Directed Learning: Critical Practice*. New Jersey: Nichols-GP Printing.
- Steward, R. A., 2007, *Investigating The Link Between Self Directed Learning Readiness And Project-Base Learning Outcome : The Case Of International Masters Students In An Engineering Management Cours*. *European Journal Of Engineering Education*, vol .32,1,73
- Panduan akademik, 2009, Panduan Perkuliahan IKIP Mataram. IKIP Mataram University Press
- Guglielmino, L. M., 1977, *Development of the self-directed learning readiness scale*, disertasi tidak diterbitkan. University of Georgia, Athens, GA
- Fisher, J Murray., and Jenny King., 2010, *The self directed learning readiness scale for nurshing education revisited : A confirmatory Factor Analysis*, *journal Nurs education*, vol. 30, 44-48
- Arikunto, S., 2006, *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*, Jakarta : Bumi Aksara
- Garrison, D.R., 1997, *Self Directed Learning : Toward A Comprehensip Model*. *Adult Education*

Quarterly, Vol.48,1, 18

10. Long, HB., 2002, *Skills For Self-Directed Learning*. Artikel self directed learning

Available from: URL <http://faculty-staff.ou.edu/L/Huey.B.Long-1/Articles/sd/selfdirected.html>.

Cited 12/10/2012.

KONSEPSI SISWA KELAS X SMA NEGERI 1 MALANG TENTANG REAKSI KIMIA DENGAN PENDEKATAN FENOMENOGRAFI

Yunilia Nur Pratiwi^{*)}, Sri Rahayu, dan Prayitno

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang Kode Pos 65145

*Corresponding author's email: yunilia.np@gmail.com

ABSTRAK: Salah satu tujuan pembelajaran kimia adalah agar peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami konsep, prinsip, hukum, dan teori kimia serta saling keterkaitannya dan penerapannya untuk menjelaskan masalah dalam kehidupan sehari-hari dan teknologi. Agar tujuan tersebut dapat tercapai, maka siswa dituntut untuk memahami konsep kimia dengan benar dengan cara mengaitkan mengaitkan konsep dan fenomena yang berhubungan dengan menggunakan gambaran makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Tidak dipahaminya salah satu aspek menyebabkan siswa kesulitan memahami konsep dan memungkinkan munculnya konsep alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menemukan kategori deskripsi yang menggambarkan konsepsi siswa tentang reaksi kimia dan (2) mengetahui konsep alternatif siswa tentang reaksi kimia. Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif dengan pendekatan fenomenografi. Instrumen penelitian adalah peneliti dengan pedoman wawancara sebagai alat bantu. Sampel penelitian siswa kelas X SMA Negeri 1 Malang yang dipilih secara purposif. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam dan dokumentasi. Data penelitian berupa transkrip hasil wawancara dan gambaran siswa mengenai proses terjadinya reaksi kimia pada tingkat partikel. Proses analisis data dilakukan dengan mentranskrip hasil wawancara, menganalisis, kemudian mengkategorikan jawaban siswa berdasarkan kemiripannya ke dalam beberapa kategori deskripsi. Untuk menguji keabsahan hasil temuan, dilakukan verifikasi hasil wawancara dengan teman sejawat, proses *co-judging*, dan *check re-check*. Hasil penelitian diperoleh lima kategori deskripsi yang menggambarkan konsepsi siswa tentang reaksi kimia. Kategori tersebut disusun secara berjenjang sesuai dengan pertambahan tingkat pemahaman, yaitu (1) proses perpindahan; (2) proses modifikasi; (3) proses transmutasi; (4) proses transformasi; dan (5) proses interaksi kimia. Dalam kategori deskripsi juga ditemukan beberapa konsep alternatif. Implikasi dari hasil penelitian berupa penggunaan pendekatan dan metode pembelajaran yang bersifat *student centered*, pentingnya pengetahuan awal siswa, dan penggunaan media pembelajaran.

Kata kunci: pemahaman konsep, konsep alternatif, reaksi kimia, pendekatan fenomenografi

ABSTRACT: One of the learning objectives in chemistry is guiding students to have the ability to understand the concepts, principles, laws, and theories of chemistry, their interrelationships and application to explain the problems in daily life and technology. In order to be achieved, the student had to understand properly the chemical concepts by linking the concepts and related phenomena using macroscopic, submicroscopic, and symbolic representation. If the students didn't understand one of them, they would have difficulty to understand the concept and enable to have alternative concepts. The aims of the study were to find (1) description category that describe students' conceptions and (2) students' alternative concepts about chemical reactions. This was a qualitative research using phenomenography approach. The research instrument was the researcher herself using interview guide as tool. The sample was students in X grade of SMA Negeri 1 Malang who purposively selected. The data was collected through in-depth interviews and documentation. Data collected in the form of interview transcripts and students representation of chemical reaction processes at particulate level. The data were analyzed by interviews

transcribing, analyzing, and categorizing student answers based on its similarity to the several description categories. Validity of the findings were verified by peer-review, co-judging process, and check re-check. There are five description categories represent students' conceptions about chemical reactions. These were arranged by increasing level of understanding. They are (1) transfer process, (2) the process of modification, (3) the process of transmutation; (4) the transformation process, and (5) the chemical interaction. Beside that, we also found some alternative concepts. The implications of the research were not only giving recommendation for using student centered learning approaches and methods, but also the importance of prior knowledge and using learning media.

Keywords: *students' conception, alternative concept, chemical reaction, phenomenographic approach*

PENDAHULUAN

Menurut Suparno^[1], pembentukan dan perkembangan konsep tidak terlepas dari subjek yang sedang belajar. Sebagai langkah awal terbentuknya konsep, pengamatan individu terjadi di lingkungan tempat ia mulai berinteraksi sehingga pada saat memasuki proses pembelajaran di sekolah, masing-masing siswa sebenarnya telah memiliki konsep terhadap suatu objek atau fenomena yang pernah ditemui. Selama pembelajaran, siswa juga memperoleh konsep ilmiah tentang objek atau fenomena sejenis. Siswa kemudian mengintegrasikan konsep tersebut dengan konsepnya sendiri untuk membentuk konsep baru^[2]. Tidak akan bermasalah jika konsep baru yang terbentuk adalah konsep yang benar, namun masalah akan timbul jika konsep tersebut tidak sesuai dengan konsep yang dipahami oleh masyarakat ilmiah. Konsep ini yang oleh para ahli disebut konsep alternatif^{[2][3]}.

Konsep-konsep dalam materi kimia disajikan dalam tiga tingkatan, yaitu tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik^[4]. Menurut Johnstone^[5], pemahaman yang tepat tentang konsep kimia dapat tercapai jika siswa mampu mengaitkan ketiga tingkat pemahaman tersebut. Jika tidak, siswa akan mengalami kebingungan dalam memahami suatu konsep dan tidak menutup kemungkinan siswa akan mengkonstruksi konsep alternatif untuk mempermudah memahami konsep yang sebenarnya.

Terbentuknya konsep alternatif menunjukkan bahwa ada perbedaan yang nyata dalam diri individu dalam memahami realita dan pengalaman^[6]. Konsepsi dalam perspektif pengalaman kemudian dikembangkan menjadi suatu pendekatan penelitian oleh Marton yang disebut pendekatan fenomenografi, yaitu “..... a research approach for describing the qualitatively different ways in which people experience, conceptualize, perceive, and understand various aspect of, and phenomena in, the world around them”^[6]. Sebagai suatu pendekatan penelitian, fenomenografi bertujuan untuk mendeskripsikan perbedaan individu secara kualitatif dalam mengalami, mengkonseptualisasi, dan memahami berbagai aspek dalam suatu fenomena di sekitar mereka.

Hasil utama penelitian fenomenografi berupa kategori deskripsi yang menunjukkan keragaman konseptualisasi individu terhadap fenomena. Kategori deskripsi dibentuk untuk mengkarakterisasi konsepsi yang diperoleh dalam situasi sebenarnya. Kategori tersebut tidak hanya tergantung pada konteks ditemukannya kategori tersebut namun juga dapat digunakan sebagai alat untuk memahami konseptualisasi terhadap fenomena yang mirip ataupun fenomena yang terdapat pada konteks yang berbeda^[7]. Melalui kategori deskripsi, konsep-konsep dapat lebih tergeneralisasi sehingga dapat ditentukan jenis tindakan yang sesuai untuk mengatasi munculnya konsep-konsep alternatif.

Berbagai penelitian dengan pendekatan fenomenografi telah banyak dilakukan. Salah satunya adalah penelitian tentang reaksi kimia yang dilakukan oleh Andersson (1986), Ahtee dan Varjola (1998), serta Rahayu dan Tytler (1999). Dalam kategori deskripsi yang merupakan hasil utama penelitian fenomenografi, ditemukan pula beberapa konsep alternatif. Beberapa contoh konsep alternatif tentang reaksi kimia diantaranya pada peristiwa perkaratan besi tidak terjadi perubahan kimia karena wujudnya tetap berupa padatan besi (Prasetya, 2010). Pembakaran merupakan perubahan wujud dari padat atau cair menjadi gas dan massa zat hasil reaksi kimia tidak sama dengan massa reaktan sebelum terjadi reaksi (Horton, 2007). Jenis partikel zat tidak mengalami perubahan pada pembakaran suatu zat menjadi arang (Mustikasari, 2011).

Berdasarkan uraian tersebut, perbedaan siswa dalam mengkonseptualisasi objek atau fenomena dapat diidentifikasi dengan pendekatan fenomenografi. Dalam kategori deskripsi yang merupakan hasil utama penelitian, konsep-konsep dikelompokkan dan digeneralisasi sehingga dapat ditentukan jenis tindakan yang tepat jika muncul masalah dalam pengkonsepsian, konsep alternatif misalnya. Berdasarkan studi literatur, penelitian tentang reaksi kimia dengan pendekatan fenomenografi di tingkat SMA belum banyak dilakukan, terutama di Kota Malang. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan jenis-jenis kategori deskripsi yang menggambarkan konsepsi siswa tentang reaksi kimia dan konsep-konsep alternatif yang dimiliki siswa tentang reaksi kimia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kualitatif dimana penelitian dilakukan dalam *setting* alamiah dengan tujuan untuk memberikan gambaran yang menyeluruh dan mendalam mengenai fenomena-fenomena yang dikaji. Tidak seperti kuantitatif, penelitian jenis ini tidak dimaksudkan untuk menguji suatu hipotesis^[8]. Selain itu, penelitian ini juga termasuk jenis penelitian deskriptif yang bertujuan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena sesuai kondisi yang apa adanya tanpa memanipulasi atau memberi perlakuan terhadap variabel

penelitian^[9]. Penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan fenomenografi, yaitu suatu pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mengungkap perbedaan manusia secara kualitatif dalam cara memperhatikan, mengalami, mengkonseptualisasi, dan memahami berbagai fenomena dan segala aspek yang terjadi di dunia^[7]. Salah satu karakteristik fenomenografi adalah menggunakan perspektif orde kedua, dimana subjek penelitian mendeskripsikan pendapat, pengalaman dan pandangannya sendiri terhadap berbagai aspek di dunia dalam konteks persoalan yang dikaji^[6]. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang ingin dicapai, yaitu mendeskripsikan konsepsi siswa tentang reaksi kimia melalui beberapa fenomena.

Untuk mencapai tujuan tersebut, peneliti berusaha mendapatkan informasi selengkap mungkin mengenai konsepsi siswa kelas X SMA Negeri 1 Malang tentang reaksi kimia. Informasi diperoleh melalui wawancara mendalam terhadap tigapuluh siswa sampel penelitian yang dipilih dengan metode *purposive sampling*.

Peneliti merupakan alat pengumpul data utama dalam penelitian kualitatif. Dalam penelitian ini, data dikumpulkan dengan teknik wawancara dan dokumentasi.

1) Teknik Wawancara

Wawancara didefinisikan sebagai percakapan dengan maksud tertentu yang dilakukan oleh dua pihak, yaitu pewawancara (*interviewer*) yang mengajukan pertanyaan dan yang diwawancarai (*interviewee*) yang memberikan jawaban atas pertanyaan yang diajukan^[12]. Dalam proses wawancara ini, *interviewee* bertindak sebagai informan, yaitu orang yang dijadikan sumber informasi oleh peneliti untuk memperoleh keterangan tentang suatu keadaan tertentu^[11]. Dalam penelitian ini digunakan jenis wawancara semi terstruktur yang termasuk kategori *in-depth interview*^[10]. Pelaksanaan wawancara ini lebih bebas dan bersifat informal jika dibandingkan dengan wawancara terstruktur dengan tujuan untuk menemukan permasalahan secara lebih terbuka dimana informan dapat lebih leluasa mengungkapkan pendapatnya. Wawancara dilakukan dengan menggunakan protokol wawancara sebagai panduan dalam melakukan pertanyaan namun tidak sepenuhnya terpaku pada urutan pertanyaan yang sudah ada. Pertanyaan yang diajukan berkembang secara fleksibel sesuai jawaban yang diberikan informan. Urutan perkataan dan pertanyaan yang dapat diubah sesuai dengan kebutuhan dan kondisi pada saat wawancara berlangsung menjadikan wawancara ini bersifat lebih luwes dan tidak kaku.

Proses wawancara untuk memperoleh data penelitian diawali dengan menyajikan fenomena terkait dengan materi yang akan diteliti, yaitu reaksi kimia. Terdapat enam fenomena tentang reaksi kimia yang disajikan, yaitu (1) pembakaran spiritus; (2) pemanasan gula; (3) perkaratan paku; (4) perkaratan seng; (5) pembakaran kertas; dan (6) pembakaran kayu. Dari berbagai fenomena tersebut siswa diminta mengidentifikasi kemudian memberikan penjelasan tentang terjadinya perubahan selama proses reaksi berlangsung. Jawaban siswa selama wawancara direkam dengan menggunakan alat perekam suara.

2) Teknik Dokumentasi

Untuk menunjang data penelitian, peneliti menggunakan teknik dokumentasi, yaitu teknik pengumpulan data yang bersumber dari dokumen. Data dokumentai yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data hasil rekaman wawancara dan gambaran siswa tentang reaksi kimia. Dokumentasi perlu untuk dilakukan untuk menunjang data penelitian sehingga hasilnya lebih dapat dipercaya.

Hasil wawancara selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pola konsepsi siswa terhadap proses reaksi kimia. Untuk mempermudah proses analisis, rekaman hasil wawancara dirubah menjadi transkrip terlebih dahulu. Hasil transkrip harus dijaga keasliannya dan subjektivitas peneliti tidak boleh masuk didalamnya. Agar hal tersebut tidak terjadi maka konfirmasi mutlak diperlukan.

Berdasarkan transkrip wawancara yang dibuat kemudian diidentifikasi ciri-ciri dari tiap-tiap pernyataan siswa terkait dengan fenomena yang diberikan. Meskipun pernyataan siswa berbeda-beda, namun terdapat sejumlah ciri yang khas dan menonjol yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengkategorian. Pernyataan-pernyataan sejenis kemudian dikumpulkan dalam satu pernyataan umum kemudian dirumuskan sebagai suatu kategori deskripsi. Selanjutnya, peneliti memberi penjelasan teks (*textural description*) untuk tiap unit kategori disertai contoh pernyataan yang mendukung penjelasan tersebut.

Data hasil pengkategorian kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui tingkat konsepsi siswa terhadap reaksi kimia. Jumlah respon siswa pada kategori deskripsi tertentu menunjukkan seberapa banyak siswa yang menjelaskan reaksi kimia dengan menggunakan deskripsi tersebut. Jumlah respon untuk tiap kategori kemudian digunakan untuk menghitung persentasenya terhadap keseluruhan respon siswa.

Selain kategori deskripsi, konsep alternatif siswa tentang reaksi kimia juga dianalisis berdasarkan pernyataan-pernyataan dalam wawancara. Konsep-konsep tersebut tidak tampak dalam kategori deskripsi secara eksplisit. Oleh karena itu, pernyataan-pernyataan siswa perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui konsep alternatif yang dimilikinya.

Ditinjau dari perspektif konstruktivistik, adanya perbedaan individu dalam menginterpretasikan realita dapat digunakan untuk mendeskripsikan konsepsi mereka tentang realita tersebut. Dengan pendekatan fenomenografi, akan dihasilkan kategori deskripsi yang menggambarkan pemahaman mereka. Antarpeneliti satu dengan yang lain kemungkinan ada perbedaan dalam menciptakan sistem kategori deskripsi. Penelitian kualitatif tidak dapat secara murni meninggalkan efek subjektivitas peneliti. Untuk menghindari bias peneliti terhadap hasil penelitian kualitatif perlu dilakukan pemeriksaan keabsahan terhadap temuan hasil penelitian. Secara umum, pemeriksaan keabsahan yang akan dilakukan peneliti berlangsung dalam tiga tahap, yaitu pemeriksaan teman sejawat, proses *co-judging*, dan proses *check re-check*. Hasil pengujian

reliabilitas sistem kategori deskripsi dengan *co-judging* dan *check re-check* dikatakan tinggi apabila tingkat kekonsistennya berkisar antara 80 sampai 90% ^[13].

Proses pemeriksaan oleh teman sejawat berhubungan dengan konfirmasi hasil wawancara yang dituangkan dalam transkrip wawancara. Peneliti meminta teman lain untuk mendengarkan rekaman hasil wawancara dan memeriksa kesesuaian transkrip dengan hasil wawancara yang dibuat. Pemeriksaan oleh teman sejawat dilakukan oleh saudara Iffatul Muna dan Ratna Wijayanti. Teman sejawat adalah peneliti fenomenografi lain dan orang luar yang membantu peneliti memverifikasi kesesuaian transkrip wawancara dengan rekaman wawancara. Pemverifikasi menyatakan bahwa transkrip wawancara yang ditulis sudah sesuai dengan hasil rekaman.

Pengujian reliabilitas dengan proses *co-judging* (pengujian bersama) adalah proses pengujian terhadap kemampuan mengkomunikasikan sistem kategori yang selanjutnya dapat memberikan informasi kepada peneliti bahwa orang lain dapat melihat perbedaan yang sama dalam materi tersebut seperti yang dilakukan oleh peneliti. Proses *co-judging* dilakukan dengan menyampaikan draf sistem kategori beserta cuplikan wawancara setiap kategori kepada dosen yang memahami tentang sistem analisis fenomenografi. Dosen tersebut kemudian bertindak sebagai *co-judge* (penguji) yang memverifikasi hasil pengkategorian yang dilakukan penelitian dan juga menentukan sejauh mana mereka menyetujui kedudukan pernyataan-pernyataan tersebut dalam setiap kategori. Perbedaan-perbedaan dalam setiap pengkategorian didiskusikan dengan penguji dan jika dipandang perlu kategori dapat dimodifikasi atau dijelaskan lebih lanjut. Hasil *co-judging* menunjukkan 17 respon tidak konsisten dengan tingkat reliabilitas 90,56%. Dapat dikatakan bahwa reliabilitas kategori deskripsi tentang reaksi kimia tergolong tinggi.

Selanjutnya peneliti melakukan *check re-check*, yaitu proses pengkategorian ulang hasil penelitian dalam selang waktu dua minggu dari proses *co-judging*. Pengkategorian kedua ini dilakukan oleh peneliti tanpa melihat hasil pengkategorian sebelumnya. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan pengkategorian pertama untuk dilihat kekonsistennya. Dari hasil *check re-check* diketahui terdapat empat respon tidak konsisten dengan tingkat reliabilitas 97,78%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa reliabilitas kategori deskripsi hasil *check re-check* tergolong sangat tinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kategori Deskripsi dalam Reaksi Kimia

Reaksi kimia merupakan interaksi antara dua atau lebih zat yang menghasilkan zat baru yang berbeda dari zat semula. Contoh yang umum dijumpai dalam kehidupan sehari-hari adalah peristiwa pembakaran dan proses perkaratan logam. Dalam proses pembakaran, zat yang terbakar akan bereaksi dengan oksigen menghasilkan zat lain yang sama sekali berbeda dengan zat awalnya. Misalnya dalam pembakaran kertas akan dihasilkan abu. Dilihat dari kenampakannya secara fisik,

abu dan kertas sudah berbeda warna dan bentuknya. Hal ini merupakan indikasi bahwa kertas sudah berubah menjadi abu yang sama sekali tidak sama dengan kertas. Abu merupakan hasil reaksi antara kertas dengan oksigen.

Contoh yang lain adalah proses perkaratan logam, yang dalam hal ini digunakan paku (besi) dan lembaran seng. Perkaratan merupakan salah satu contoh terjadinya reaksi oksidasi logam dimana logam bereaksi dengan oksigen dan air di lingkungan sekitarnya menghasilkan karat. Secara fisik, paku yang berkarat berbeda dengan paku yang tidak berkarat. Paku yang tidak berkarat berwarna keperakan, halus dan lebih kuat jika dibandingkan dengan paku berkarat yang sudah berubah warna menjadi kehitaman, kasar, dan lebih rapuh. Perubahan-perubahan tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi reaksi kimia dalam paku yang menyebabkan paku tersebut berkarat.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali pengetahuan siswa mengenai terjadinya reaksi kimia melalui beberapa fenomena yang disajikan, yaitu peristiwa pembakaran spiritus, pemanasan gula, perkaratan besi, perkaratan seng, pembakaran kertas, dan pembakaran kayu. Pada dasarnya, keenam fenomena yang disajikan merupakan contoh terjadinya reaksi kimia. Sebelum dilakukan wawancara, peneliti melakukan beberapa aktivitas yang berkaitan dengan fenomena yang akan ditanyakan. Hasil wawancara kemudian dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan kemiripannya. Kemudian masing-masing kelompok dicari garis besar konsepnya yang kemudian disebut sebagai kategori deskripsi.

Kategori deskripsi diwujudkan untuk mengkarakterisasi konsepsi yang diperoleh dalam situasi yang sebenarnya, namun diangkat dari konteks dimana kategori ditemukan. Hal ini dimaksudkan agar kategori tersebut dapat digunakan sebagai alat untuk memahami konseptualisasi dari fenomena yang mirip ataupun fenomena dari konteks yang berbeda (Rahayu, 2000). Kategori deskripsi disusun secara hirarkis sehingga menunjukkan pertambahan tingkat pemahaman, yang terdiri dari (1) proses perpindahan; (2) proses modifikasi; (3) proses transmudasi; (4) proses transformasi; dan (5) proses interaksi kimia. Data tersebut diperoleh dari hasil analisis wawancara dengan 30 siswa pada enam fenomena reaksi kimia yang disajikan. Fenomena-fenomena tersebut meliputi (1) pembakaran spiritus; (2) pemanasan gula; (3) perkaratan paku; (4) perkaratan seng; (5) pembakaran kertas; dan (6) pembakaran kayu. Berikut penjelasan untuk masing-masing kategori deskripsi.

1. Proses Perpindahan

Siswa yang menjelaskan dengan kategori ini menganggap bahwa perubahan yang terjadi terhadap zat awal merupakan akibat adanya zat lain yang berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain. Hal ini menyebabkan zat awal tidak mengalami perubahan. Siswa menganggap bahwa uap air, karat, abu, dan arang yang sebenarnya merupakan produk hasil reaksi merupakan zat yang

sama yang berasal dari tempat lain kemudian berpindah tempat dan muncul sebagai hasil reaksi. Misalnya uap air dalam proses pembakaran spiritus dan pemanasan gula berasal dari campuran air yang ada di dalam spiritus dan di dalam gula. Ada pula siswa yang menjelaskan bahwa karat pada logam berasal dari air dan karbon yang terdapat dalam abu berasal dari udara. 27 respon dari total 180 jawaban siswa (15,00%) menjelaskan reaksi kimia dengan kategori ini. Berikut salah satu cuplikan wawancaranya.

P : Kenapa kok disini ada embun airnya?

I : Hmmm...karena gulanya mengandung air.

P : Gulanya kan kering?

I : Gula kan berbentuk butiran-butiran. Pasti ada campuran airnya di dalamnya.

P : Berarti air ada di dalam butiran gula?

I : Iya, ini (gula) bentuk padatnya.

P : Maksudnya?

I : Gula berasal dari air gula yang dikristalkan. Berarti di dalam gula juga mengandung air

P : Jadi kalau dipanaskan kenapa ada uap air disini?

I : Ya menguap, uapnya jadi embun

2. Proses Modifikasi

Siswa yang menjelaskan dengan kategori ini menganggap bahwa perubahan yang terjadi akibat zat awal mengalami modifikasi. Hasil reaksi kimia masih berupa zat awal namun mengalami perubahan wujud dan/atau sifat. Adanya perbedaan warna, wujud, ataupun bentuk tidak mempengaruhi kandungan zat di dalamnya. Hal ini dikarenakan siswa hanya memperhatikan kenampakan fisiknya saja tanpa memperhatikan apa yang terjadi pada tingkat partikelnya. Misalnya dalam proses pembakaran spiritus siswa menganggap spiritus menguap. Proses tersebut dianggap sama penguapan air sehingga spiritus hanya mengalami perubahan wujud dari cairan spiritus yang menguap kemudian membentuk embun kembali. Contoh lain misalnya dalam pembakaran kayu, siswa hanya menganggap bahwa kayu hanya berubah warna menjadi hitam dan lebih rapuh setelah terbakar, namun arang tetap sama seperti kayu. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa 39 respon (21,67%) menunjukkan kategori ini. Berikut merupakan salah satu contoh kutipan hasil wawancaranya.

P : Menurut kamu fungsinya pembakarannya ini buat apa kalo gitu?

I : Biar kayunya jadi berwarna hitam

P : Cuma merubah warna aja?

I : Iya...eh sama ukurannya, arangnya jadi kecil-kecil

P : Menurut kamu, apakah pembakaran kertas dan pembakaran kayu termasuk perubahan fisika apa perubahan kimia?

I : Perubahan fisika. Soalnya perubahan fisika bisa dilihat sedangkan perubahan kimia yang tidak bisa, di dalamnya ada senyawa baru, dari sini kan senyawanya. Ooo...ini disebut senyawa baru bukan ya, kalau senyawa baru berarti perubahan fisika kimia.

P : Ini terbentuk zat baru apa tidak?

I : Tidak tahu iu senyawa baru apa bukan

P : Kalau kertas tadi jadi senyawa baru tidak?

I : Tidak tahu, maksudnya senyawa baru tidak tahu. Senyawa baru berarti beda, tapi ada bedanya, ini baru berarti termasuk fisika kimia.

P : Berarti yang terbakar itu beda dengan kayunya?

I : Beda. Abu itu termasuk senyawa baru bukan?

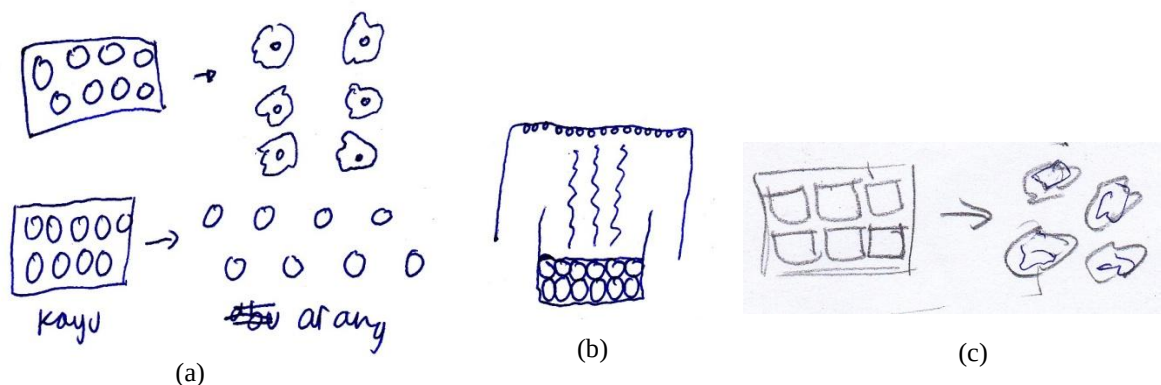
P : Menurut kamu baru tidak?

I : Tidak, perubahan fisika saja

P : Berarti abu itu sama dengan kertas?

I : Sama tapi dia sudah terbakar, jadi cuma beda bentuk dan warna.

Disamping melakukan wawancara, peneliti juga meminta siswa menggambarkan perubahan yang terjadi pada partikel penyusun materi melalui proses modifikasi. Gambar 3.1 berikut ini merupakan hasil gambar siswa tentang partikel penyusun materi sebelum dan setelah mengalami perubahan.



Gambar 3.1 Gambaran Siswa tentang Proses Modifikasi

Berdasarkan gambaran siswa tersebut, dapat disimpulkan bahwa sebagian siswa menganggap bahwa partikel penyusun materi termodifikasi. Bentuk modifikasi tersebut digolongkan dalam tiga kelompok dengan penjelasan sebagai berikut :

- Gambar 3.1(a) menunjukkan bahwa partikel penyusun zat termodifikasi berukuran lebih kecil daripada partikel awalnya
- Gambar 3.1(b) menunjukkan bahwa partikel penyusun zat termodifikasi berukuran sama dengan partikel awalnya, hanya letaknya berjauhan
- Gambar 3.1(c) menunjukkan bahwa partikel penyusun zat termodifikasi berubah sesuai dengan perubahan zat awalnya

3. *Proses Transmutasi*

Kategori ini menunjukkan konsepsi siswa yang menganggap bahwa terbentuknya zat baru disebabkan adanya mutasi dari zat lain atau dari bentuk energi lain berupa panas, api, dan lain sebagainya yang terlibat selama proses reaksi berlangsung. Dalam penjelasannya, siswa mengetahui bahwa zat yang terbentuk sebagai hasil reaksi berbeda dengan zat awal namun siswa tidak dapat menjelaskan dengan tepat penyebabnya. Menurut mereka, zat tersebut merupakan hasil mutasi dari zat awal. Misalnya dalam peristiwa perkaratan paku siswa menjelaskan bahwa karat itu adalah asam-asam atau oksigen (udara) yang menempel pada paku, atau pada peristiwa pembakaran kertas dan kayu, kertas berubah menjadi abu dan kayu berubah menjadi arang. Sebanyak 12,78% atau 23 respon siswa menyatakan bahwa reaksi kimia terjadi melalui proses transmutasi. Berikut adalah salah satu cuplikan hasil wawancaranya.

- P : Asalnya arang ini darimana?*
I : Dari pembakaran kayu
P : Kalau dari pembakaran, kira-kira arangnya sama dengan kayu tidak?
I : Tidak
P : Kenapa tidak sama?
I : Karena kayunya sudah berubah jadi arang

4. *Proses Transformasi*

Kategori ini menggambarkan konsepsi siswa yang menganggap bahwa pembentukan zat baru merupakan hasil transformasi dari zat lain, baik secara keseluruhan maupun sebagian. Dalam kategori ini, siswa sudah mampu menjelaskan perubahan yang terjadi terhadap zat awal hingga tingkat partikelnya. Menurut mereka, perubahan yang terjadi dapat diakibatkan adanya penambahan atau pengurangan zat dari/ke zat awal, akibat interaksi dengan energi yang terlibat selama proses reaksi berlangsung, atau akibat adanya penyusunan kembali unsur-unsur penyusunnya melalui proses pemutusan dan pembentukan ikatan. Namun siswa tidak menjelaskan adanya reaksi antara zat awal dengan zat lain selama proses berlangsung. Misalnya dalam proses pembakaran spiritus dan pemanasan gula, siswa menganggap terbentuknya air berasal dari penyusunan kembali atom-atom H dan O dalam spiritus dan gula akibat adanya panas(api). Adapula yang menjelaskan bahwa terbentuknya abu dan arang berasal dari reaksi antara kertas dan kayu dengan api, bukan dengan oksigen. Sebanyak 28 respon (15,56%) menunjukkan adanya siswa-siswa yang memahami reaksi kimia dengan menggunakan konsep transformasi. Berikut merupakan salah satu cuplikan wawancaranya.

- P : Kalau titik-titik embun disini apa?*
I : Air
P : Asal airnya darimana?
I : Dari spiritus yang dibakar, rumusnya spiritus itu apa?
P : Dia komponen utamanya etanol
I : Etanol, berarti $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Jadi karena mengandung C,H dan O spiritus akan terurai menjadi H_2O

P: Terurainya karena apa?

I: Karena pembakaran

P: Memang kenapa kalau etanol kena pembakaran?

I: Berarti unsur C,H dan O dalam spiritus itu terurai,terpisah menjadi bentuk yang lain

P: Sebelum ada pembakaran, C, H, O dalam spiritus itu gimana, terus setelah pembakaran gimana?

I: Jadi C,H dan O di spiritus itu jadi satu gitu, berikatan, misalnya seperti ini (menggambar), C,H dan O seperti ini terus terbakar dia membentuk zat lain, misalnya ini (menggambar persegi dan segitiga)

P: Kenapa kok bisa berubah?

I: Ya karena pembakaran

P: Ini saling berikatan (menunjuk gambar)?

I: Iya, tapi ntar kalo kena api ikatannya putus

P: Kalau ikatannya putus kenapa membentuk ini (menunjuk gambar hasil reaksi)?

I: Karena sudah berikatan dengan yang lain membentuk zat lain

5. Proses Interaksi Kimia

Kategori ini memiliki tingkat kebenaran paling tinggi. Siswa yang menjelaskan dengan kategori ini telah memahami bahwa adanya interaksi kimia antar zat menyebabkan terbentuknya zat baru. Dalam proses pembentukan zat baru, terjadi interaksi antara suatu zat dengan zat yang lain sehingga menghasilkan zat yang benar-benar baru dan berbeda dari zat awalnya. Misalnya dalam proses pembakaran, terjadi interaksi kimia antara spiritus dan gula sehingga menghasilkan uap air, sedangkan reaksi logam dengan oksigen akan menghasilkan hidrat oksida logam yang menyebabkan lapisan logam tertutup karat. Sedangkan dalam peristiwa pembakaran kertas dan kayu, keduanya harus bereaksi dengan oksigen sehingga dapat terbentuk abu dan arang jika proses pembakaran berlangsung tidak sempurna. Hasil analisis terhadap 180 respon secara keseluruhan, 33,89% (61 respon) menunjukkan respon siswa yang telah benar-benar memahami reaksi kimia. Berikut salah satu cuplikan hasil wawancaranya.

P: Berarti warnanya berubah ya intinya. Selain perubahan warnanya paku ini sudah berkarat, terus kalau ini karatnya kira-kira darimana?

I: Dari oksidasi sama udara.

P: Dengan semua jenis udara?

I: Yang mengandung oksigen

P: Gimana oksigen bisa menyebabkan pakunya menjadi berkarat?

I: Oksigennya bereaksi sama pakunya

P: Maksudnya bereaksi itu bagaimana?

I: Ya bereaksi

P: Menurut bayangan kamu, reaksinya itu kayak apa?

I: Apa ya? Gimana ya? Diluarnya mungkin

P: Maksudnya diluar?

I: Ya oksigennya nempel di permukaannya paku gitu

P: Kalau maksudnya bereaksi itu tadi bagaimana?

I: Ada udara yang mengelilingi paku

P: Cuma mengelilingi aja?

I: Menempel

P: Kalau uda menempel, terus gimana bisa menghasilkan perbedaan warna yang tadi itu?

I: Yang hitam-hitam ini (karat) hasil dari reaksi

P: Hasil reaksinya apa?

I: Hasil reaksi paku dan oksigen

Berdasarkan hasil wawancara, diperoleh total 180 respon siswa tentang reaksi kimia, namun 2 respon dianggap tidak valid sehingga tidak dapat dikategorisasi. Secara keseluruhan, respon terbanyak yang diberikan oleh siswa tentang reaksi kimia adalah kategori E yaitu terjadi interaksi kimia sebanyak 61 respon (33,89%). Data mengenai jumlah dan persentase masing-masing kategori tentang reaksi kimia disajikan dalam tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.1 Jumlah dan Persentase Tiap Kategori Deskripsi

Kategori Deskripsi		Jumlah Respon	%
A	Proses Perpindahan	27	15,00
B	Proses Modifikasi	39	21,67
C	Proses Transmutasi	23	12,78
D	Proses Transformasi	28	15,56
E	Proses Interaksi Kimia	61	33,89
Tidak dapat dikategorikan		2	1,10
Jumlah		180	100

Namun jika diperhatikan lebih jauh, sebaran lima kategori deskripsi tersebut tidak merata untuk tiap-tiap fenomena yang disajikan. Pada tabel 3.4 berikut disajikan data sebaran respon untuk tiap kategori deskripsi pada masing-masing fenomena yang selanjutnya digambarkan pada grafik 3.1.

Tabel 3.4. Tabel Sebaran Kategori Deskripsi pada Tiap Fenomena

Kategori Deskripsi		A	B	C	D	E
Pembakaran Spiritus	Σ	7	12	5	4	1
	%	3,89	6,67	2,78	2,22	0,56
Pemanasan Gula	Σ	12	3	5	8	2
	%	6,67	1,67	2,78	4,44	1,11
Perkaratan Paku	Σ	2	0	5	0	23
	%	1,11	0,00	2,78	0,00	12,78
Perkaratan Seng	Σ	3	0	4	0	23
	%	1,67	0,00	2,22	0,00	12,78
Pembakaran Kertas	Σ	1	12	2	8	6
	%	0,55	6,67	1,11	4,45	3,33
Pembakaran Kayu	Σ	2	12	2	8	6
	%	1,11	6,67	1,11	4,45	3,33
Jumlah	Σ	27	39	23	28	61
	%	15,00	21,68	12,78	15,56	33,89

Berdasarkan grafik 3.1, kategori A (proses perpindahan) paling banyak digunakan siswa untuk menjelaskan fenomena pemanasan gula, sedangkan kategori B (proses modifikasi) paling banyak digunakan untuk menjelaskan fenomena pembakaran spiritus, pembakaran kertas, dan pembakaran kayu. Proses pembakaran spiritus, pemanasan gula dan perkaratan paku juga banyak dijelaskan dengan menggunakan konsep transmutasi. Sedangkan proses transformasi banyak digunakan untuk

menjelaskan fenomena pemanasan gula, pembakaran kertas, dan pembakaran kayu. Jika diperhatikan lebih lanjut, siswa tidak menggunakan proses modifikasi dan transformasi untuk menjelaskan peristiwa perkaratan paku dan seng.

Konsep Alternatif dalam Kategori Deskripsi Reaksi Kimia

Setelah data wawancara dianalisis dan digolongkan dalam kategori-kategori deskripsi yang telah dibuat, maka dapat diketahui konsepsi masing-masing siswa tentang reaksi kimia. Kategori deskripsi disusun secara berjenjang mulai dari pemahaman yang kurang sempurna hingga yang paling tepat. Pemahaman paling benar ditunjukkan oleh siswa mampu menjelaskan tentang adanya interaksi kimia antar zat yang menyebabkan terbentuknya zat baru. Kategori ini ditunjukkan dengan kode E.

Namun, tidak semua siswa memiliki pemahaman yang lengkap tentang reaksi kimia. Sebagian siswa menggunakan konsep-konsep yang terbentuk dalam pikiran mereka untuk menjelaskan reaksi kimia. Konsep-konsep tersebut tidak sesuai dengan konsep yang dipahami oleh masyarakat ilmiah dan sering disebut sebagai konsep alternatif. Pada dasarnya kategori deskripsi yang terbentuk juga merupakan konsep alternatif. Berikut deskripsi untuk masing-masing konsep alternatif reaksi kimia.

1. Pembakaran spiritus identik dengan penguapan spiritus

Menurut pendapat 12 siswa, embun yang dihasilkan dari pembakaran spiritus adalah spiritus itu sendiri. Spiritus mengalami perubahan wujud dari cairan menjadi uap kemudian mengembun kembali dan menempel pada dinding *beaker glass*. Siswa mengidentikan proses ini dengan penguapan air sehingga spiritus hanya mengalami modifikasi dari bentuk cairan menjadi embun spiritus. Konsep alternatif ini dimiliki oleh 40%. Berikut pernyataan salah satu siswa dari kutipan wawancaranya.

P : Pernah memanaskan air yang ditutup kan? Itu ditutupnya kan juga ada embunnya. Kalau itu embun apa?

I : Uap air

P : Gimana kalau proses itu dibandingkan sama spiritus yang dibakar tadi?

I : Ya sama aja, ada yang menguap soalnya, bedanya ini spiritus, kalo itu air

2. Setiap zat yang menghasilkan air saat dipanaskan atau dibakar, maka zat tersebut pasti mengandung air

Air yang muncul sebagai hasil reaksi merupakan campuran air dalam zat yang menguap akibat dipanaskan atau dibakar. Meskipun zat tersebut murni dan secara fisik berupa zat yang kering, siswa tetap menganggap di dalamnya masih tercampur dengan air. 14 dari 30 siswa (46,67%) memiliki konsep tersebut. Berikut salah satu kutipan wawancaranya.

P : Kalau gitu darimana airnya?

- I : Gulanya mengandung air*
P : Tapi ini kan gulanya kering?
I : Pasti ada airnya, meskipun cuma sedikit banget pasti ada airnya

3. Konsep massa dalam fenomena perkaratan

Selain proses terjadinya reaksi kimia yang menjadi fokus utama dalam penelitian, peneliti juga mengemukakan pertanyaan sehubungan massa logam yang berkarat. Siswa diminta membandingkan massa logam (paku dan seng) sebelum dan setelah berkarat. Berdasarkan analisis dari hasil wawancara ditemukan dua konsep alternatif siswa tentang massa logam dalam proses perkaratan. Berikut penjelasan untuk kedua konsep alternatif tersebut.

a. Perkaratan tidak mempengaruhi massa logam

Karena perkaratan melibatkan reaksi kimia, maka massa zat sebelum dan sesudah bereaksi adalah sama. Dalam reaksi kimia berlaku hukum kekekalan massa. Meskipun siswa mampu menjelaskan dengan benar reaksi antara logam dengan air dan oksigen hingga membentuk karat, namun siswa mengabaikan massa oksigen dan air yang bereaksi sehingga mereka menganggap massa logam setelah dan sebelum berkarat adalah sama. Konsep massa dalam perkaratan ini dipahami oleh 11 siswa (36,67%). Berikut salah satu kutipan wawancaranya.

- P : Kalau misalnya paku sebelum berkarat massanya ditimbang kemudian setelah berkarat massanya juga ditimbang, kira-kira massanya gimana?*
I : Sama aja, massa paku tidak berkarat sama dengan massa paku berkarat
P : Kenapa kok sama?
I : Reaksi kimia itu tidak mengurangi massa.

b. Perkaratan mengurangi massa logam

Siswa yang memberikan pernyataan ini menganggap bahwa massa logam berkarat lebih ringan daripada sebelum berkarat. Mereka berpendapat bahwa logam menjadi rapuh sehingga banyak bagian besi yang lepas. Ada pula yang berpendapat pengurangan massa terjadi akibat besi mengalami reaksi kimia membentuk senyawa lain sehingga massanya berkurang. Enam siswa (20%) memiliki pemahaman tersebut. Berikut salah satu contoh cuplikan wawancaranya

- P : Apabila sebelum berkarat massa paku ditimbang, kemudian setelah berkarat paku juga ditimbang, kira-kira massanya gimana?*
I : Lebih berat yang sebelum berkarat. Karena beberapa zatnya yang ini sudah terbawa air.
P : Terbawa gimana maksudnya?
I : Jadi satu sama airnya

4. Pembakaran tidak menghasilkan zat baru, hanya terjadi perubahan kenampakan fisik namun kandungan partikel dalam zatnya tetap sama

Kertas yang berubah menjadi abu dan kayu yang berubah menjadi arang hanya mengalami perubahan warna, bentuk, ukuran, dan kekuatannya saja. Partikel zat yang terkandung dalam kertas dan abu tetap sama, seperti halnya dalam kayu dan arang. Siswa menganggap bahwa tidak ada zat lain yang terlibat dalam pembakaran selain zat tersebut dengan api. Api hanya berperan untuk

mengubah warna menjadi hitam/abu-abu dan mengubah bentuk serta ukuran kertas dan kayu menjadi tidak beraturan dan lebih kecil. Selain dari hasil wawancara, gambaran siswa juga mendukung konsep alternatif ini. Konsep alternatif ini dimiliki oleh 12 siswa (40%). Berikut salah satu kutipannya.

P : Kalau partikel-partikel yang ada dikertas sama partikel yang ada di abu gimana?

I : Sama aja, interkasinya cuma sama pembakarannya aja

P : Tidak ada perbedaan?

I : Cuma luarnya saja

P : Bisa minta tolong kalau digambarkan seperti apa?

I : Ini potongan kertas.

P : Jadi partikel yang ada dikertas juga ada di abu?

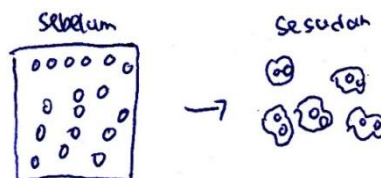
I : Iya

P : Partikelnya sama?

I : Sama aja

P : Jadi perannya api dalam pembakaran ini untuk apa?

I : Mengubah bentuk kertasnya



5. Pembakaran yang dilakukan pada ruang tertutup tidak berpengaruh terhadap massa

Di dalam ruang tertutup, gas-gas hasil pembakaran tidak dapat terlepas ke udara sehingga siswa menganggap massa zat sebelum dan sesudah dibakar adalah sama. Meskipun siswa mengetahui adanya peran oksigen dalam pembakaran, siswa tidak memperhitungkan massanya yang bereaksi dengan kertas dan kayu sehingga mereka menganggap massanya tidak berubah. Konsep seperti ini dipahami oleh 18 dari 30 siswa (60%). Berikut salah satu kutipan wawancaranya.

P : Misalnya pembakaran dilakukan di ruang tertutup, kemudian massa kertas sebelum dan setelah dibakar ditimbang, kira-kira beratnya sama atau tidak ?

I : Sama

P : Kenapa kalau diruang tertutup beratnya sama ?

I : Saya ingat hukum kekekalan massa, Bu.

P : Hukum Kekekalan Massa, yang bagaimana ?

I : Massa zat sebelum dan sesudah reaksi itu sama

P : Kalau dari fenomena ini berarti massa apa yang sama ?

I : Massa kertas sebelum dan setelah dibakar sama kalau diruang tertutup, kalau di ruang terbuka ada yang lain yang menguap. Kalau uapnya ditimbang massanya bisa sama.

KESIMPULAN

Penelitian tentang reaksi kimia dengan pendekatan fenomenografi ini menghasilkan kategori deskripsi serta temuan konsep-konsep alternatif tentang reaksi kimia. Kategori deskripsi yang ditemukan dalam penelitian ini menggambarkan konsepsi siswa tentang reaksi kimia. Kategori yang disusun berdasarkan penambahan tingkat pemahaman siswa tentang reaksi kimia tersebut meliputi: (1) proses perpindahan; (2) proses modifikasi; (3) proses transmudasi; (4) proses transformasi; dan (5) proses interaksi kimia.

Selain itu, dalam kategori deskripsi tersebut terdapat beberapa konsep alternatif yang

dipahami siswa. Berikut temuan konsep-konsep alternatif tersebut.

- a. Pembakaran spiritus identik dengan penguapan spiritus
- b. Setiap zat yang menghasilkan air saat dipanaskan atau dibakar, maka zat tersebut pasti mengandung air
- c. Konsep perkaratan dalam fenomena perkaratan, meliputi perkaratan tidak mempengaruhi massa logam dan perkaratan mengurangi massa logam
- d. Pembakaran tidak menghasilkan zat baru, hanya terjadi perubahan kenampakan fisik namun kandungan partikel dalam zatnya tetap sama
- e. Pembakaran yang dilakukan pada ruang tertutup tidak berpengaruh terhadap massa

DAFTAR PUSTAKA

- Suparno, F. 1997. *Filsafat Konstruktivistik*. Jakarta: Rineka Cipta, hal. 18.
- Kazembe, T. 2010. Use of Portfolios to Correct Alternative Conceptions and Enhance Learning. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*. 2 (1): 26-43.
- Nakhleh, M. B. 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*. 69 (3):191-196. 191
- Nahum. T.L., Hofstein, A., Naaman, R.M., dan Bardov, Z. 2004. Can Final Examination Amplify Students' Misconception in Chemistry? *Chemistry Education: Research and Practice*. 5 (3): 301-325.
- Rahayu, S & Kita, M. 2010. An Analysis of Indonesian and Japanese Students' Understanding of Macroscopic and Submicroscopic Levels of Representing Matter and Its Changes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, (8): 667-688. 669
- Marton, F. 1981. Phenomenography – Describing Conceptions of the World Around Us. *Instructional Science*, 10 (1981): 177-200.
- Rahayu, S. 2000. Menggali Konsepsi Siswa tentang Sains dengan Pendekatan Fenomenografi. *Jurnal Pendidikan*, 29 (1): 115-133.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. 2006. *How to Design and Evaluate Research and Education Sixth Edition*. New York : McGraw Hill, hal. 431.
- Sukmadinata, S.N. 2007. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Remaja Rosdakarya, hal. 73.
- Sugiyono. 2008. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta, hal. 233.
- Moehnilabib, M. 2003. *Dasar-dasar Metodologi Penelitian*. Malang: UM Press dan Lemlit UM, hal. 93.
- Moleong, L.J. 1991. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosda Karya, hal. 135.
- Säljö, R. (1988). *Learning in Educational Settings: Methods of Inquiry*. In P. Ramsden (Ed.). *Improving Learning: New Perspectives*. New York, NY: Nichols Publishing.

PENGARUH PENERAPAN PROJECT BASE LEARNING PADA PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN AUDIO VISUAL TERHADAP KEMAMPUAN PEMAHAMAN DAN MENJELASKAN MATERI KIMIA SMA

Munzil¹*

¹ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

munzil88@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan *project base learning* pada pengembangan media pembelajaran audio visual terhadap kemampuan pemahaman dan kemampuan menjelaskan materi kimia SMA pada mahasiswa semester ahir yang menempuh matakuliah pengembangan media pembelajaran. Sebanyak 30 mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia UM yang sedang menempuh matakuliah Pengembangan Media Pembelajaran dibagi dalam 6 kelompok, dan diberi tugas untuk mengembangkan media pembelajaran audio visual kimia dengan materi yang berbeda-beda. Pengembangan media pembelajaran dimulai dari pembuatan *story board*, merancang media dan mengisi suara untuk menjelaskan materi kimia yang disajikan. Untuk mengetahui tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi kimia SMA, subjek penelitian diberi pretest dan post test, sedangkan untuk mengetahui kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan materi kimia SMA didasarkan atas presentasi awal tentang rancangan media dan audio yang diisi ke dalam media pembelajaran kimia. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pemahaman materi kimia SMA pada masing-masing kelompok, kenaikan rata-rata untuk masing-masing kelompok adalah: kelompok 1 dengan materi stoikiometri mengalami kenaikan dari skor 50 menjadi 85, kelompok 2 dengan materi kesetimbangan kimia mengalami kenaikan dari skor 60 menjadi 90, kelompok 3 dengan materi kecepatan reaksi kimia mengalami kenaikan dari skor 55 menjadi 90, kelompok 4 dengan materi kimia karbon mengalami kenaikan dari skor 45 menjadi 85, kelompok 5 dengan materi redoks mengalami kenaikan dari skor 55 menjadi 90, dan kelompok 6 dengan materi kimia lingkungan mengalami kenaikan dari 60 menjadi 90. Kemampuan menjelaskan materi kimia SMA juga mengalami kenaikan yang signifikan, rata-rata tiap kelompok mengalami kenaikan rata-rata sebesar 40.

Kata Kunci: *Project base Learning, pemahaman, kemampuan menjelaskan*

PENDAHULUAN

Ilmu Kimia merupakan salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam (Sains) yang mempelajari tentang sifat materi, struktur materi, perubahan materi, hukum dan prinsip perubahan materi, serta konsep dan teori yang menyertainya (Effendy, 2008:1). Kebanyakan bahasan dalam ilmu kimia bersifat abstrak karena meliputi kejadian-kejadian dalam skala submikroskopis, bersifat hirarki karena keseluruhan materi saling berhubungan, dan menggunakan operasi matematika seperti pada materi perhitungan mol dan perhitungan pH. Hidrolisis garam ini membahas tentang reaksi ionisasi garam yang terlarut dalam air, perhitungan yang bersifat alogaritmik yaitu penentuan pH suatu larutan garam, dituntut untuk mengetahui sifat dari larutan garam. Karakteristik yang telah dijelaskan, materi ini merupakan materi yang bersifat abstrak yang meliputi kejadian-kejadian dalam skala mikroskopis, bersifat hirarki, dan menggunakan operasi matematika. Hal ini merupakan salah satu kendala bagi siswa dalam mempelajarinya. Dengan demikian pembelajaran juga harus lebih melibatkan siswa dalam memperoleh konsep.

Pembelajaran kimia pada saat ini umumnya pembelajaran didominasi oleh pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*). Akibatnya siswa memiliki banyak pengetahuan tetapi tidak dilatih untuk menemukan pengetahuan dan konsep secara mandiri dan memiliki penafsiran yang berbeda-beda terhadap gambaran mikroskopisnya, sehingga siswa lebih cepat bosan dalam mengikuti pelajaran. Strategi pembelajaran yang digunakan guru kebanyakan merupakan strategi pembelajaran *Ekspositori*. Strategi pembelajaran ekspositori adalah pembelajaran yang menekankan kepada proses penyampaian materi secara verbal dari seorang guru kepada sekelompok siswa dengan maksud agar siswa dapat menguasai materi pelajaran secara optimal. Sehingga dibutuhkan strategi pembelajaran yang dapat membantu siswa dalam mempelajari materi yang bersifat abstrak.

Strategi pembelajaran salah satunya adalah strategi pembelajaran kooperatif yang merupakan strategi pembelajaran yang memungkinkan terjadinya interaksi dan transaksi di antara siswa dalam proses pembelajaran yang sesuai dengan teori konstruktivisme (Dasna, 2006:45). Terdapat beberapa strategi dalam pembelajaran kooperatif, salah satunya adalah TAI (*Teams Assisted Individualization*). Strategi ini terdiri dari delapan komponen, yaitu : 1) *Teams* merupakan, 2) *Test Penempatan*, 3) *Materi-materi Kurikulum*, 4) *Belajar Kelompok*, 5) *Skor Tim dan Rekognisi Tim*, 6) *Kelompok Pengajaran*, 7) *Tes Fakta*, dan 8) *Unit Seluruh Kelas* (Slavin, 2005: 195-200). *Teams Assisted Individualization* (TAI) merupakan pembelajaran kooperatif yang mengabungkan antara pembelajaran individu dan pembelajaran kooperatif. Maka dari itu strategi pembelajaran *Teams Assisted Individualization* (TAI) menekankan pada siswa belajar dalam sebuah tim dan setiap tim bertanggung jawab dan memastikan bahwa tiap anggota tim telah menguasai konsep yang dipelajarinya.

Strategi pembelajaran *Teams Assisted Individualization* (TAI) menekankan pada perolehan konsep dan perhitungan atau aloritmik. Pembelajaran dengan menggunakan *Teams Assisted Individualization* (TAI) pada materi hidrolisis garam ini juga memadukan mengabungkan antara pembelajaran individu dan pembelajaran kooperatif atau kelompok untuk mendiskusikan konsep yang bersifat abstrak. Siswa yang belum mengerti dengan materi hidrolisis garam akan saling membantu dalam mengkonstruksi konsep ataupun pemahaman materi. Dengan demikian strategi pembelajaran *Teams Assisted Individualization* (TAI) dapat diterapkan untuk mempermudah siswa dalam belajar materi-materi kimia seperti hidrolisis garam dengan kondisi pembelajaran yang menyenangkan.

Ilmu kimia berasal dan berkembang berdasarkan eksperimen-eksperimen, sehingga disebut sebagai ilmu eksperimental dan dari eksperimen-eksperimen tersebut terbentuklah deskripsi yang berupa konsep-konsep. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ilmu kimia dipandang sebagai ilmu yang sulit dan kurang menarik untuk dipelajari. Sebagian besar pelajar sekolah menengah mengalami kesulitan kimia karena karakteristik dari konsep-konsep. Permasalahan pembelajaran

kimia menuntut adanya pembaharuan dari sistem pembelajaran yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada siswa dengan melakukan kegiatan percobaan di laboratorium dan dengan melakukan pemahaman individu terlebih dahulu kemudian melakukan diskusi atau dapat dikatakan dengan *sharing*. Menurut Hamalik (2008: 85) Pembelajaran (instruction) adalah suatu usaha untuk membuat peserta didik belajar atau suatu kegiatan untuk membelajarkan peserta didik. Inti dari pembelajaran adalah segala upaya yang dilakukan oleh pendidik agar terjadi proses belajar pada diri peserta didik. Kegiatan pembelajaran tidak akan berarti jika tidak menghasilkan kegiatan belajar pada para peserta didiknya.

Menurut Sanjaya (2006;179) strategi pembelajaran ekspositori adalah pembelajaran yang menekankan kepada proses penyampaian materi secara verbal dari seorang guru kepada sekelompok siswa dengan maksud agar siswa dapat menguasai materi pelajaran secara optimal. Menurut Roy Killen (dalam Sanjaya, 2006) strategi pembelajaran ekspositori ini dengan istilah pembelajaran langsung (*direct intruction*), karena dalam strategi ini materi pelajaran disampaikan langsung oleh guru. Siswa tidak dituntut untuk menemukan materi itu. Strategi pembelajaran ekspositori merupakan bentuk pendekatan pembelajaran yang berorientasi kepada guru (*teacher centered*). Guru aktif memberikan penjelasan mengenai materi pelajaran dan siswa pasif mendengarkan penjelasan dan mencatat pokok-pokok materi yang disajikan dan mengerjakan latihan. Untuk mengimplementasikan pembelajaran ekspositori maka digunakan metode ceramah disertai dengan latihan soal dan tanya jawab.

Menurut Slavin (2005:187) pembelajaran kooperatif *Teams Asssisted Individualy* (TAI) merupakan pembelajaran kelompok dimana terdapat seorang siswa yang lebih mampu berperan sebagai asisten yang bertugas membantu secara individual siswa lain yang kurang mampu dalam suatu kelompok, dalam hal ini pendidik hanya sebagai fasilitator dan mediator dalam proses belajar mengajar cukup menciptakan kondisi lingkungan belajar yang kondusif bagi peserta didiknya.

Adapun beberapa alasan menggunakan strategi pembelajaran kooperatif *Team Assisted Individualization* untuk dikembangkan sebagai variasi pembelajaran agar hasil belajar dapat tercapai, antara lain adalah dalam strategi pembelajaran ini tidak ada persaingan antar siswa karena siswa saling bekerjasama untuk menyelesaikan masalah dalam mengatasi cara berpikir yang berbeda, siswa tidak hanya mengharap bantuan dari guru, tetapi siswa juga termotivasi untuk belajar cepat dan akurat pada seluruh materi dan guru setidaknya hanya menggunakan setengah dari waktu mengajarnya sehingga akan lebih mudah dalam pemberian bantuan secara individu.

METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan penelitian eksperimental semu (*Quasy Experimental Design*) dengan model *post-test only control group*

design karena pada prosesnya tidak dilakukan randomisasi sampel secara sesungguhnya dan hanya memberikan *post-test* saja pada akhir pembelajaran. Kelas eksperimen dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran TAI. Kelas kontrol dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori. Rancangan penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

Subject	Perlakuan	Posttest
Kelas eksperimen	X ₁	O ₁
Kelas kontrol	X ₂	O ₂

Keterangan:

X₁: Perlakuan berupa strategi kooperatif tipe TAI (*Teams Assisted Individualization*)

X₂: Perlakuan berupa strategi *Ekspositori*

O₁: Nilai hasil belajar kelas eksperimen

O₂: Nilai hasil belajar kelas kontrol

Populasi dalam penelitian ini adalah semua siswa kelas XI SMA Negeri 9 Malang, Tahun Ajaran 2014/2015 yang terdiri atas lima kelas, yaitu kelas XI MIA 1, XI MIA 2, XI MIA 3, XI MIA 4, XI MIA 5, dan XI MIA 6. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik *random sampling* melalui dua kali undian. Undian pertama, yang terpilih sebagai sampel penelitian adalah kelas XI MIA 4 dan kelas XI MIA 6. Pada undian kedua, kelas XI MIA 6 terpilih sebagai kelas kontrol dan kelas XI MIA 4 terpilih sebagai kelas eksperimen. Siswa pada kelas kontrol berjumlah 30 siswa, sedangkan pada kelas eksperimen berjumlah 30 siswa.

Instrumen perlakuan berupa perangkat pembelajaran yang digunakan pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Perangkat pembelajaran dengan strategi pembelajaran *Teams Assisted Individualization* (TAI) maupun strategi ekspositori terdiri atas silabus, RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran), dan LKS. Instrumen pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ulangan harian materi Hidrolisis Garam yang digunakan untuk mengetahui hasil belajar kognitif siswa. Nilai hasil belajar kognitif siswa diperoleh dari hasil tes yang dilakukan setelah semua materi hidrolisis garam selesai diajarkan. Data yang diperoleh dari hasil penelitian, dianalisis menggunakan teknik analisis statistik, dan teknik analisis deskriptif. Nilai hasil belajar kognitif siswa dianalisis menggunakan teknik analisis statistik dengan uji-t. Nilai hasil belajar materi hidrolisis garam untuk mengetahui rata-rata, nilai kuis, dan standar deviasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan Awal Siswa

Data kemampuan awal siswa diperoleh dari nilai ulangan harian materi Asam Basa. Deskripsi data kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Deskripsi Data Kemampuan Awal Siswa

Parameter	Kelas eksperimen	Kelas Kontrol
Jumlah siswa	30	30
Nilai ulangan harian	64,53	61,73
Standar Deviasi	8,102	7,552

Uji prasyarat analisis dilakukan terhadap data kemampuan awal siswa yang meliputi uji normalitas, uji homogenitas, dan kesamaan dua rata-rata. Hasil uji normalitas, uji homogenitas, dan uji kesamaan dua rata-rata data kemampuan awal siswa dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas, Uji Homogenitas dan Uji Kesamaan Dua Rata-rata Data Kemampuan Awal Siswa

Kelas	Rata-rata	Nilai signifikan normalitas	Nilai signifikansi homogenitas	Nilai signifikan (dua pihak)
Eksperimen	64,53	0,176	0,672	0,171
Kontrol	61,73	0,056		

Tabel 3 menunjukkan bahwa data kemampuan awal siswa terdistribusi normal karena nilai signifikansinya $> 0,05$. Tabel 3 menunjukkan bahwa data nilai kemampuan awal siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi TAI dan siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori memiliki varian yang sama atau homogen karena nilai signifikansinya $> 0,05$. Tabel 3 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan kemampuan awal siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran TAI dan siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori karena nilai signifikansinya $> 0,05$.

Hasil Belajar Siswa

Pada penelitian ini hasil belajar siswa yang dibahas hanya hasil belajar kognitif. Penilaian hasil belajar kognitif dilakukan dengan ulangan harian. Ulangan harian dilaksanakan setelah semua

materi Hidrolisis Garam selesai diajarkan. Ulangan harian berupa 25 soal pilihan ganda yang telah diuji validitas, tingkat kesukaran, daya beda, dan reliabilitasnya. Deskripsi nilai ulangan harian siswa dapat dilihat pada Tabel 5. Distribusi frekuensi nilai ulangan harian hidrolisis garam dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5 Deskripsi Nilai Ulangan Harian Siswa

Parameter	Kelas eksperimen	Kelas kontrol
Jumlah siswa	30	30
Nilai ulangan harian	81,07	75,33
Standar Deviasi	7,786	10,243

Tabel 6 Distribusi Frekuensi nilai ulangan Harian Hidrolisis Garam

No.	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Kelas Interval	frekuensi	Kelas Interval	Frekuensi
1	60 – 69	2	60 – 69	11
2	70 – 79	8	70 - 79	8
3	80 – 89	15	80 – 89	8
4	90 – 99	5	90 - 99	3

Uji Prasyarat Analisis

Uji prasyarat analisis dilakukan terhadap data ulangan harian siswa yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Setelah uji prasyarat analisis kemudian dilakukan uji hipotesis untuk mengetahui apakah kedua sampel memiliki perbedaan hasil belajar atau tidak. Hasil uji normalitas dan uji homogenitas hasil belajar kognitif dapat dilihat pada Tabel 7

Tabel 7 Hasil Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Hasil Belajar Kognitif

Kelas	Rata-rata	Nilai signifikan (normalitas)	Kesimpulan	Nilai signifikan (homogenitas)
Eksperimen	81,07	0,200	Normal	0,071
Kontrol	75,33	0,098	Normal	

Tabel menunjukkan bahwa data hasil belajar terdistribusi normal karena nilai signifikansinya $> 0,05$. Tabel 3 menunjukkan bahwa data hasil belajar siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi TAI dan siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori memiliki varian yang sama atau homogen karena nilai signifikansinya $> 0,05$.

Uji Hipotesis

Hasil uji hipotesis hasil belajar siswa dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Uji Hipotesis Hasil Belajar Siswa

Kelas	Rata-rata	Nilai signifikasi (dua pihak)	Kesimpulan
Eksperimen TAI	81,07		$0,018 < 0,05$
Eksperimen Ekspositori	75,33	0,018	H_0 ditolak; H_1 diterima

Tabel 8 menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar antara siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran TAI dan siswa yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori karena nilai signifikansinya $< 0,05$ yaitu sebesar 0,018.

Perbedaan hasil belajar tersebut menandakan terdapatnya pengaruh strategi pembelajaran koopeatif tipe *Team-Assisted Individualization* (TAI) terhadap hasil belajar siswa kelas XI SMA Negeri 9 Malang pada materi hidrolisis garam.

Strategi TAI siswa terfokus pada materi karena dalam satu kelompok terdapat 4-6 orang yang heterogen dan setiap anggota kelompok bertanggung jawab terhadap keberhasilan kelompoknya dan harus berkerjasama. Hal tersebut dibuktikan dengan menyelesaikan LKS secara baik dan saling berdiskusi dan tidak terdapat rasa malu untuk bertanya dalam kelompok tersebut. Hal ini dikuatkan dengan pendapat dari Slavin (2005:187) pembelajaran kooperatif *Teams Assisted Individualy* (TAI) merupakan strategi pembelajaran kelompok dimana terdapat seorang siswa yang lebih mampu berperan sebagai asisten yang bertugas membantu secara individual siswa lain yang kurang mampu dalam suatu kelompok.

Sedangkan pada kelas yang dibelajarkan dengan menggunakan strategi Ekspositori mungkin kurang terfokus dalam menyelesaikan masalah dengan cepat karena guru lebih banyak menjelaskan dan siswa mengerjakan LKS secara mandiri atau individu. Pada awalnya guru berbicara dan menerangkan materi dan contoh soal disertai tanya jawab. Hal tersebut juga dikuatkan dengan pendapat Sanjaya (2006:179) strategi pembelajaran ekspositori adalah strategipembelajaran yang menekankan kepada proses penyampaian materi secara verbal dari

seorang guru kepada sekelompok siswa dengan maksud agar siswa dapat menguasai materi pelajaran secara optimal.

Perbedaan pengerjaan LKS juga terlihat antara kelas eksperimen dan kontrol. Hal tersebut dibuktikan pada kelas eksperimen dalam mengerjakan LKS lebih terstruktur dan lebih lengkap dalam menjawabnya, seperti yang ditunjukkan pada pengerjaan LKS pada topik perhitungan pH. Dimana siswa pada kelas eksperimen lebih terstruktur yakni mengerjakan secara runtut dan menyelesaikannya dengan baik dan berbeda dengan kelas kontrol yang mana dalam pengerjaannya kurang runtut dan tidak diselesaikan dengan baik. Maka dari itu pada kelas eksperimen lebih lebih terstruktur juga dalam mendapatkan konsep.

Selain itu ketika mengerjakan siswa pada kelas eksperimen lebih teliti dan hanya sesekali bertanya kepada guru apabila tidak mengerti dalam mengerjakan LKS. Sedangkan pada kelas kontrol siswa kurang teliti dan lebih sering bertanya kepada dalam mengerjakan LKS. Sehingga dengan demikian terdapat perbedaan pengerjaan LKS antara kelas eksperimen dan kontrol.

Terdapat juga nilai kuis yang dilaksanakan pada tiap akhir pertemuan, diperoleh nilai kuis rata-rata 89,28 pada kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan strategi pembelajaran TAI dan diperoleh nilai kuis rata-rata 81,12 pada kelas dengan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori. Dari hasil nilai kuis rata-rata kedua kontrol kelas sebenarnya dapat dikatakan bahwa nilai kuis siswa pada kelas yang dibelajarkan dengan strategi pembelajaran TAI lebih tinggi dari pada nilai kuis siswa pada kelas yang dibelajarkan dengan strategi pembelajaran ekspositori. Selain itu, juga dianalisis korelasi menggunakan *Pearson Product Moment* dengan bantuan *SPSS 20.0 for Windows*. Untuk mengetahui hubungan antara nilai kuis dan hasil belajar kognitif siswa yang diperoleh dari ulangan harian, mendapatkan hasil bahwa pada kelas eksperimen terdapat hubungan yang cukup antara nilai kuis dan nilai ujian. Demikian juga dengan kelas kontrol yakni terdapat hubungan yang signifikan antara nilai kuis dan nilai ujian serta hubungannya juga cukup.

Perbedaan hasil belajar ini dipengaruhi oleh tahapan atau langkah pembelajaran yang terdapat strategi pembelajaran TAI dan Ekspositori yang juga berbeda. Strategi TAI siswa dapat saling bertukar pendapat dalam mendiskusikan materi Hidrolisis dan masalah pengerjaan LKS. Pada strategi TAI memiliki delapan tahapan dimana yang sangat berbeda tahapannya.

Tahap pertama *Teams* yang mana siswa dikelompokkan dalam kelompok-kelompok kecil yang beranggotakan 4-5 orang yang sifatnya heterogen. Sehingga fungsi kelompok adalah memastikan semua anggota kelompok ikut belajar dan memiliki kesempatan yang sama untuk sukses. Siswa mempunyai atau mengembangkan kemampuan masing-masing untuk berfikir tentang objek yang dipermasalahkan sehingga ada interaksi kelompok yang diperoleh dari sumbangsih seluruh anggota kelompok.

Tahap yang kedua *Test Penempatan* yang merupakan test awal atau hasil belajar sebelumnya yang digunakan untuk dasar pertimbangan pengelompok siswa dalam kelompoknya.

Sehingga dengan demikian mengetahui kemampuan dari setiap siswa dalam pemahaman materi sebelumnya.

Tahap ketiga *Materi-materi Kurikulum* siswa membaca dan memahami materi, serta mengerjakan tugas individu yang menunjukkan kreativitas siswa.

Tahap yang keempat *Belajar Kelompok* yang mana setiap kelompok mempunyai kewajiban untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Masing-masing anggota kelompok harus saling membantu. Dengan adanya tahapan tersebut menurut Sanjaya (2006:248) dapat memberikan kesempatan dalam kelompok untuk melakukan tukar pikiran informasi dan pendapat, mendiskusikan masalah, membandingkan jawaban serta mengoreksi hal yang kurang tepat.

Tahap kelima adalah *Skor Tim dan Rekognisi Tim* guru menghitung skor kelompok di setiap akhir pembelajaran dan memberikan penghargaan terhadap kelompok. Tahap ini dapat memotivasi siswa untuk lebih mampu meningkatkan motivasi prestasi mereka (Sanjaya, 2006:249)

Tahap keenam *Kelompok Pengajaran* pemberian materi pokok oleh guru secara klasikal dengan memperkenalkan konsep-konsep utama kepada siswa tentang materi yang dipelajarinya. Dengan demikian siswa akan mendapatkan penguatan dari guru, dan siswa akan lebih memahaminya.

Tahap ketujuh adalah *Test Fakta* dimana guru memberikan test berupa kuis untuk mengukur kemampuan siswa setelah menerima materi pembelajaran. Dengan demikian guru akan mengetahui konsep yang belum dipahami oleh siswa.

Tahap yang ke delapan *Unit Seluruh Kelas* yang mana mendapatkan penjelasan dari guru pada akhir pembelajaran dengan strategi pemecahan masalah. Hal ini dapat lebih meningkatkan pemahaman siswa terhadap yang dipelajarinya.

Tahapan-tahapan tersebutlah yang tidak terdapat dalam strategi ekspositori. Strategi pembelajaran ekspositori siswa dijelaskan secara langsung, dalam menjelaskannya menggunakan verbal serta tanya jawab, dan siswa hanya mencatat keterangan dari guru sehingga kegiatan pembelajaran lebih merasa bosan dan tergantung terhadap guru. Hal tersebut menurut Hujodo (dalam Khuzaeni, 2011) terdapat kekurangan pada strategi ekspositori pelajaran membosankan, konsep dan keterangan disampaikan oleh guru. Selain itu, tanya jawab dalam proses pembelajaran yang dilakukan oleh guru lebih mengundang jawaban serempak. Sehingga banyak siswa ikut-ikutan menjawab tanpa memikirkan apakah jawaban yang diajukan memang sesuai yang diharapkan guru.

Pembelajaran ekspositori juga memiliki kelebihan dimana terjadinya kesalahan konsep dapat diminimalkan, sebab konsep yang disampaikan oleh guru secara urut dan runtut serta menekankan pembelajaran hal-hal yang penting saja. Hal tersebut juga didukung menurut Sanjaya (2006:180) kelebihan-kelebihan dari ekspositori adalah strategi pembelajaran yang mudah

dilakukan, kesalahan konsep dapat diminimalkan, tidak membutuhkan waktu yang lama, dan menekankan pada konsep yang penting.

Perbedaan tahapan pembelajaran, ulangan harian, pengerjaan LKS, dan nilai kuis antara kelas eksperimen dan kontrol menandakan terdapat pengaruh strategi yang digunakan. Sehingga strategi TAI dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Oleh sebab itu strategi pembelajaran TAI dapat digunakan sebagai salah satu alternatif strategi pembelajaran inovatif di SMA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut: terdapat perbedaan strategi pembelajaran *Team Assisted Individualization* (TAI) terhadap hasil belajar siswa kelas XI SMAN 9 Malang pada materi Hidrolisis Garam dibuktikan dengan nilai signifikansi $0,018 < 0,05$. Rata-rata nilai hasil belajar kognitif materi Hidrolisis Garam siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan strategi pembelajaran TAI lebih tinggi ($\bar{x} = 81,07$) daripada siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan strategi pembelajaran ekspositori ($\bar{x} = 75,33$).

Saran yang diberikan berdasarkan hasil penelitian yaitu: (1) Guru diharapkan dapat menerapkan strategi pembelajaran TAI (*Teams Assisted Individualization*) untuk meningkatkan hasil belajar kognitif. (2) Sekolah diharapkan dapat memfasilitasi siswa sebaik-baiknya dalam inovasi pembelajaran seperti penerapan strategi TAI (*Teams Assisted Individualization*) dan ekspositori untuk tercapainya tujuan pembelajaran. (3) Peneliti berharap penelitian yang telah dilakukan dapat dijadikan rujukan untuk penelitian selanjutnya untuk menemukan solusi yang tepat untuk masalah pembelajaran yang sama di sekolah

DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, Khuzaini. 2011. *Perbedaan Prestasi Belajar Pokok Bahasan Pemfaktoran Bentuk Aljabar Siswa yang Diajarkan Menggunakan Pembelajaran Kooperatif Tipe Team Assisted Individualization (TAI) dengan Pembelajaran Ekspositori Kelas VIII SMPN 15 Malang*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang : Jurusan Matematika FMIPA UM
- Dasna, W., Sutrisno. 2006. *Model Pembelajaran Konstruktivistik Dalam Pembelajaran Sains-Kimia*, Malang: Universitas Negeri Malang
- Effendy. 2008. *A- Level Chemistry: for Senior High School Students* (Volume 2B). Malang: Bayumedia Publishing.
- Hamalik, Oemar, 2007. *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sanjaya, Wina. 2006. *Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana
- Slavin, R.E. 2005. *Cooperative Learning: Teori, Riset dan Praktik*. Terj. Narlulita Yusron. Bandung: Nusa Media.

MEMBEDAKAN SALAH KONSEP DAN TIDAK PAHAM KONSEP

Sri Winarni

Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Unsyiah

Darussalam Banda Aceh

e-mail: winpmk_79@yahoo.co.id

ABSTRAK: Secara umum penelitian pendidikan kimia bertujuan meningkatkan kualitas pembelajaran. Pembelajaran yang tepat akan meningkatkan pemahaman siswa. Kenyataannya tidak semua siswa mempunyai pemahaman yang memadai dalam belajar kimia. Akibatnya siswa sering salah dalam menjawab soal ujian. Jawaban salah siswa dapat dibedakan dalam beberapa kategori diantaranya salah konsep dan tidak paham konsep. Keterampilan menentukan salah konsep dan tidak paham konsep diperlukan bagi pendidik. Hal ini mengingat keduanya berdampak negatif dan mempunyai perlakuan yang berbeda dalam mengatasinya. Kesalahan konsep telah ditemukan hampir pada semua konsep kimia. Namun, masih sedikit artikel yang secara tegas membedakan siswa yang mengalami salah konsep dan tidak paham konsep. Berdasarkan sejumlah artikel hasil penelitian (antara tahun 1986-2014), laporan penelitian, dan buku bidang kimia ditemukan hal-hal mendasar yang membedakan salah konsep dan tidak paham konsep. Untuk membedakan salah konsep dan tidak paham konsep diperlukan instrument khusus diantaranya: (1) tes *open ended*; (2) wawancara; (3) diagnostik dengan *two tier*; dan (4) pilihan berganda dengan konsistensi. Salah konsep mempunyai ciri-ciri: (1) jawaban singkat benar namun alasannya salah; (2) jawaban salah secara konsisten untuk soal berbeda tetapi konsepnya sama; dan (3) jawaban mempunyai tingkat keyakinan yang tinggi. Tidak paham konsep mempunyai ciri-ciri: (1) jawaban singkat dan alasannya salah; (2) jawaban tidak konsisten untuk soal berbeda tetapi konsepnya sama; dan (3) jawaban mempunyai tingkat keyakinan yang rendah. Oleh karena itu, pendidik perlu menggunakan instrumen yang mampu membedakan siswa yang mengalami salah konsep atau tidak paham konsep.

Kata kunci: *salah konsep, tes diagnostik, open ended, wawancara, pilihan berganda dengan konsistensi.*

PENDAHULUAN

Salah satu indikator pembelajaran berkualitas adalah siswa memiliki pemahaman konseptual yang tinggi. Selanjutnya, siswa diharapkan mampu mengamalkan pemahamannya dalam kehidupan sehari-hari. Sayangnya, kimia sering dinyatakan sulit bagi sebagian siswa (Yakmaci-Guzel, 2013; Gabel, 1999; Nakhleh, 1992). Pernyataan ini sering dibuktikan dari jawaban siswa yang salah saat ujian ataupun saat proses belajar. Kesalahan siswa dalam menjawab tes tidak selamanya disebut kesalahan konsep.

Kesalahan konsep telah ditemukan hampir pada semua konsep kimia. Beberapa kesalahan konsep yang telah diidentifikasi diantaranya adalah, struktur dan ikatan kovalen (Peterson, Treagust, dan Garnett, 1986); larutan (Smith dan Metz, 1996); elektrokimia (Sanger dan Greenbowe, 1997); ikatan kimia (Tan dan Treagust, 1999); kesetimbangan kimia (Akkus, Kadayifci, Atasoy, dan Geban, 2003); atom dan molekul (Cokelez dan Dumon, 2005); kimia inti

(Nakibog˘lu dan Tekin, 2006); senyawa aromatik (Topal , Oral, dan ˆzden, 2007); kimia kuantum (Papaphotis dan Tsaparlis, 2008); larutan buffer (Orgill dan Sutherland, 2008); kesetimbangan kimia (Cheung, 2008);larutan lewat jenuh(ˆokadar, 2009); sifat koligatif larutan(Pinarbasi, Sozbilir, dan Canpolat, 2009); penguapan (Costu, Ayas,danNiaz,2010); sifat-sifat materi (Dindar, Bektař, dan ˆelik, 2010); asam basa (Metin, 2011); osmosis (Kramer dan Myers, 2012); sifat koligatif larutan (Luoga, Ndunguru, dan Mkoma, 2013); dan bilangan oksidasi, muatan, dan transfer electron Brandriet dan Bretz (2014). Namun, masih sedikit artikel yang secara tegas membedakan antara siswa yang mengalami salah konsep dan tidak paham konsep. Akibatnya, pemahaman tentang kesalahan konsep dan tidak tahu konsep menjadi tidak jelas. Oleh karena terdapat perbedaan dalam mengatasi siswa yang mengalami kesalahan konsep dan tidak tahu konsep maka keterampilan membedakan keduanya perlu dimiliki oleh guru. Kenyataannya, banyak guru yang tidak tahu bagaimana menentukan kesalahan konsep (Pekmez, 2010).

METODE

Kajian literatur telah dilakukan untuk membedakan salah konsep dan tidak paham konsep. Perbedaan salah konsep dan tidak paham konsep dipaparkan berdasarkan sejumlah artikel hasil penelitian dan *review* (antara tahun 1986-2014) dan tesis penulis. Sumber lain yang digunakan adalah buku yang membahas tentang pembelajaran kimia.

SALAH KONSEP DAN TIDAK PAHAM KONSEP.

Hinton dan Nakhleh (1999) menyatakan bahwa kesulitan-kesulitan dalam belajar kimia menghantarkan siswa salah dalam memahami konsep. Kesalahan dalam memahami kimia yang bersifat terus-menerus dinyatakan sebagai salah konsep.Salah konsep sering digunakan dengan istilah yang berbeda diantaranya konsep alternative, konsep naive (Barke, Al Hazari danYitbarek, 2009; Herron, 1996; Brandriet dan Bretz, 2014).

Salah konsep didefinisikan sebagai konseptualisasi yang tidak bersifat saintifik (Yakmaci-Guzel, 2013). Beberapa salah konsep disebabkan oleh penyederhanaan representasi yang tidak tepat dalam buku teks (Nahuma, Mamlok-Naaman, Hofstein, dan Taber, 2010). Beberapa miskonsepsi sering dirasa tepat dan sesuai dalam menjelaskan hasil pengamatan dan pengalaman belajar siswa (Sanger, dan Greenbowe, 1997). Oleh karena itu, siswa yang mengalami miskonsepsi mempunyai keyakinan tinggi bahwa jawabannya benar.

Salah konsep sulit diperbaiki (Johnstone, 2006). Untuk menghindari salah konsep, maka ilmu kimia yang terdiri dari representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik seharusnya diajarkan secara bertahap (Johnstone, 2000). Salah konsep cenderung resisten sehingga memerlukan strategi pembelajaran yang tepat dalam mengatasinya. Salah konsep dapat dicegah dengan pembelajaran yang tepat (Topal, Oral, dan ˆzden,2007). Gultepe, Celik dan Kilic, (2013) menegaskan seharusnya mendeteksi dan mengatasi kesalahan konsep prasyarat terlebih dahulu

sebelum mengajarkan konsep berikutnya. Selanjutnya Niaz (2005) menyatakan miskonsepsi dapat diatasi dengan strategi pembelajaran *conceptual change*. Strategi pembelajaran *conceptual change* yang menciptakan kondisi pertentangan dalam benak siswa dikenal dengan strategi konflik kognitif. Strategi pembelajaran ini dapat dikolaborasi dengan berbagai metode tergantung karakteristik konsep yang akan diajarkan.

BEBERAPA METODE IDENTIFIKASI SALAH KONSEP DAN TIDAK PAHAM KONSEP

Salah konsep tidak terdeteksi dengan soal hitungan tradisional (Smith dan Metz, 1996). Identifikasi salah konsep membutuhkan instrument khusus. Hal ini mengingat salah konsep mempunyai beberapa karakteristik antara lain: (1) resisten untuk diubah; (2) sulit dihilangkan; (3) membutuhkan strategi khusus; (4) berdampak negatif pada pembelajaran selanjutnya; (5) masuk akal bagi siswa; (6) tersembunyi; dan (7) seperti bola salju semakin meluas jika tidak dikoreksi (Yakmaci-Guzel, 2013). Kesalahan konsep telah diidentifikasi dengan beberapa metode yaitu wawancara, tes *open ended*, instrument diagnostik, dan pilihan berganda dengan konsistensi. Beberapa metode dapat juga sekaligus digunakan atau dikombinasikan untuk identifikasi salah konsep. Misalnya Costu, Ayas, dan Niaz (2010) menggunakan instrument *two tier* dan tes *open ended* untuk mengidentifikasi penguapan.

Instrumen Wawancara

Metode wawancara telah digunakan oleh Smith dan Nakhleh (2011) dan Nicoll (2001). Metode wawancara memberikan kesempatan untuk menjelaskan konsep atau bahkan mengakui kalau seandainya mereka tidak paham. Berikut contoh petikan wawancara semi terstruktur oleh Nicoll (2001).

Guru : “*Bagaimana kecenderungan jari-jari atom dalam sistem periodik unsur?*”

Murid : “*Jari-jari atom meningkat dari atas ke bawah dan dari kiri ke kanan*”. “*Atom dengan nomor atom lebih besar memiliki jari-jari yang lebih panjang, elektron terluar semakin jauh dari inti atom*”

Guru : “*Dapatkan Saudara jelaskan, mengapa atom-atom tersebut (dari atas ke bawah dan dari kiri ke kanan) mempunyai jari-jari atom lebih besar?*”

Murid : “*Karena afinitas elektronnya semakin berkurang sehingga tidak mampu menarik elektron sekuat hidrogen*.”

Petikan wawancara ini menunjukkan bahwa siswa mengalami salah konsep tentang jari-jari yang semakin besar karena semakin berkurangnya afinitas elektron.

Instrumen *Open ended*

Tes *open ended* telah digunakan oleh Luoga, Ndunguru, dan Mkoma (2013); Costu, Ayas, dan Niaz (2010); serta Nakibog˘lu dan Tekin, (2006). .

Berikut contoh instrumen *open-ended* dari Costu, Ayas, dan Niaz (2010).

Dua beaker gelas sejenis, yang satu diisi air dan lainnya minyak dengan jumlah yang sama. Keduanya diletakkan di depan jendela selama beberapa hari. Manakah yang lebih cepat menguap, air atau minyak? Mengapa? Jelaskan jawaban Anda?

.....

.....

Berdasarkan jawaban, siswa dinyatakan: (1) paham, jika jawaban dan penjelasan benar. (2) salah konsep, jika jawaban benar namun penjelasannya salah; dan (3) tidak paham, jika jawaban salah dan alasan benar atau jawaban dan penjelasan salah.

Instrumen Diagnostik dengan *Two tier*

Instrumen diagnostik lebih dikenal dengan pilihan ganda *two tier* telah digunakan oleh Brandriet dan Bretz (2014), Luoga, Ndunguru, dan Mkoma (2013); Regan, Childs dan Hayes (2011); Costu, Ayas, dan Niaz, (2010); Tan dan Treagust (1999); Nakibog˘lu dan Tekin, (2006); Peterson, Treagust, & Garnett (1986). Instrumen *two tier* pada bagian pertama terdiri atas pertanyaan yang mempunyai dua, tiga, atau empat jawaban pilihan sedangkan bagian kedua mengandung alasan yang mungkin dari bagian pertama (Peterson, Treagust, dan Garnett, 1986). Instrumen *two tier* ini mampu mengungkapkan argumentasi/dasar yang digunakan siswa dalam menjawab permasalahan.

Dasar untuk menyusun instrumen kesalahan konsep dengan *two tier* adalah proposisi dari konsep yang diteliti. Proposisi adalah konsep-konsep yang dikombinasikan (Novak, 2002). Kemungkinan-kemungkinan pola kesalahan konsep dapat diuraikan dari proposisi dan hasil penelitian sebelumnya.

Berikut contoh instrumen *two tier* dari Peterson, Treagust, dan Garnett (1986)

Manakah dari berikut yang menggambarkan posisi pasangan elektron bersama secara benar dalam molekul HF?

(1) $H : F$

(2) $H : F$

Alasan

(A) Tidak ada ikatan yang mempengaruhi posisi dari pasangan elektron bersama

(B) Karena Hidrogen dan Fluor membentuk sebuah ikatan kovalen sehingga pasangan elektron harus ditempatkan ditengah

(C) Fluor mempunyai gaya tarik yang lebih kuat terhadap pasangan elektron

(D) Fluor lebih besar ukurannya sehingga lebih mempunyai pengaruh terhadap pasangan electron bersama

Berdasarkan jawaban dari instrument tes, siswa dikelompokkan dalam beberapa kategori. Costu, Ayas dan Niaz(2010) dan Ozmen (2011), mendaftar beberapa kategori: (1) paham, jika jawaban dan alasan benar; (2) salah konsep, jika jawaban benar namun penjelasannya salah; dan (3) tidak paham, jika jawaban salah dan alasan benar atau jawaban dan penjelasan salah. Yakmaci-Guzel (2013) membedakan jawaban siswa dalam kategori konsep saintifik, konsep saintifik sebagian, miskonsepsi. Kategori lain diberikan oleh Johstone (2006) berdasarkan ungkapan siswa setelah belajar kimia yaitu: (1) *"I understood this easily"* (2) *"I had some difficulty but I now understand it"* (3) *"I have never understood this and will need to be taught it again"*; (4) *"I have never been taught this"*.

Instrumen Pilihan Berganda dengan Konsistensi

Pilihan berganda dengan konsistensi adalah beberapa soal pilihan berganda yang mengandung konseptual sama. Instrumen ini mampu melihat konsistensi jawaban siswa tetapi membutuhkan banyak soal.

Berikut contoh instrumen pilihan ganda dengan konsistensi (Winarni, 2006).

1. Molekul CCl_4 bersifat...
a. polar b. nonpolar c. semipolar d. jawaban lain....
2. Molekul I_2 bersifat....
a. polar b. nonpolar c. semipolar d. jawaban lain....

Dua soal di atas disusun berdasarkan konsep yang sama yaitu kepolaran molekul. Berdasarkan jawaban siswa, Winarni (2006) mendaftar beberapa kategori: (1) paham, semua jawaban benar secara konsisten; (2) salah konsep, jika jawaban salah secara konsisten; dan (3) tidak paham, jika jawaban tidak konsisten.

Instrumen dengan Skala/Tingkat Kepastian

Instrumen untuk mengidentifikasi miskonsepsi dapat dipadukan dengan CRI (*Certain of Respon Index*) yaitu skala/ tingkat keyakinan atau kepastian untuk setiap jawaban yang diberikan (Hasany, Bagayokoz, dan Kelley, 1999). Dalam tulisannya, CRI memiliki skala 0-5 dengan kategori menebak secara total (0), sebagian besar menebak (1), ragu-ragu (2), yakin (3), sebagian besar pasti (4), dan secara total pasti (5). Hasany, Bagayokoz, dan Kelley (1999) menyatakan bahwa siswa yang mengalami miskonsepsi adalah yang menjawab dengan skala keyakinan tinggi yaitu 3-5. Brandriet dan Bretz (2014) mengidentifikasi salah konsep tentang bilangan oksidasi, muatan,

dan transfer elektron dengan instrument *two tier* dilengkapi dengan tingkat kepastian. Skala kepastian yang digunakannya adalah mulai dari 0% (menebak) sampai 100% (sangat yakin).

KESIMPULAN

Jawaban salah siswa tidak selamanya disebut salah konsep atau tidak paham konsep. Untuk membedakan salah konsep dan tidak tahu konsep diperlukan instrument khusus diantaranya: (1) tes *open ended*; (2) wawancara; (3) diagnostic dengan *two tier*; dan (4) pilihan berganda dengan konsistensi. Salah konsep mempunyai ciri-ciri: (1) jawaban singkat siswa benar namun alasannya salah; (2) jawaban salah siswa konsisten ketika bertemu dengan soal berbeda tetapi konsepnya sama; dan (3) jawaban siswa dengan tingkat keyakinan yang tinggi. Tidak paham konsep mempunyai ciri-ciri: (1) jawaban singkat dan alasannya salah; (2) jawaban siswa tidak konsisten ketika bertemu dengan soal berbeda tetapi konsepnya sama; dan (3) jawaban siswa dengan tingkat keyakinan yang rendah. Perlu penggunaan instrumen secara komprehensif untuk membedakan siswa mengalami kesalahan konsep atau tidak paham konsep. Guru sebaiknya menggunakan instrumen yang dapat membedakan salah konsep dan tidak paham konsep pada saat melakukan evaluasi pembelajaran kimia.

Daftar Rujukan

- Akkus, H., Kadayifci, H., Atasoy, B. & Geban, O. 2003. Effectiveness of Instruction Based on the Constructivist Approach on Understanding Chemical Equilibrium Concepts. *Research in Science & Technological Education*, 21(2): 209-227.
- Barke, H.D., Al Hazari & Yitbarek, S. 2009. *Misconceptions in Chemistry*. Berlin: Springer.
- Brandriet, A.R., & Bretz, S. L. 2014. Measuring Meta-Ignorance Through The Len of Confidence: Examining Students' Redox Misconceptions About Oxidation Numbers, Charge, and Electron Transfer. *Chemistry Education Research and Practice*, 15: 729-746
- Çokadar, H. 2009. First Year Prospective Teachers' Perceptions of Molecular Polarity and Properties of Solutions. *Asian Journal of Chemistry*, 21(1): 75-85.
- Cokelez, A. & Dumon, A. 2005. Atom and Molecule: Upper Secondary School French Students' representations in Long-Term Memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 2005, 6 (3), 119-135
- Costu, B., Ayas, A. & Niaz, M. 2010. Promoting Conceptual Change in First Year Students' Understanding of Evaporation. *Chemistry Education Research and Practice*, 11: 5-16.
- Dindar, A. Ç., Bektaş, O. & Çelik, A. Y. 2010. What are the Pre-service Chemistry Teachers' Explanations on Chemistry Topics?. *International Journal of Research in Teacher Education*, 1(Special Issue): 32-41.
- Gabel, D. 1999. Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4): 548-555.
- Gultepe, N., Çelik, A. Y., & Kilic, Z. 2013. Exploring Effects of High School Students' Mathematical Processing Skills and Conceptual Understanding of Chemical Concepts on Algorithmic Problem Solving. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(10):106-122.
- Hasany, S., Bagayokoz, D & Kelley, E.L. 1999. Misconceptions and the Certainty of Response Index (CRI). *Physics Education*. 34(5):294- 300
- Herron, J. D. 1996. *The Chemistry Classroom Formula for Successful Teaching*. Whashington, DC: American Chemical Society.
- Johnstone, A.H. 2000. Teaching of Chemistry—Logical or Psychological?. *Chemistry Education*:

- Research and Practice in Europe*, 1(1): 9-15.
- Johnstone, A.H. 2006. Chemical Education Research in Glasgow in Perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2): 49-63
- Luoga, N.E, Ndunguru, P. A. & Mkoma, S.L. 2013. High school students' misconceptions about colligative properties in chemistry. *Tanzania Journal of Natural and Applied Sciences*, 4(Issu 1), 575-581, ON Line
- Nahuma, T. L., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. & Taber, K, S, 2010. Teaching and Learning the Concept of Chemical Bonding. *Studies in Science Education*, 46(2): 179-207.
- Nakhleh, M.B. 1992. Why Some Students Don't Learn Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3): 191-195.
- Nakibog˘lu, C. & Tekin, B. B. 2006. Identifying Students' Misconceptions about Nuclear Chemistry A Study of Turkish High School Students. *Journal of Chemical Education*, 83(11): 1712- 1718.
- Nicoll, G. 2001. A Report of Undergraduates' Bonding Misconceptions. *Int. J. Sci. Educ*, 23(7): 707- 730.
- Novak, J.D. 2002. Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 86:548 – 571
- Orgill, M. & Sutherland, A .2008. Undergraduate Chemistry Students' Perceptions of and Misconceptions about Buffers and Buffer Problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 9: 131-143.
- Ozmen, H. 2011. Turkish Primary Students' Conceptions about The Particulate Nature of Matter. *International Journal of Environmental & Science*, 6(1): 99-121
- Papaphotis, G. & Georgios Tsapalis, G. 2008. Conceptual Versus Algorithmic Learning in High School Chemistry: The Case of Basic Quantum Chemical Concepts Part 2. Students' Common Errors, Misconceptions and Difficulties In Understanding. *Chemistry Education Research and Practice*, 9: 332-340.
- Pekmez, E. S. 2010. Using Analogies to Prevent Misconceptions about Chemical Equilibrium. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(2): 1-35
- Peterson, R.F., Treagust, D.F. & Garnett, P. 1986. Identification of Secondary Students' Misconceptions of Covalent Bonding and Structure Concepts Using a Diagnostic Instrument. *Research in Science Education*, 16: 40-48.
- Pinarbasi, T., Sozbilir, M. & Canpolat, N. 2009. Prospective Chemistry Teachers' Misconceptions about Colligative Properties: Boiling Point Elevation and Freezing Point Depression. *Chemistry Education Research and Practice*, 10: 273-280.
- Regan, A., Childs, P. & Hayes, S. 2011. The Use of An Intervention Programme To Improve Undergraduate students' Chemical Knowledge and Address Their Misconceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 12: 219-227.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. 1997. Common Student Misconceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic, and Concentration Cells. *Journal of Research In Science Teaching*, 34(4): 377-398.
- Smith, K.C. & Nakhleh, M. B. 2011. University Students' Conceptions of Bonding In Melting and Dissolving Phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 12: 398-408.
- Smith, K.J. & Metz, P.A. 1996. Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry Microscopic Representations. *Journal of Chemical Education*, 73(3): 233-235.
- Tan, K.D. & Treagust, D.F. 1999. Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81(294): 75-85
- Topal, G., Oral, B. & Özden, M. 2007. University and Secondary School Students' Misconceptions about The Concept of "Aromaticity" in Organic Chemistry. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2(4): 135 –143
- Winarni, S. 2006. *Koreksi Kesalahan Konsep Gaya-gaya Antarmolekul (Intermolecular Forces) dengan Strategi Konflik Kognitif pada Mahasiswa Kimia Universitas Islam Negeri (UIN) Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Yakmaci-Guzel, B. 2013. Preservice Chemistry Teachers In Action: An Evaluation Of Attempts

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

For Changing High School Students' Chemistry Misconceptions Into More Scientific Conceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 14: 95-104.

**CARA SEDERHANA MENGIDENTIFIKASI BAHAN KIMIA YANG TAK-DIKENALI DI
LABORATORIUM KIMIA
(SIMPLE METHODS OF IDENTIFYING UNKNOWN CHEMICALS IN CHEMISTRY
LABORATORY)**

Sutrisno

Jurusan Kimia – FMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang 65145

Corresponding author:

tris_chemum@yahoo.com dan sutrisno.kimia.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK: Seringkali dijumpai bahan-bahan kimia yang tidak mempunyai identitas, artinya label menjadi rusak, pudar, hilang, lepas, dan sejenisnya dari wadahnya. Bahan kimia ini dapat dalam bentuk padatan, larutan, hasil-hasil preparasi, dan juga terjadi dalam kemasan aslinya. Hal ini terjadi baik di laboratorium kimia, laboratorium sains pada umumnya, maupun laboratorium lainnya yang menggunakan bahan-bahan kimia dalam aktivitasnya? Akibatnya dijumpai bahan kimia tersebut sebagai menjadi bahan kimia yang tidak dikenal (*unknown chemicals*). Apa yang harus dilakukan dengan kondisi yang demikian? Zat-zat yang demikian ini biasanya cukup untuk ditentukan jika zat yang tak dikenali tersebut adalah bersifat sebagai material yang membahayakan, dan hal yang demikian sangat dibutuhkan dalam kaitannya dengan keselamatan transportasi, perlakuan lanjut, dan pembuangannya. Berbagai bahan yang tak-dikenali ini juga harus meyakinkan sebagai bahan kimia yang kurang membahayakan yang selanjutnya dapat dibuang sebagai limbah yang biasa, atau sebagai bahan kimia dalam kategori moderat yang dapat diperlakukan untuk menjadi bahan kimia yang tidak membahayakan. Makalah ini mendeskripsikan cara-cara cepat dan sederhana namun dapat menghasilkan kinerja yang relatif memadai untuk mengenali bahan kimia yang hilang identitasnya tersebut.

Kata kunci: *laboratorium kimia, bahan kimia hilang identitas, metode identifikasi*

ABSTRACT: *There are in the chemistry laboratory a chemical has not been labeled, was improperly labeled, or its label has deteriorated, become obscured or illegible, it becomes an unknown chemicals. The chemicals may be of solids, liquids, or solutions. The condition could be occurred in the both chemistry and science laboratory or other laboratory using chemicals in its activities. What is do you happened in the condition? It is usually sufficient to determine if an unknown is a hazardous material, and if it is, to assign it to an appropriate hazard class for safe transportation, treatment, and disposal. Many unknowns turn out to be perfectly harmless chemicals that could be disposed of as ordinary waste, or moderately hazardous chemicals that can be easily treated to render them non-hazardous. The paper will be describe fast and simple methods for identify unknown chemicals as the above.*

Keywords: *chemistry laboratory, unknown chemicals, identification method*

PENDAHULUAN

Di suatu laboratorium, seringkali dijumpai bahan-bahan kimia yang telah hilang identitasnya, artinya label menjadi pudar, hilang, lepas, dan sejenisnya dari wadahnya, baik dalam bentuk padatan larutan, hasil-hasil preparasi maupun dalam kemasan aslinya. Pernahkah Anda menjumpai kemasan bahan kimia seperti tampak pada **Gambar 1**, baik di laboratorium kimia, laboratorium sains pada umumnya, maupun laboratorium lainnya yang menggunakan bahan-bahan

kimia dalam aktivitasnya? Akibatnya dijumpai bahan kimia tersebut sebagai menjadi bahan kimia yang tidak dikenal (*unknown chemicals*).



Gambar 1. Contoh bahan kimia yang tidak beridentitas

Apa yang harus dilakukan dengan kondisi yang demikian? Memang dalam hal ini, tidak diperlukan untuk mengetahui identitas dengan tepat terhadap sesuatu yang bersifat tidak-dikenali. Zat-zat yang demikian ini biasanya cukup untuk ditentukan jika zat yang tak dikenali tersebut adalah bersifat sebagai material yang membahayakan, dan hal yang demikian sangat dibutuhkan dalam kaitannya dengan keselamatan transportasi, perlakuan lanjut, dan pembuangannya. Berbagai bahan yang tak-dikenali ini juga harus meyakinkan sebagai bahan kimia yang kurang membahayakan yang selanjutnya dapat dibuang sebagai limbah yang biasa, atau sebagai bahan kimia dalam kategori moderat yang dapat diperlakukan untuk menjadi bahan kimia yang tidak membahayakan.



bahan mudah meledak



bahan mudah terbakar



bahan pengoksidasi



bahan korosif



bahan beracun

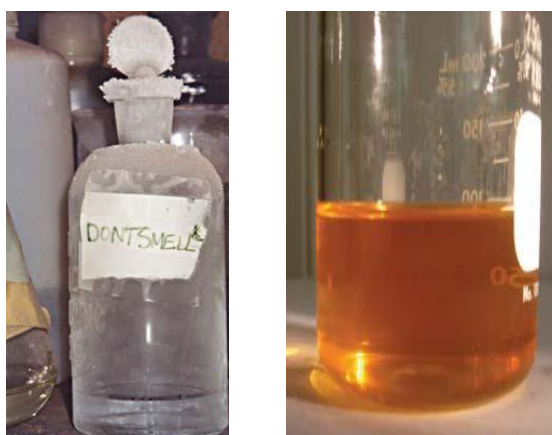


bahan iritan

Gambar 2 Beberapa simbol bahaya bahan kimia

Apabila Anda seorang guru, maka sebaiknya sesering-mungkin memberikan identitas atau sekurang-kurangnya menggolongkan tingkat bahayanya terhadap zat yang tidak-dikenali ini.

Menggunakan label-label umum yang sudah baku (**Gambar 2**) sangat membantu menyelamatkan pengguna laboratorium dan mengamankan bahan-bahan kimia dengan kondisi yang demikian. Tentunya Anda tahu bahwa secara rutin bahan-bahan kimia tersebut digunakan untuk percobaan dan demonstrasi di ruang kelas dan untuk itu harus yakni bahwa bahan kimia yang digunakan adalah benar. Oleh karena itu, menginventarisasi satu atau beberapa data sangat bermanfaat untuk memberikan identitas bahan-bahan yang tak-dikenali ini. Berikut ini dideskripsikan alternatif yang mungkin sangat membantu untuk dapat mengidentifikasi bahan kimia yang tak-dikenali tersebut.



Gambar 3. Bahan tanpa identitas seperti ini merepotkan

PEMBAHASAN

Karakter atau ciri-ciri fisik yang dapat diamati secara langsung seperti warna, jenis kristal, dan kerapatan dapat digunakan sebagai identitas awal terhadap zat yang tak-dikenali ini. Sebagai contoh, suatu kristal biru-cerah dapat digunakan sebagai indikasi awal bahwa zat tersebut adalah tembaga sulfat (CuSO_4), suatu kristal yang sangat berat mengindikasikan sebagai garam timbal (plumbum), suatu larutan berwarna kunin dapat diduga sebagai suatu kromat, besi, atau iod. Uji sederhana (*simple tests*) dapat digunakan untuk mengkonfirmasi lanjut kemungkinan-kemungkinan ini.

1. Petunjuk dari Wadah/Kemasan Asalnya (*Container*)

Jenis dan kondisi ini merupakan suatu wadah bahan-bahan kimia yang memberikan petunjuk terhadap identitas yang dikandungnya, **Gambar 4**. Seringkali bahan-bahan kimia disimpan dalam wadah khusus. Misalnya, dalam wadah gelas yang terang/jelas dengan warna tertentu pada tutupnya digunakan untuk identitas asam-asam atau amonium hidroksida, botol coklat untuk pelarut-pelarut organik, baja yang dapat diulir tutupnya seringkali mengandung etil eter, dan sebagainya.



Gambar 4. Bahan kimia dengan identitas jelas

Bahkan seringkali ukuran wadah dapat memberikan petunjuk kandungan atau isinya; Sebagai contoh, wadah besar biasanya untuk pereaksi-pereaksi atau pelarut-pelarut yang umum, seperti asam sulfat, asam klorida, aseton, metanol, etanol, dan sebagainya.

Botol plastik yang telah membengkak atau menggembung (**Gambar 5**) atau bahkan menjadi pecah karena tekanan dari zat yang dikandungnya yang bereaksi dengan udara atau air. Misalnya, kalsium oksida anhidrous.



Gambar 5. Wadah yang sudah tertekan bahan di dalamnya

Wadah yang sudah berumur tua atau usang mengandung natrium atau kalium hidroksida seringkali membentuk suatu “mahkota” garam-garam karbonat di sekitar lehernya wadah tersebut. Tutup botol asam klorida dan amonium hidroksida juga mempunyai sifat yang demikian, jika disimpan dekat dengannya dapat membentuk suatu “wig” atau bunga kristal amonium klorida (**Gambar 6**).

PERINGATAN! Meskipun kristal dalam contoh di atas kurang berbahaya, kristal yang melingkupi tutup atau di sekitar mulut botol jika terkena pelarut memungkinkan menimbulkan peroksida yang membahayakan secara ekstrim. Jangan membuka wadah ini jika belum yakin kepastian kristal tersebut belum jelas



Gambar 6. Amonium klorida dan sejenis yang membentuk bunga kritsal

Jika suatu wadah telah kehilangan labelnya, Anda dapat mengambil informasi yang cukup untuk mengidentifikasi kandungannya atau sekurang-kurangnya kemungkinan yang paling mendekati. Mungkin label parsial menunjukkan bagian dari namanya, bobot molekulnya, titik lebur, atau titik didihnya, pernyataan peringatan, atau bahkan antidot, dimana kesemuanya ini dapat bermanfaat untuk mengidentifikasinya.



Gambar 7. Hanya sebagian label bahan yang tertinggal di botol kemasan

Terkadang, zat yang tak-dikenali tersebut ada dalam labu volumetrik, Erlenmeyer, atau dalam beaker. Labu volumetrik (labu takar) biasanya mengandung larutan standar, umumnya suatu asam, basa, atau bufer. Jika labu telah ditutup dengan aluminium foil, kandungannya memungkinkan suatu senyawa yang sensitif terhadap cahaya, maka kemungkinannya sebagai perak nitrat. Cairan dalam jumlah kecil (tetesan) dimungkinkan menjadi larutan uji atau indikator. Seringkali, botol-botol telah dilabeli meskipun yang lain tidak. Untuk kasus yang demikian karakteristik dan yang muncul dari botol ini dapat membantu untuk mengidentifikasi botol yang tidak ada/hilang labelnya.

2. Melakukan Uji Kimiawi

Salah satu cara yang paling baik untuk mengidentifikasi suatu bahan kimia yang paling sederhana adalah mengukur pH nya dan menentukan sifat mudah terbakarnya. Seringkali,

informasi ini sudah mencukupi untuk mengetahui bagaimana mengemas dan membuangnya untuk bahan yang tidak dikenali ini.

a. Cek nilai pH

Setiap strip pada rentang kertas pH dapat mengidentifikasi suatu cairan yang tidak-dikenali. Asap atau uap asam klorida pekat dan asam nitrat pekat dapat memerahkan kertas lakmus tanpa harus disentuhkan pada cairan tersebut. Demikian juga uap amonium hidroksida, bahkan larutan encernya dapat membirukan kertas lakmus. Jika tidak terjadi perubahan warna, maka basahilah kertas lakmus dengan cairan. Jika lakmus menunjukkan suatu larutan asam, maka hal tersebut mengindikasikan sebagai asam, suatu ester, atau suatu garam yang bersifat asam.

Jika larutan adalah suatu basa, zat tersebut mengindikasikan suatu larutan hidroksida, suatu garam yang bersifat basa, atau suatu amina. Beberapa larutan mempunyai pH sama atau kurang dari 2,0, atau sama atau lebih besar dari 12,5 adalah limbah berbahaya yang bersifat korosif.



Gambar 8. Indikator universal sebagai pengukur pH yang representatif

b. Uji keterbakaran zat cair

Dengan menggunakan suatu penyulut atau pembakar Bunsen, dicoba untuk menyulut kertas pH atau kertas lakmus basah. Apabila material menjadi terbakar, amatilah bagaimana terbakarnya. Alkohol terbakar dengan nyala yang tidak tampak, alkana sederhana terbakar dengan cerah dan bersih, sedang senyawa-senyawa aromatik atau senyawa dengan ikatan rangkap atau ganda tiga akan menghasilkan suatu nyala berasap. Jika senyawanya secara signifikan mengandung halogen, nitrogen, atau sulfur maka kertas pH akan berubah menjadi merah yang mengindikasikan produk pembakaran bersifat asam. Semua zat yang bersifat dapat terbakar harus dinyatakan atau digolongkan sebagai limbah berbahaya.

PERINGATAN! Dikarenakan berbagai macam zat menghasilkan uap yang bersifat toksik jika dipanaskan, maka hendaknya uji ini dilaksanakan dalam almari asam dan menggunakan perhatian yang (lebih) besar.

Uji ini dapat menentukan apabila zat adalah organik atau anorganik. Uji bakar dilakukan dengan spatula baja atau dalam suatu tabung. Tempatkan sejumlah kecil dalam spatula atau tabung uji (tabung reaksi) dan panaskan. Beberapa material organik akan terbakar jika panasnya cukup, menghasilkan asap dan seringkali residu hitam dari karbon. Zat-zat anorganik tidak akan terbakar, kecuali beberapa logam (khususnya yang berwujud serbuk halus), hidrosulfit, dan sulfur. Terbakarnya logam-logam akan menghasilkan residu (oksidanya), putih, atau berwarna (dan hal ini lebih meyakinkan Anda sebagai indikasi logam). Sulfur akan melebur menghasilkan cairan merah-coklat yang apabila terbakar akan menghasilkan nyala biru-ungu.

d. Uji kelarutan:

Apakah pelarut suatu zat yang dapat melarutkan akan memberikan identitas zat tersebut (“like dissolves like”). Beberapa bahan akan membebaskan panas jika dilarutkan ke dalam air, dan yang lain menyerap panas dari lingkungannya dan larutan menjadi dingin. Karakteristik ini dapat membantu mengidentifikasi zat tersebut. Suatu bahan yang tidak-dapat larut dalam air tetapi larut dalam asam memberikan indikasi sebagai suatu logam atau suatu basa. Aluminium merupakan salah satu logam yang dapat larut dalam larutan yang bersifat basa. Suatu bahan yang tidak larut dalam air tetapi dapat larut dalam larutan basa mengindikasikan suatu senyawa asam atau bersifat asam.

e. Uji logam berat:

Tambahkan tetes demi tetes larutan natrium- atau amonium sulfida untuk larutan yang tak-dikenali. Jika membentuk suatu endapan, maka hal ini dapat memberikan indikasi ada atau terdapatnya logam berat. Uji spesifik untuk menentukan, salah satunya adalah sebagai berikut.

Arsen: Arsen tidak membentuk endapan dengan sulfida, karena arsen sulfida sangat mudah larut dalam larutan basa. Akan tetapi, jika suatu larutan yang tak-dikenal berubah warnanya menjadi kuning atau jingga (orange) karena penambahan sulfida, hati-hati pH nya lebih rendah daripada larutan asam klorida encer. Jika terdapat arsen, arsen sulfida yang berwarna kuning akan mengendap.

PERINGATAN! Sebelum Anda menambahkan asam pada bahan tak-dikenali yang bersifat basa, cek lebih dahulu untuk meyakinkan bahwa zat tersebut bukan sianida! (lihat uji sianida)

Kromat: ion kromat berwarna kuning, ion dikromat berwarna jingga (orange). Kedua zat ini dapat dikonfirmasi melalui penambahan natrium hidrosulfida. Jika suatu larutan warna kuning atau jingga adalah asam kuat, aturlah pH hingga bersifat asam sebelum Anda menambahkan hidrosulfida tersebut. Ion krom(VI) berwarna kuning akan direduksi menjadi ion krom(III) yang berwarna hijau. (Asam kromat yang telah digunakan untuk mencuci berubah menjadi berwarna

hijau). Kromat juga dapat dideteksi dengan penambahan beberapa tetes timbal nitrat pada zat yang tak-dikenali; suatu endapan kuning menegaskan adanya timbal kromat.



Gambar 9. Uji kualitatif adanya kromat

Tembaga: penambahan beberapa tetes larutan amonium hidroksida pada suatu larutan garam tembaga berubah menjadi larutan yang berwarna biru tua menandakan terbentuknya kompleks ion tembaga-amonium.



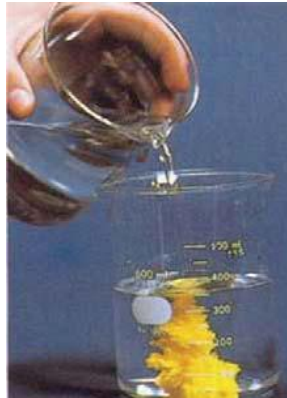
Gambar 10. Uji kualitatif adanya tembaga

Besi: Fe(II) adalah suatu larutan yang berwarna kehijauan. Adanya zat ini dapat ditegaskan oleh penambahan kalium ferisianida yang akan menghasilkan suatu endapan biru brilian. Besi(III) adalah suatu larutan berwarna kuning. Adanya zat ini dapat ditegaskan melalui penambahan kalium tiosianat yang akan merubah larutan besi menjadi berwarna merah tua.



Gambar 11. Uji kualitatif adanya besi(II)

Timbal: Timbal dalam bentuk larutannya dapat dideteksi dengan menambahkan ion klorida atau ion bromida. Timbal membentuk suatu endapan putih dengan klorida dan suatu endapan kuning dengan iodida. Adanya timbal (Pb) sebaiknya ditegaskan lagi dengan penambahan kromat pada sampel yang tak-dikenali; suatu endapan kuning brilian (kuning cerah) menegaskan adanya timbal.



Gambar 12. Uji kualitatif adanya timbal oleh iodida

Silver (Perak): Anda dapat mengecek perak dalam larutan dengan tembaga. Bisa menggunakan model koin yang diletakkan di atas wadah (sebagai penutup). Jika terdapat perak, tembaga akan berubah menjadi berwarna hitam.

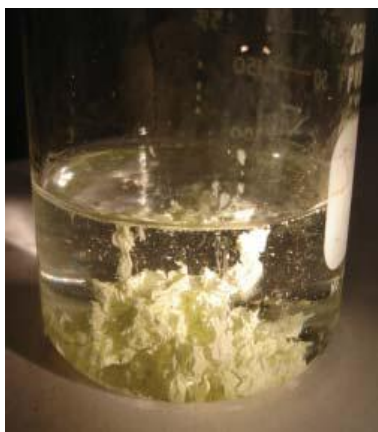


Gambar 13. Uji kualitatif adanya perak

- f. **Uji Kation:** Suatu sumber umumbahan tak-dikenal di laboratorium adalah larutan garam yang digunakan dalam eksperimen spektrometri nyala untuk mengidentifikasi kation. Teknik yang sama digunakan dalam eksperimen ini untuk membantu mengidentifikasi zat yang tak-dikenal.
- g. **Oxidizer (Pengoksidasi):** Kertas kalium iodida – pati basah dengan HCl encer (1 : 3) dalam air dapat digunakan untuk mengidentifikasi zat yang tak-dikenal. Apabila terdapat suatu oxidizer, maka kertas tersebut akan berubah menjadi biru – hitam. Suatu uji alternatif adalah dengan mencampur (yang diharapkan) oxidizer dengan fluor atau gula dalam suatu sendok baja sebagaimana dideskripsikan pada uji nyala. Apabila zat tak-dikenal adalah suatu oxidizer maka campuran akan terbakar lebih cepat daripada fluor atau gula itu sendiri.
- h. **Agen/Zat Pereduksi:** Agen pereduksi seperti natrium hidrosulfit dan formaldehida akan mengkonversi ion krom(VI) berwarna kuning menjadi ion krom(III) berwarna hijau.

Tambahkan dengan segera larutan kromat atau dikromat yang bersifat asam pada zat yang tak-dikenal dan amati perubahan warna yang terjadi.

- i. **Sianida:** Tambahkan garam meja (NaCl tambang, bukan NaCl dari penguapan air laut) pada larutan dari zat yang tak-dikenal untuk menghasilkan atau menyediakan ion klorida berlebih. Tambahkan tetes demi tetes larutan perak nitrat pada larutan. Apabila dihasilkan suatu endapan putih maka dibentuk perak klorida, tidak ada sianida. Apabila tidak ada endapan, maka sianida (atau amoniak, tetapi Anda harus mengecek untuk hal ini) tidak terdapat dalam sampel tersebut. Hal ini disebabkan perak membentuk suatu ion kompleks yang bersifat larut dengan sianida.



Gambar 14. Uji klorida dan sianida dengan perak

- j. **Iod(in):** Iod larut dalam air menghasilkan suatu larutan berwarna coklat, dan dengan cepat larut dalam alkohol menghasilkan larutan ungu cerah. Adanya ini dapat dikonfirmasi dengan penambahan fluor untuk larutan airnya; amati adanya kompleks biru – hitam.



Gambar 15. Uji kualitatif adanya ion

KESIMPULAN

Terdapatnya bahan kimia di laboratorium kimia khususnya, dan laboratorium sains pada umumnya yang tanpa identitas atau identitasnya tidak lengkap susah untuk dihindari. Hal ini disebabkan oleh kekuatan label yang terbatas, manajemen laboratorium dengan sistem kendali yang kurang baik, dan kurangnya perhatian terhadap barang ini. Akibatnya, kan dihasilkan bahan kimia

yang tidak atau susah dikenali dan jika hal ini berlanjut dan menumpuk akan menjadi masalah, menjadi limbah dan bahkan menjadi membahayakan bagi keselamatan dan keamanan laboratorium tersebut dan penggunaanya. Identifikasi dengan cara-cara yang sederhana dapat dilakukan untuk mengatasi atau memberikan pertolongan pertama kepada bahan kimia yang tidak dikenali tersebut. Beberapa cara tersebut adalah mengidentifikasi secara cermat wadah atau kemasan yang masih ada atau tersisa, uji sifat keasaman dengan kertas lakmus dan/atau indikator universal, uji sifat keterbakaran, uji kelarutan, uji logam berat, dan uji khas kimiawi lainnya sebagaimana telah dideskripsikan di atas.

DAFTAR PUSTAKA

- , 2010. *Chemical Laboratory Safety and Security: A Guide to Prudent Chemical Management*. Editors: L. Moran & Tina Masciangioli,. Washington, DC: The National Academies Press
- , 2011. *School Laboratory Management and Chemical Cleanout Manual*. Kentucky School Chemical Cleanout Manual Adapted by the Kentucky Department for Environmental Protection: Division of Compliance Assistance Created by the Florida Department of Environmental Protection
- , 2009. *Identifying Unknown Chemicals in Science Labs*. A Booklet. Published by The Florida Department of Environmental Protection.
- , 2008 *17 Steps to Minimize Chemical Waste Smart, Inexpensive Practice to Avoid Chemical Disposal*. USA: Flinn Scientific, Inc. All Rights Reserved

**PENGARUH PBL BERBANTUAN MULTIMEDIA INTERAKTIF DAN PENGETAHUAN
AWAL TERHADAP HASIL BELAJAR DAN MOTIVASI BELAJAR PADA MATERI
LAJU REAKSI**

Solihah^{a,*}, Suhadi Ibnu^a, dan I Wayan Dasna^a

^a Prodi S2 Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang 65145

*Corresponding author's email: solihahanwar@gmail.com

ABSTRAK: Materi laju reaksi memiliki karakteristik konsep yang abstrak, melibatkan perhitungan matematika dan gambaran grafik serta bersifat kontekstual cenderung menyebabkan siswa kesulitan dalam memahami materi tersebut. Konsep laju reaksi sebaiknya dibelajarkan dengan pembelajaran yang dimulai dari sebuah masalah atau kasus dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dijawab melalui proses investigasi. Pada penelitian ini digunakan strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif dengan memperhatikan pengetahuan awal siswa. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar dengan memperhatikan pengetahuan awal siswa yang berbeda. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu. Data hasil penelitian berupa motivasi belajar dan hasil belajar kognitif siswa yang dikumpulkan menggunakan 33 pernyataan angket motivasi dengan validasi isi sebesar 97 % dan 25 soal pilihan ganda dengan validasi isi sebesar 90 %. Pengukuran reliabilitas tes diperoleh dengan rumus Cronbach's Alpha dengan nilai 0,82 untuk pernyataan angket motivasi belajar dan 0,67 untuk soal pilihan ganda. Analisis data menggunakan uji MANOVA dua faktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa dibandingkan strategi *problem based learning* tanpa menggunakan multimedia interaktif, siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi memperoleh hasil belajar dan motivasi belajar yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memiliki pengetahuan awal rendah, serta strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif lebih cocok diterapkan kepada siswa yang memiliki pengetahuan awal rendah apabila dilihat dari hasil belajar.

Kata kunci: *problem based learning, multimedia interaktif, pengetahuan awal, hasil belajar, motivasi belajar*

ABSTRACT: Since the reaction rate subject has an abstract characteristic of its concept, involving mathematical calculation, and graphs and contextual nature, students have difficulties in understanding the subject. The concepts of reaction rate should be started from everyday life's problem or case that answered through the investigation process. The use of interactive multimedia in Problem Based Learning in this research by taking account into students' prior knowledge. The purpose research was to investigate the effectiveness of learning strategy to increase learning outcome and learning motivation by taking account into students' prior knowledge. Quasy experiment was used in the research design. Learning outcome datum were collected using Test of Learning Outcome include of 25 multichoice item test, while motivation test content of 33 statement item. Learning outcome test has 0,67 in reliability while Motivation test has 0,82. Research datum were analyzed using 2 factorial of Manova. Learning outcome showed the more effective of Problem based learning strategy with interactive multimedia on increasing student's Learning outcome and learning motivation than Problem based learning strategy without interactive multimedia, students that have

high prior knowledge gain the higher learning outcome and learning motivation than students that have low prior knowledge, and problem based learning strategy with interactive multimedia apply more suitable on students have low prior knowledge.

Keywords: *problem based learning, interactive multimedia, prior knowledge, learning outcome, motivation*

PENDAHULUAN

Materi laju reaksi mempunyai karakteristik materi yang abstrak, melibatkan perhitungan kimia dan gambaran grafik serta bersifat kontekstual. Karakteristik tersebut menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam mempelajarinya sehingga berdampak pada rendahnya motivasi dan hasil belajar. Berdasarkan karakteristik materi yang kontekstual maka sebaiknya pembelajaran dimulai dari sebuah masalah atau kasus dalam kehidupan sehari-hari yang dapat dijawab melalui berbagai rangkaian proses investigasi sehingga membutuhkan strategi pembelajaran yang menekankan pada kondisi belajar yang efektif yang menyajikan situasi masalah yang otentik dan bermakna kepada peserta didik yang merangsang dalam perolehan pengetahuan dan pemahaman, dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep laju reaksi serta mendukung kesuksesan dalam mencapai tujuan yang diharapkan. Salah satu strategi pembelajaran yang dimulai dari masalah yaitu *problem based learning*.

Strategi *problem based learning* dipilih karena strategi ini dapat menjadikan pembelajaran menjadi semakin bermakna karena siswa berusaha untuk mencari pengetahuan yang diperlukan dalam pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan penerapan konsep laju reaksi, strategi ini juga memberikan kesempatan pada siswa untuk belajar berkelompok sehingga siswa akan belajar menyampaikan pendapat dengan baik, mendengarkan pendapat orang lain serta bersama-sama mencari solusi pemecahan masalah. Selain itu, intensitas siswa lebih banyak melakukan aktifitas belajar dan menyajikan hasil pemecahan masalah mendorong siswa dalam berfikir kritis dalam mengkonstruksi pengetahuan dalam mendapatkan pemahaman yang benar tentang laju reaksi. Penerapan strategi *problem based learning* dapat meningkatkan motivasi belajar dan hasil belajar dinyatakan oleh Sutrisno [1], Sungur [2] dan Tosun [3].

Efektivitas penggunaan strategi pembelajaran *Problem Based Learning* diasumsikan akan mengalami peningkatan apabila dipadukan dengan multimedia interaktif. Pemilihan multimedia interaktif ini didasari oleh beberapa alasan, yaitu: Pesan yang disampaikan dalam materi lebih terasa nyata karena tersaji secara kasat mata; Merangsang berbagai indera sehingga terjadi interaksi antara indera; Visualisasi dalam bentuk teks, gambar, audio, video maupun animasi akan lebih dapat diingat dan ditangkap oleh peserta didik; dan Proses pembelajaran lebih mobile jika lebih praktis dan terkendali [4]. Dari proses tersebut siswa akan mampu memahami materi dengan baik, terlatih dalam memecahkan masalah sehingga hasil belajar siswa juga meningkat dengan bantuan multimedia interaktif. Penerapan strategi pembelajaran *problem based learning* berbantuan

multimedia interaktif mampu meningkatkan pemahaman mahasiswa dan daya berfikir kritis mahasiswa dalam menyelesaikan masalah. Selain itu mahasiswa juga menjadi terlatih dan memiliki keterampilan dalam mengemukakan gagasan, baik secara verbal maupun visual [5]

Pengetahuan awal dan merupakan faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil belajar dan motivasi belajar. Jonassen dan Gabrowski [6] menyebutkan bahwa pengetahuan awal merupakan pengetahuan, keterampilan, atau kemampuan yang dibawa pelajar dalam proses belajar.

Pengetahuan awal merupakan pengetahuan yang dimiliki oleh pebelajar dan menjadi prasyarat dalam memahami pengetahuan lainnya, sehingga pengetahuan awal berpengaruh terhadap pelajar dalam menerima informasi baru [7].

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu (*quasy experimental design*) dan rancangan deskriptif. Penerapan eksperimen semu karena kelompok kontrol tidak secara penuh mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi validitas eksperimen. Terdapat dua kelompok kelas yang ditetapkan sebagai sampel penelitian yaitu satu kelompok kontrol dan satu kelompok eksperimen. Penelitian ini memiliki dua variabel bebas, yaitu pengelompokan siswa berdasarkan variasi strategi pembelajaran dan pengetahuan awal siswa. Oleh sebab itu, digunakan rancangan eksperimen faktorial 2x2 sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian Faktorial 2 x 2

		Strategi Pembelajaran (B)	
		PBL _{MI} (1)	PBL (2)
Pengetahuan Awal (A)	Rendah (PA _r) (1)	X11,Y11	X12,Y12
	Tinggi (PA _t) (2)	X21,Y21	X22,Y22

Keterangan :

PBL_{MI} : Strategi pembelajaran *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif

PBL : Strategi pembelajaran *problem based learning*

PA_r : Kelompok dengan pengetahuan awal rendah

PA_t : Kelompok dengan pengetahuan awal tinggi

X11 : Hasil belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *Problem based learning* berbantuan multimedia interaktif ditinjau pengetahuan awal rendah.

Y11 : Motivasi belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *Problem based learning* berbantuan multimedia interaktif ditinjau pengetahuan awal rendah.

X12 : Hasil belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *problem based learning* ditinjau pengetahuan awal rendah.

Y12 : Motivasi belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *problem based learning* ditinjau pengetahuan awal rendah.

X21: Hasil belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *Problem based learning* berbantuan multimedia interaktif ditinjau pengetahuan awal tinggi.

Y21: Motivasi belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *Problem based learning* berbantuan multimedia interaktif ditinjau pengetahuan awal tinggi.

X22 : Hasil belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *problem based learning* ditinjau pengetahuan awal tinggi.

Y22 : Motivasi belajar siswa menggunakan strategi pembelajaran *problem based learning* ditinjau pengetahuan awal tinggi.

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas XI MIA SMA Negeri 1 Gunungsari Kabupaten Lombok Barat pada semester 1 tahun ajaran 2014/2015 yang terdiri dari 4 kelas yang terdistribusi homogen. Sampel penelitian diambil dengan teknik penarikan sampel acak berkelompok (*cluster random sampling*) untuk menentukan kelas yang menjadi kelas kontrol dan eksperimen. Kelas XI MIA 1 dipilih sebagai kelas kontrol dan kelas XI MIA 2 dipilih sebagai kelas eksperimen.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tes hasil belajar kognitif siswa dan angket motivasi belajar yang dikumpulkan setelah pembelajaran menggunakan strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif dan strategi *problem based learning* tanpa berbantuan multimedia interaktif. Untuk mengukur kedua aspek tersebut, siswa diberikan tes berupa *multiple choice* dan angket pernyataan. Tes untuk mengukur hasil belajar diadaptasi dari buku kimia SMA dengan jenjang mulai dari C1 - C4, sedangkan angket untuk mengukur motivasi menggunakan angket yang diadopsi dari kondisi motivasional siswa yang dikembangkan oleh Tukiman [8].

Teknik analisis data statistik bertujuan untuk mengetahui pengaruh strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif dan *problem based learning* tanpa berbantuan multimedia interaktif serta pengetahuan awal terhadap hasil belajar dan motivasi belajar siswa pada materi laju reaksi. Uji hipotesis menggunakan analisis multivariat (manova) dua faktor dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$ untuk menguji hipotesis dengan bantuan program spss 16 for windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Belajar Kognitif

Tujuan pembelajaran dapat diketahui ketercapaiannya dari hasil belajar siswa. Adapun tingkat pemahaman tentang suatu materi dapat dilihat dari hasil belajar kognitif siswa. Hasil belajar kognitif diperoleh dari nilai ulangan harian dengan bentuk soal pilihan ganda yang jenjang soalnya dimulai dari C1- C4. Tabel 2 menunjukkan deskripsi hasil belajar kognitif materi laju reaksi.

Tabel 2. Deskripsi Hasil Belajar Kognitif Siswa

Kelas	Pengetahuan Awal	N	Standar Deviasi	Mean	Rerata	Skor	
						Minimum	Maksimum
Eksperimen	Tinggi	14	6,95	94	90,5	76	100
	Rendah	12	5,69	87		76	96
Kontrol	Tinggi	10	8,28	90	85	72	100
	Rendah	12	5,91	80		72	92

Terlihat pada Tabel 2 bahwa skor rata-rata hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif secara signifikan lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* pada materi laju reaksi. Selain itu, siswa dengan pengetahuan awal tinggi menghasilkan skor rata-rata hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa dengan pengetahuan awal rendah baik pada kelas yang dibelajarkan dengan multimedia interaktif dalam *problem based learning* maupun siswa yang dibelajarkan dengan tanpa multimedia interaktif dalam *problem based learning*. Hal tersebut menggambarkan bahwa strategi pembelajaran yang berbantuan multimedia interaktif dan pengetahuan awal mendukung dalam pencapaian hasil belajar pemahaman konsep kimia.

Tabel 3. Hasil Uji Beda Dua Pihak

Data yang di uji		t_{hitung}	Sig	Keterangan
Hasil belajar	A1B1 dengan A1B2	1,611	0,121	Tidak Signifikan
	A2B1 dengan A2B2	2,956	0,007	Signifikan
	A1B1 dengan A2B1	2,553	0,017	Signifikan
	A1B2 dengan A2B2	2,766	0,012	Signifikan

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Pengetahuan Awal terhadap Hasil Belajar

Source	Devendent Variable	F_{hitung}	Sig	H_0
Variasi strategi pembelajaran	Hasil belajar	9.463	0.004	Ditolak
Pengetahuan awal	Hasil belajar	14.381	0.000	Ditolak
Variasi strategi pembelajaran* pengetahuan awal	Hasil belajar	0.254	0.617	Diterima

Perpaduan antara *problem based learning* dengan multimedia interaktif merupakan perpaduan yang sangat tepat. Strategi *problem based learning* merupakan strategi pemberian tugas untuk memecahkan masalah sedangkan multimedia interaktif merupakan media yang dikembangkan sebagai bahan presentasi pemecahan masalah. kedua hal tersebut dapat menjadi tantangan bagi siswa sehingga siswa memiliki kesadaran akan adanya kebutuhan memperoleh, memproses dan mengolah pesan berupa ilmu pengetahuan. Pernyataan ini bersesuaian dengan apa yang diungkapkan Davies [9] yaitu apabila siswa diberikan tanggung jawab dalam mempelajari sendiri ilmu pengetahuan maka ia akan lebih termotivasi dalam belajar dan mengingatnya lebih baik.

Hasil uji manova dua faktor, diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,617 > 0,05$ yang menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara strategi pembelajaran dengan pengetahuan awal terhadap hasil belajar. Hasil penelitian ini mendukung penelitian sebelumnya, seperti yang dikemukakan oleh Reisslein dkk [10] dalam penelitiannya yang menemukan tidak ada interaksi

antara perlakuan dan pengetahuan awal terhadap variabel terikat yaitu prestasi pada penggunaan strategi pembelajaran materi analisis rangkaian listrik. Selain itu, Yordan dan Yordan [11] dalam penelitiannya menemukan bahwa tidak ada interaksi pengetahuan awal dengan perlakuan yang menggunakan media gambar statis dan animasi.

Bila dilihat dari deskripsi hasil belajar kognitif siswa dan presentase hasil jawaban benar siswa pada materi laju reaksi pada Tabel 2 dan terlihat bahwa skor rata-rata hasil belajar siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif secara signifikan lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* pada materi laju reaksi. Selain itu, siswa dengan pengetahuan awal tinggi menghasilkan skor rata-rata hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa dengan pengetahuan awal rendah baik pada kelas yang dibelajarkan dengan multimedia interaktif dalam *problem based learning* maupun siswa yang dibelajarkan dengan tanpa multimedia interaktif dalam *problem based learning*. Hal tersebut menggambarkan bahwa strategi pembelajaran yang berbantuan multimedia interaktif dan pengetahuan awal mendukung dalam pencapaian hasil belajar pemahaman konsep kimia.

Multimedia interaktif dalam *problem based learning* menjadikan pembelajaran semakin bermakna karena siswa akan berusaha mencari pengetahuan yang diperlukan dalam pemecahan masalah dengan intensitas siswa lebih banyak melakukan aktifitas belajar dan menyajikan hasil pemecahan masalah dengan lebih menyenangkan. Hal tersebut sejalan dengan yang diungkapkan Munir [4], beberapa kelebihan dengan adanya multimedia interaktif diantaranya adalah (1) sistem pembelajaran menjadi lebih inovatif dan interaktif; (2) Mampu menggabungkan antara teks, gambar, audio, musik, animasi gambar atau video dalam suatu kesatuan yang paling mendukung guna tercapainya tujuan pembelajaran; (3) Menambah motivasi peserta didik selama proses belajar mengajar hingga didapatkan tujuan pembelajaran yang diinginkan; (4) Mampu memvisualisasikan materi yang selama ini sulit untuk diterangkan hanya sekedar penjelasan atau alat peraga yang konvensional; dan (5) Melatih peserta didik lebih mandiri dalam mendapatkan ilmu pengetahuan.

Tercapainya hasil belajar yang tinggi tidak hanya didukung oleh multimedia interaktif saja. Akan tetapi, pengetahuan awal yang tinggi dapat menunjang siswa dalam mendapatkan hasil belajar yang tinggi pula. Sebagaimana yang diungkapkan Nasution [12] bahwa pengetahuan awal merupakan faktor yang berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif siswa. Selain itu, Sulistianingrum [13] dalam penelitiannya menunjukkan bahwa hasil belajar siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi lebih baik dari hasil belajar siswa dengan pengetahuan awal rendah.

Dari uraian diatas, dapat diketahui bahwa multimedia interaktif dalam *problem based learning* dan pengetahuan awal sangat berpengaruh terhadap hasil belajar. Namun, berdasarkan Tabel 3 pada baris A1B1 dengan A1B2 diperoleh nilai signifikansi 0,121 yang lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa yang

memiliki pengetahuan awal tinggi pada kelas eksperimen dan kontrol. Sedangkan pada baris A2B1 dengan A2B2 diperoleh nilai signifikansi 0,007 yang lebih kecil dari 0,05 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar siswa yang memiliki pengetahuan awal rendah pada kelas eksperimen dan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif dalam strategi *problem based learning* dan pembelajaran tanpa multimedia interaktif dalam strategi *problem based learning* lebih sesuai jika diterapkan pada siswa dengan pengetahuan awal rendah dibandingkan dengan siswa yang berpengetahuan awal tinggi.

Siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi lebih cenderung mendapatkan hasil belajar tinggi meskipun dibelajarkan dengan strategi pembelajaran yang berbeda. Ulasan tersebut didukung oleh penelitian Chu [14] yang membuktikan bahwa pengetahuan awal mempunyai peranan mediasi didalam menggerakkan aktivitas yang konstruktif. Selain itu, Addison dan Hutcheson [15] juga menemukan bahwa ada perbedaan skor yang signifikan antara kelompok yang mempunyai pengetahuan awal dengan yang tidak memiliki pengetahuan awal. Dengan demikian, strategi pembelajaran tidak memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi.

Motivasi belajar siswa

Motivasi belajar siswa diukur dari beberapa aspek, diantaranya: (1) tekun menghadapi tugas; (2) ulet dalam menghadapi kesulitan; (3) menunjukkan minat terhadap bermacam-macam masalah; (4) senang kerja mandiri; (5) cepat bosan tugas rutin; (6) dapat mempertahankan pendapat; (7) tidak mudah melepaskan hal-hal yang diyakini; dan (8) senang mencari dan memecahkan masalah. Data motivasi belajar diperoleh dari angket yang diberikan setelah proses pembelajaran selesai. Tabel 5 menunjukkan data motivasi belajar siswa pada kelas yang dibelajarkan dengan menggunakan multimedia interaktif dalam strategi *problem based learning* dan kelas yang dibelajarkan tanpa menggunakan multimedia interaktif dalam strategi *problem based learning*.

Tabel 5. Data Motivasi Belajar Siswa

Kelas	Pengetahuan Awal	N	Standar Deviasi	Mean	Rerata	Skor	
						Minimum	Maksimum
Eksperimen	Tinggi	14	6.803	98,86	96.81	92	111
	Rendah	12	5.225	94,75		91	107
Kontrol	Tinggi	10	6.989	94,80	92.40	86	111
	Rendah	12	7.148	90		80	106

Tabel 6. Hasil Uji Beda Dua Pihak

Data yang di uji		t_{hitung}	Sig	Keterangan
Motivasi	A1B1 dengan A1B2	1.424	0.168	Tidak Signifikan

belajar	A2B1 dengan A2B2	1.859	0.077	Tidak Signifikan
	A1B1 dengan A2B1	1.703	0.101	Tidak Signifikan
	A1B2 dengan A2B2	1.584	0.129	Tidak Signifikan

Tabel 7. Hasil uji hipotesis pengaruh strategi Pembelajaran dan pengetahuan awal terhadap hasil belajar

Source	Devendent Variable	F _{hitung}	Sig	H _o
Variasi strategi pembelajaran	Motivasi belajar	5.303	0.026	Ditolak
Pengetahuan awal	Motivasi belajar	5.424	0.025	Ditolak
Variasi strategi pembelajaran* pengetahuan awal	Motivasi belajar	0.033	0.857	Diterima

Dari hasil uji hipotesis menggunakan MANOVA dua faktor diperoleh nilai signifikansi $0,026 < 0,05$ yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan multimedia interaktif dalam *problem based learning* dan siswa yang dibelajarkan tanpa multimedia interaktif dalam *problem based learning*. Pada skor rata-rata yang didapatkan lebih tinggi pada kelas eksperimen yaitu sebesar 96,96 sedangkan pada kelas kontrol sebesar 92,19. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa motivasi belajar siswa lebih baik jika dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif dibandingkan dengan strategi *problem based learning* tanpa multimedia interaktif.

Munir [4] mengungkapkan beberapa kelebihan menggunakan multimedia interaktif, salah satunya adalah menambah motivasi peserta didik selama proses belajar mengajar sehingga didapatkan tujuan pembelajaran yang diinginkan. multimedia interaktif berupa auto play yang mampu mengkoordinir dan mengkombinasikan komponen seperti teks, gambar, audio, video dan animasi yang dapat merangsang berbagai indera sehingga ketika multimedia interaktif dipadukan ke dalam pembelajaran berbasis masalah sebagai media presentasi siswa lebih termotivasi dalam belajar. Dasna dan Sutrisno [16] menyebutkan apabila pembelajaran dimulai dari suatu masalah yang bersifat kontekstual, maka akan terjadi ketidakseimbangan kognitif dalam diri pembelajar yang mendorong rasa ingin tahu dan memunculkan banyak pertanyaan. Pertanyaan inilah yang menumbuhkan motivasi intrinsik dalam diri pembelajar.

Hasil uji manova dua faktor, diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,857 > 0,05$ yang menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara strategi pembelajaran dengan pengetahuan awal terhadap motivasi belajar. Bila dilihat dari deskripsi motivasi belajar siswa dan skor rata-rata tiap indikator motivasi belajar siswa pada materi laju reaksi terlihat bahwa skor rata-rata motivasi belajar siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif secara signifikan lebih tinggi daripada siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* pada materi laju reaksi. Selain itu, siswa dengan pengetahuan awal tinggi menghasilkan skor rata-rata motivasi belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa dengan pengetahuan awal rendah baik pada kelas yang dibelajarkan dengan multimedia interaktif dalam

problem based learning maupun siswa yang dibelajarkan dengan tanpa multimedia interaktif dalam *problem based learning*. Hal tersebut menggambarkan bahwa strategi pembelajaran yang berbantuan multimedia interaktif dan pengetahuan awal mendukung dalam pencapaian motivasi belajar pemahaman konsep kimia.

Siswa yang dibelajarkan dengan strategi *problem based learning* akan disajikan permasalahan yang bersifat kontekstual sehingga terjadi ketidakseimbangan kognitif pada diri pebelajar yang mendorong rasa ingin tahu dan muncul berbagai pertanyaan. Pertanyaan yang muncul dapat menumbuhkan motivasi intrinsik dalam diri pebelajar [16]. Multimedia mampu menyediakan fasilitas interaktif sehingga memungkinkan adanya umpan balik yang berdampak pada meningkatnya motivasi belajar, kreatifitas dan inovasi pebelajar [4].

Tercapainya motivasi belajar yang tinggi tidak hanya didukung oleh multimedia interaktif saja. Akan tetapi, pengetahuan awal yang tinggi dapat menunjang siswa dalam mendapatkan hasil belajar yang tinggi pula. Sebagaimana yang diungkapkan Nili dkk [17] dalam penelitiannya menemukan bahwa sikap berbagi pengetahuan dapat meningkatkan motivasi karyawan dalam organisasi.

Dari uraian diatas, dapat diketahui bahwa multimedia interaktif dalam *problem based learning* dan pengetahuan awal sangat berpengaruh terhadap motivasi belajar. Namun, berdasarkan Tabel 6 pada baris A1B1 dengan A1B2 dan A2B1 dengan A2B2 diperoleh nilai signifikansi masing-masing adalah 0,168 dan 0,077 yang lebih besar dari 0,05 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara motivasi belajar siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi dan rendah pada kelas eksperimen dan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan multimedia interaktif dalam strategi *problem based learning* dan pembelajaran tanpa multimedia interaktif dalam strategi *problem based learning* tidak sesuai jika diterapkan pada siswa dengan pengetahuan awal tinggi dan rendah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa strategi pembelajaran tidak memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan motivasi belajar siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi dan rendah.

KESIMPULAN

Strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar dan motivasi belajar siswa dibandingkan strategi *problem based learning* tanpa menggunakan multimedia interaktif, siswa yang memiliki pengetahuan awal tinggi memperoleh hasil belajar dan motivasi belajar yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memiliki pengetahuan awal rendah, serta strategi *problem based learning* berbantuan multimedia interaktif lebih cocok diterapkan kepada siswa yang berkemampuan awal rendah bila dilihat dari hasil belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Sutrisno. 2006. *Strategi Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning, Pbl)*. dalam Dasna dan Sutrisno (Eds.), *Strategi-Strategi Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pembelajaran Sains-Kimia*. Malang : Kimia FMIPA UM.
- Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, O. 2006. Improving Achievement Through Problem-Based Learning. *JBE*. Vol. 40 No. 4.
- Tosun, C., & Taskesenligil, Y. 2012. The Effect Of Problem Based Learning On Student Motivation Toward Chemistry Classes And On Learning Strategies. *Journal Of Turkish Science Education*, (Online), 9(1): 104-125, (<http://www.tused.org/internet/tused/archive/v9/i1/text/tusedv9i1a7.pdf>), Diakses 13 Januari 2014.
- Munir. 2013. *Multimedia Konsep dan Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Baharudin, R. 2012. *Pengaruh Penerapan Strategi Pembelajaran Problem Based Learning Vs Ekspositori Berbantuan Multimedia Interaktif, dan Gaya Belajar terhadap Hasil Belajar Fiqih dan Retensi Mahasiswa*. Disertasi tidak diterbitkan. Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang.
- Jonassen, H. D.; & Gabrowski, J. H. 2006. On the Role Concept in Learning and Learning Design. *Etr & D*.54(2),177-196.
- Svinicki, M. D. 2007. *Learning and Motivation in the Post secondary Classroom*. Bolton, MA: Anker.
- Tukiman. 2013. *Efektifitas Pembelajaran CTL Mata Pembelajaran IPS dalam Meningkatkan Motivasi Belajar dan Perilaku Prososial Siswa Kelas IX SMP 2 Ponjong Gunung Kidul*. Tesis tidak diterbitkan. Yogyakarta: Pascasarjana Universitas Ahmad Dahlan.
- Davies P. 1999. What is evidence-based education?, *Brit. J. Educ. Stud.*, **47**, 108-121.
- Reisslein, J., Reisslein, M. & Seling, P. 2006. Comparing Static Fading with Adaptive Fading to Independent Problem Solving: *The Impact on the Achievement And Attitudes Of High School Students Learning Electrical Circuit Analysis*. *Journal Of Engineering Education*, July 2006
- Yardan, H. & Yardan, A. 2010. Learning Using Dynamic and Static Visualizations: Students' comprehension, Prior Knowledge and Conceptual Status of a Biotechnological Method. *Res Science Education* (2010) 40: 375-402.
- Nasution, W. N. 2007. Pengaruh Strategi Pembelajaran dan Konsep Diri Terhadap Hasil Belajar IPA. *Analytica Islamica*. Vol. 9 No.1 Hal.17-36.
- Sulistianingrum, H. 2012. *Pengaruh Dua Tipe Pembelajaran Kooperatif (NHT & TPS) dan Pengetahuan Awal terhadap Hasil Belajar, Pemahaman, dan Aplikasi Konsep Fisika bagi Mahasiswa Pendidikan Matematika*. Disertasi Tidak Diterbitkan. Malang: Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang.
- Chu, H. 2010. *New Course Physics Teaching and Teacher's Professional Development*, 3(3). (Online), (<http://www.ccsenet.org/ies>), Diakses Tanggal 5 April 2014.
- Addison, P. A, & Hutcheson, V. K. 2001. *The Importance Of Prior Knowledge To New Learning*. Published Online.
- Dasna, I. W., dan Sutrisno. 2007. *Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning)*. (Online), (<http://lubisgrafura.wordpress.com/2007/09/19/>), diakses 6 juni 2014
- Nili, M., Isfahani, A. N., & Tanhaei, M. H. 2013. Knowledge Sharing and its Impact on Employees' Motivation. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*. Vol.2, No.3, (http://Hrmars.Com/Hrmars_Papers/Knowledge_Sharing_And_Its_Impact_On_Employee_s_Motivation.Pdf), Diakses 15 September 2015.

**PENGARUH PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH (PBM)
TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA DENGAN PENGETAHUAN PROSES
ILMIAH BERBEDA UNTUK PEMBELAJARAN DI SMK**

Sri Hidayati^{1*}, Suhadi Ibnu², Fauziatul Fajaroh²

¹*Guru, UPT. SMKN 1 Pasuruan*

Jalan Veteran No.11 Pasuruan

²*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang*

Jl. Semarang No. 5 Malang 65145

*Corresponding author's email: ieday_chemistone@yahoo.com

ABSTRAK: Pembelajaran berbasis masalah (PBM) sangat sesuai diterapkan dalam pembelajaran di SMK untuk melatih keterampilan proses ilmiah siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menguji dan menjelaskan perbedaan pembelajaran berbasis masalah (PBM) dengan pengetahuan tentang proses ilmiah terhadap hasil belajar siswa dibandingkan dengan pembelajaran verifikasi. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimental semu faktorial 2x2 yang melibatkan 32 siswa kelas XI KA 1 dan 36 siswa kelas XI KA 2 SMKN 1 Pasuruan kompetensi keahlian kimia analisis tahun pelajaran 2014/2015 sebagai subjek penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: 1) ada perbedaan hasil belajar siswa dalam pembelajaran praktik antara yang dibelajarkan dengan PBM dibandingkan dengan pembelajaran verifikasi; 2) ada perbedaan hasil belajar siswa yang mempunyai perbedaan pengetahuan tentang proses ilmiah; 3) tidak terdapat perbedaan dalam hasil belajar siswa akibat interaksi antara strategi pembelajaran dan pengetahuan tentang proses ilmiah siswa.

Kata kunci: pembelajaran berbasis masalah (PBM), keterampilan proses ilmiah, hasil belajar siswa

ABSTRACT: Problem based learning (PBL) is appropriate to be applied in learning at vocational high school to practice the students' scientific process skills. The objectives of this research were examining and explaining the difference of problem based learning (PBL) with the difference in scientific process knowledge on the students' learning achievement compared to the verification learning strategy. The factorial 2x2 quasi experimental designs were used in this research that involved 32 students of KA 1 and 36 students of KA 2 at XI grade of SMKN 1 Pasuruan of analytical chemistry department in the 2014/2015 academic year as the research subjects. The results indicated that: 1) there were differences in students' scientific process skills and students' achievements on practical learning that were thought using problem based learning (PBL) compared to students thought using verification learning; 2) there were differences in students' achievements because of different scientific process knowledge; 3) there were no interaction effects between the teaching strategy and students' scientific process knowledge on students' scientific process skills and students' learning achievement.

Keywords: problem based learning (PBL), scientific process skill, students' learning assessment

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia berbasis kegiatan praktikum adalah pembelajaran khas yang diberikan di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) kompetensi keahlian kimia analisis. Berdasarkan PERMEN No.69 Tahun 2013, disebutkan bahwa mata pelajaran yang diajarkan untuk SMK kompetensi keahlian kimia analisis terdiri dari mata pelajaran dasar, mata pelajaran bidang keahlian, dan mata pelajaran dasar program keahlian. Mata pelajaran dasar bidang keahlian terdiri dari kimia, fisika, dan gambar teknik. Mata pelajaran dasar program keahlian terdiri dari teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia, analisis kimia dasar, kimia organik, dan mikrobiologi. Sedangkan mata pelajaran paket keahlian terdiri dari: analisis titrimetri dan gravimetri; kimia analitik terapan; analisis instrumen; analisis kimia terpadu; serta manajemen laboratorium. Mata pelajaran paket keahlian ini diajarkan untuk mengasah keterampilan siswa dalam bidang analisis. Salah satu mata pelajaran paket keahlian dengan kegiatan praktik adalah mata pelajaran analisis gravimetri. Kompetensi dasar yang diharapkan dimiliki siswa melalui pembelajaran ini yaitu: 1) siswa mampu menerapkan teknik kerja gravimetri penguapan dengan pemanasan; serta 2) siswa mampu melaksanakan analisis gravimetri penguapan dengan pemanasan.

Pembelajaran yang melibatkan kegiatan praktikum dan penemuan diduga mampu meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa [17]. Karena selama pembelajaran, siswa secara aktif melakukan pekerjaan dan penyelidikan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan mereka sendiri yang telah disusun dalam bentuk rumusan masalah dan hipotesis penelitian [36]. Menurut Padilla (1990), keterampilan proses ilmiah (*science process skills/SPS*) merupakan keterampilan yang digunakan untuk mendapatkan pengetahuan, keterampilan untuk menggunakan pengetahuan yang mereka miliki dalam menyelesaikan masalah, dan keterampilan merumuskan hasil dari penyelesaian masalah. Wujud keterampilan ini berupa kemampuan seseorang untuk menggunakan keterampilan proses ilmiah dalam mengidentifikasi permasalahan sehari-hari dan mengatasi permasalahan tersebut melalui penentuan hipotesis yang sesuai [12].

Padilla (1990) mengelompokkan keterampilan proses ilmiah ke dalam keterampilan dasar dan keterampilan terpadu. Keterampilan dasar meliputi pengamatan, pengelompokan, pengukuran, pelaporan hasil pengamatan, penyimpulan, dan prediksi. Sedangkan keterampilan terpadu meliputi keterampilan mengidentifikasi variabel, menyusun tabel data, menggambar grafik, mendeskripsikan hubungan antar variabel, memperoleh dan memproses data, menganalisis penyelidikan, merumuskan hipotesis, mendefinisikan variabel secara operasional, serta merancang penyelidikan [25]. Keterampilan dasar digunakan sebagai acuan logis dalam pemecahan masalah, sedangkan keterampilan terpadu digunakan sebagai sarana untuk memecahkan masalah [37].

Keterampilan proses ilmiah akan didapatkan siswa selama pembelajaran jika siswa ikut serta dalam proses pembelajaran, misalnya dalam pembelajaran yang berupa pembelajaran praktik. Pembelajaran yang melibatkan kegiatan praktik, sangat sesuai jika dilakukan dengan pendekatan

proses. Dalam pendekatan ini, siswa bukan hanya dituntut untuk memahami konsep dari suatu fakta, namun juga dituntut untuk melakukan proses untuk menemukan konsep tersebut [37]. Selama ini, pembelajaran dengan pendekatan proses telah banyak dilakukan terutama di SMK kompetensi keahlian kimia analisis. Namun, dalam kegiatan pembelajaran siswa diarahkan untuk melakukan proses sesuai dengan petunjuk yang ada dalam lembar kerja praktikum atau lembar kegiatan siswa praktikum.

Penggunaan lembar kerja berupa lembar kegiatan siswa dalam mata pelajaran praktik, menuntut siswa untuk melakukan prosedur praktikum sesuai dengan petunjuk yang telah tersedia [6]. Di laboratorium, siswa akan melakukan pekerjaan sesuai dengan petunjuk lembar kegiatan siswa tanpa harus memikirkan alasan perlakuan, prinsip praktikum, hingga pengolahan data yang harus mereka lakukan [26]. Strategi pembelajaran semacam ini, dikenal dengan strategi pembelajaran *expository* atau strategi verifikasi [13]. Kebiasaan siswa yang hanya melakukan percobaan sesuai langkah dalam prosedur penelitian, menyebabkan siswa tidak mampu menggunakan kemampuan berpikirnya dalam penemuan konsep [15]. Hal ini menyebabkan nilai hasil belajar siswa untuk mata pelajaran analisis gravimetri masih di bawah nilai rata-rata Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Pada materi analisis gravimetri untuk semester ganjil tahun pelajaran 2012/2013, hasil belajar siswa hanya mencapai nilai rata-rata 65 dengan nilai KKM 75 dan tahun pelajaran 2013/2014 hanya mencapai nilai rata-rata 70 dengan nilai KKM 75 (Dokumen guru, 2013, 2014).

Rendahnya nilai hasil belajar siswa untuk mata pelajaran praktik mempunyai beberapa alasan. Kelas dengan pembelajaran di laboratorium dengan menggunakan strategi verifikasi, menuntut siswa untuk menyelesaikan permasalahan sesuai dengan apa yang telah disampaikan oleh guru [6]. Sehingga pengalaman yang didapatkan oleh siswa hanya berupa pengalaman praktik [7]. Beberapa pendapat menyebutkan bahwa strategi pembelajaran verifikasi di laboratorium, menyebabkan pembatasan kreativitas siswa. Siswa tidak memahami tujuan dari praktikum yang mereka lakukan dan tidak yakin terhadap hasil yang akan mereka dapatkan. Mereka bahkan tidak mengetahui cara menerapkan pengalaman belajar mereka di laboratorium ke dalam teori untuk menemukan konsep [22]. Jadi, strategi pembelajaran ini hanya bersifat sebagai verifikasi dari hal yang tidak diketahui atau sekedar membuktikan beberapa teori yang telah diberikan oleh guru [7].

Kebanyakan guru masih berpendapat bahwa dengan mengikuti semua petunjuk yang telah diberikan di dalam lembar kegiatan siswa, maka siswa akan belajar sesuatu melalui aktivitas praktikum di dalam kelas. Pendapat ini sesuai dengan hasil penelitian beberapa ahli selama 20 tahun lebih tentang apa yang didapatkan oleh siswa selama mengikuti pembelajaran di laboratorium [13,24]. Namun, penelitian lain menunjukkan bahwa percobaan di laboratorium dengan menggunakan format percobaan tradisional dan kegiatan verifikasi, hanya akan mendorong siswa untuk belajar tentang teknik percobaan di laboratorium saja dan akan belajar sedikit hal yang

lainnya [13]. Sedangkan, jika pembelajaran di laboratorium berupa kegiatan demonstrasi tentang suatu teori atau konsep, maka siswa tidak akan dapat terlibat secara mendalam dalam kegiatan tersebut, sehingga siswa akan mengalami kesulitan dalam perolehan konsep atau teori baru [27].

Permasalahan lain yang didapatkan dari strategi pembelajaran praktikum, misalnya dalam penyusunan laporan praktikum, siswa tidak memperhatikan data yang diperoleh selama percobaan berlangsung, mereka hanya memilih rumus untuk mencari jawaban, dan membandingkan jawaban mereka dengan nilai-nilai yang terdapat di dalam literatur [27]. Akibat dari pembelajaran model ini, siswa hanya dapat menyelesaikan soal dalam bentuk algoritmik, namun tidak dapat mengerti atau malah salah menafsirkan pokok permasalahan di balik konsep yang telah ada [29]. Pendekatan konstruktivis telah membahas ini sebagai bagian dari aktivitas pendidikan dan menghasilkan perubahan dalam dunia pendidikan [31]. Hasil dari perubahan ini yaitu strategi pembelajaran yang berupa pembelajaran aktif (*active learning*) melalui interaksi antara siswa dengan siswa, siswa dengan teknologi, dan interaksi antara siswa dengan guru menggunakan berbagai sumber informasi dan teknologi.

Pembelajaran dengan pendekatan konstruktivis telah dianjurkan untuk diterapkan khususnya di dalam kurikulum 2013 melalui penerapan pendekatan ilmiah. Berdasarkan Peraturan Pemerintah no.65 tahun 2013 tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, pendekatan ilmiah harus digunakan sebagai prinsip pembelajaran. Berdasarkan peraturan tersebut dinyatakan bahwa pendekatan ilmiah meliputi kegiatan mengamati, mengajukan pertanyaan, mengumpulkan data, menganalisis data, serta mengkomunikasikan hasil pengamatan secara lisan maupun tulisan. Salah satu strategi pembelajaran yang dapat diterapkan menggunakan pendekatan ilmiah adalah pembelajaran berbasis masalah (PBM) [32].

PBM merupakan salah satu strategi pembelajaran interaktif dan inovatif yang dapat memberikan kondisi belajar aktif pada siswa saat proses belajar mengajar, dengan melibatkan siswa untuk mengkonfrontasikan dan mengeksplorasi masalah-masalah kontekstual yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari serta memecahkannya melalui tahap-tahap metode ilmiah [2]. Strategi PBM merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa dan dilakukan melalui pembentukan kelompok kecil dengan pengawasan dari fasilitator, yaitu guru [36]. Pembelajaran kolaboratif semacam ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa bekerja dalam kelompok. Adanya pembagian tugas dalam kelompok akan membuat setiap anggota kelompok lebih bertanggungjawab terhadap tugasnya. Menurut pandangan konstruktivistik, kerjasama antar siswa memberikan pengaruh besar pada proses pembelajaran akibat interaksi yang memungkinkan berlangsungnya diskusi sampai pada pencapaian hasil. Kegiatan diskusi pada siswa merupakan mekanisme penting untuk pencapaian kesetimbangan setelah adanya ketidakseimbangan konsep akibat ketidakcocokan antara konsep baru dengan konsep lama yang telah mereka miliki [36].

Masalah yang disajikan dalam pembelajaran dengan metode PBM harus mampu

meningkatkan keterampilan interpersonal dan keterampilan dalam berkomunikasi, yaitu permasalahan yang dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk mencari hubungan antara subjek berbeda yang telah dijelaskan secara terpisah sebelumnya [38]. Pencarian hubungan ini dilakukan oleh siswa melalui kegiatan penyelidikan. Kegiatan ini dilakukan berdasarkan instruksi dari fasilitator dan menitikberatkan pengalaman belajar siswa pada kegiatan penyelidikan (*investigation*), penjelasan (*explanation*), dan penyelesaian masalah [36].

Kegiatan penyelidikan melalui praktikum dalam pembelajaran, diibaratkan seperti kegiatan para ahli untuk melakukan beberapa metode penelitian dalam mempelajari gejala alam kemudian memberikan penjelasan terhadap gejala yang ada berdasarkan bukti-bukti dari hasil pengamatannya. Pembelajaran semacam ini menitikberatkan pada kegiatan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan pemahaman mereka terhadap ide-ide ilmiah [36]. Pembelajaran yang mengajak siswa untuk terlibat langsung dalam kegiatan pembelajaran, seperti halnya PBM, merupakan pembelajaran dengan pendekatan proses yang akan meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa (Wahjudi, 1996).

Kesuksesan penerapan PBM dalam pembelajaran membutuhkan kesiapan siswa terhadap materi yang akan mereka dapatkan, karena PBM menuntut siswa untuk dapat memecahkan masalah berdasarkan pengetahuan yang telah mereka miliki (*prior knowledge*) [32]. Masalah yang diberikan dalam PBM adalah masalah yang berupa *ill structure* artinya permasalahan tersebut memiliki penyelesaian yang kompleks, permasalahan yang diberikan tidak memberikan gambaran tentang konsep, prinsip atau pun teori yang mendasari permasalahan, serta permasalahan tidak mengandung parameter-parameter yang dapat dimanipulasi sebagai acuan dalam penyelesaiannya [4]. Strategi PBM yang semacam ini, merupakan PBM terbuka yang mengkondisikan siswa untuk berpikir tentang masalah yang diberikan secara luas berdasarkan beberapa disiplin keilmuan. Namun, pada penelitian ini PBM yang digunakan merupakan PBM dengan bimbingan seperti yang dilakukan oleh Kelly dan Finlayson (2007). Pada PBM dengan bimbingan, permasalahan diberikan kepada siswa dalam bentuk rumusan masalah sehingga siswa hanya melakukan kajian berdasarkan rumusan masalah yang diberikan oleh guru. Dalam melakukan kajian penyelesaian masalah, siswa dapat mengaitkan permasalahannya dengan pengetahuan-pengetahuan awal yang telah mereka miliki.

Pengetahuan awal siswa, yang berupa pengetahuan tentang proses ilmiah dalam pembelajaran praktik, akan memberikan peranan penting dalam penyusunan hipotesis yang lebih masuk akal, pengurutan hipotesis yang akan diuji, serta penyusunan rancangan penelitian yang akan disusun untuk menguji hipotesis yang telah mereka buat [10,11]. Keterampilan dan pengetahuan tentang proses ilmiah ini secara keseluruhan digunakan oleh siswa untuk memecahkan permasalahan yang ditujukan kepada mereka sehingga pengukuran penerapan keterampilan ini pun dilakukan secara keseluruhan dan tidak dapat diukur secara terpisah. Salah satu alat ukur yang

dapat digunakan untuk mengukur penerapan keterampilan yang dimiliki oleh siswa selama kegiatan pembelajaran praktik adalah pengukuran dengan menggunakan instrumen pengamatan tentang keterampilan proses ilmiah [11].

Penilaian dengan instrumen pengamatan keterampilan proses akan dapat digunakan untuk mengukur kemampuan dan keterampilan setiap siswa dalam menerapkan pengetahuan-pengetahuan yang telah mereka miliki selama proses pembelajaran berlangsung. Penilaian dalam proses pembelajaran perlu dilakukan untuk mengetahui ketercapaian tujuan pembelajaran yang telah dimiliki oleh siswa setelah mereka menempuh pengalaman belajar melalui proses belajar mengajar. Penilaian ini dikenal dengan penilaian hasil belajar. Menurut Bloom, hasil belajar diklasifikasikan menjadi tiga ranah, yakni ranah kognitif, ranah afektif, dan ranah psikomotor [30].

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengukur tingkat efektivitas PBM dalam pembelajaran ilmu kimia terkait keterampilan proses ilmiah dan hasil belajar siswa. Raimi dan Adeoye (2004) menggunakan PBM dalam pembelajaran analisis volumetri di perguruan tinggi dan melaporkan bahwa pembelajaran dengan PBM mampu meningkatkan keterampilan dasar praktik ilmiah dibandingkan dengan pembelajaran tradisional. Tosun and Taskesenligil (2013) melaporkan tentang penggunaan PBM dalam materi larutan dan sifat fisika larutan untuk meningkatkan sikap terhadap materi belajar dan keterampilan proses ilmiah di perguruan tinggi. Sedangkan Ünal dan Özdemir (2013) menggunakan PBM dalam pembelajaran fisika di laboratorium untuk mahasiswa keguruan jurusan fisika.

Sebagian besar penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran berbasis masalah (PBM) terhadap keterampilan proses ilmiah masih melibatkan mahasiswa sebagai subjek penelitian. Karena banyak peneliti beranggapan bahwa pembelajaran yang melibatkan keterampilan proses dengan kegiatan praktik masih banyak dilakukan di perguruan tinggi saja [28]. Padahal, seperti yang telah dijelaskan di bagian awal, pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pun juga banyak melibatkan pembelajaran praktikum. Misalnya di SMK kompetensi keahlian kimia analisis kelas XI, persentase mata pelajaran yang melibatkan kegiatan praktik sebesar 43% dari total keseluruhan mata pelajaran yang harus ditempuh, termasuk dalam hal ini mata pelajaran analisis gravimetri dan titrimetri di kompetensi keahlian kimia analisis. Sehingga penelitian tentang pengaruh pembelajaran berbasis masalah (PBM) terhadap keterampilan proses ilmiah dan hasil belajar siswa dengan pengetahuan berbeda tentang proses ilmiah dalam pembelajaran praktik pokok bahasan analisis gravimetri di SMK kompetensi keahlian kimia analisis perlu untuk dilakukan.

Berdasarkan uraian tersebut, maka tujuan penelitian ini antara lain: (1) untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa, baik kognitif, afektif, maupun psikomotor, dalam pembelajaran praktik yang dibelajarkan menggunakan PBL dibandingkan dengan verifikasi; (2) untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa, baik kognitif, afektif, maupun psikomotor, antara siswa

dengan pengetahuan yang tinggi tentang proses ilmiah dan siswa dengan pengetahuan yang rendah tentang proses ilmiah; (3) untuk mengetahui interaksi antara strategi pembelajaran dengan pengetahuan tentang proses ilmiah terhadap hasil belajar siswa dalam pembelajaran praktik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental semu faktorial 2x2. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI SMKN 1 Pasuruan kompetensi keahlian kimia analisis tahun pelajaran 2014/2015. Pemilihan subjek penelitian dilakukan dengan teknik *cluster random sampling* yang menghasilkan kelas XI KA 1 sebanyak 32 orang siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas XI KA 2 sebanyak 36 orang siswa sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen merupakan kelompok yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis masalah (PBM) sedangkan kelas kontrol dibelajarkan dengan pembelajaran verifikasi. Materi pembelajaran yang disampaikan di kedua kelas adalah materi tentang analisis gravimetri pemanasan dengan penguapan.

Pengelompokan siswa berdasarkan pengetahuan tentang proses ilmiah didasarkan pada hasil tes tentang keterampilan proses ilmiah yang berupa tes subjektif sebanyak 20 butir soal. Sedangkan pengaruh strategi pembelajaran diamati terhadap keterampilan proses ilmiah dan hasil belajar siswa, baik hasil belajar kognitif, afektif, maupun psikomotor. Hasil belajar kognitif didapatkan dari nilai tes kognitif yang terdiri dari 15 soal. Sedangkan hasil belajar afektif, dan hasil belajar psikomotor didapatkan berdasarkan hasil pengamatan pada lembar pengamatan. Semua data yang didapatkan kemudian dianalisa untuk mengetahui perbedaannya menggunakan uji statistik MANOVA.

Instrumen pengukuran berupa tes tentang keterampilan proses ilmiah dan tes hasil belajar kognitif siswa yang digunakan telah divalidasi oleh dua dosen kimia di Universitas Negeri Malang dan satu guru kimia analisis SMKN 1 Pasuruan. Nilai reliabilitas soal tes untuk tes tentang keterampilan proses ilmiah dan tes kognitif masing-masing sebesar 0,999 dan 0,925. Nilai reliabilitas ini dihitung dengan menggunakan metode *Kudher Richardson-21* (KR-21). Sedangkan hasil validasi ahli instrumen tes tentang keterampilan proses ilmiah, instrumen tes kognitif, lembar pengamatan hasil belajar afektif, dan lembar pengamatan hasil belajar psikomotor secara berturut-turut sebesar 92%, 91%, 75%, dan 73%.

Langkah pembelajaran yang dilakukan pada kelas eksperimen berupa pembelajaran berbasis masalah, sedangkan pada kelas kontrol berdasarkan pembelajaran verifikasi. Kedua pembelajaran didasarkan pada strategi pembelajaran yang disampaikan oleh Arends (2007). Setiap langkah pembelajaran pada kedua kelas dituliskan secara rinci dalam instrumen perlakuan berupa silabus melakukan analisis gravimetri berdasarkan kurikulum 2013, RPP, dan lembar apersepsi siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Strategi pembelajaran

Hasil tes tentang keterampilan proses ilmiah siswa yang dilakukan baik di kelas kontrol maupun kelas eksperimen diberikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa kelas kontrol yang dibelajarkan menggunakan strategi pembelajaran verifikasi mempunyai nilai rata-rata hasil tes tentang keterampilan proses ilmiah lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan dengan PBM. Hal ini menandakan bahwa siswa di kelas kontrol memiliki pengetahuan tentang proses ilmiah yang lebih baik dibandingkan dengan siswa di kelas eksperimen.

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa siswa di kelas PBM memberikan rata-rata hasil belajar kognitif, afektif, dan psikomotor yang tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Tosun dan Taskesenligil (2013) yang menyatakan bahwa strategi pembelajaran berbasis masalah (PBM) menyebabkan siswa lebih mengingat konsep pengetahuan dalam pikirannya sehingga akan membantu untuk mendapatkan hasil belajar kognitif yang baik pula. Siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis masalah akan mendapatkan kesempatan untuk mentransfer pengetahuan dan keterampilan yang telah mereka miliki untuk menyelesaikan pertanyaan baru [34]. Dalam PBM, siswa akan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilannya [19,33,35]. Berdasarkan hasil uji statistik yang diberikan Tabel 3 untuk menganalisis pengaruh strategi pembelajaran terhadap hasil belajar kognitif, afektif, maupun psikomotor, didapatkan bahwa perbedaan strategi pembelajaran akan memberikan perbedaan terhadap hasil belajar kognitif, afektif, maupun psikomotor yang ditunjukkan dengan nilai $Sig < 0,05$.

Tabel 1. Data Hasil Tes Tentang Keterampilan Proses Ilmiah

Kelas	Jumlah Siswa Pengetahuan Tentang Proses Ilmiah		SD	Rata-Rata	Rata Total
Kontrol	Rendah	17 siswa	7,61	63,82	74,17
	Tinggi	19 siswa	6,25	83,42	
Eksperimen	Rendah	15 siswa	11,93	57,33	70,31
	Tinggi	17 siswa	6,36	81,76	

Tabel 2. Hasil Keterampilan Proses Ilmiah dan Hasil Belajar Siswa

No	Hasil Belajar	PBM		Verifikasi	
		Pengetahuan Tinggi Tentang	Pengetahuan Rendah Tentang	Pengetahuan Tinggi Tentang	Pengetahuan Rendah Tentang Proses

		Proses Ilmiah	Proses Ilmiah	Proses Ilmiah	Ilmiah
1.	Hasil Belajar Kognitif	85,88	76,89	83,51	67,45
2.	Hasil Belajar Afektif	86,03	73,06	78,95	67,16
3.	Hasil Belajar Psikomotor	85,78	73,33	72,81	68,14

Tabel 3. Hasil Uji Manova

Source	Dependent Variable	F	Sig.
Strategi pembelajaran	Hasil Belajar Kognitif	4,462	0,039
	Hasil Belajar Afektif	6,149	0,016
	Hasil Belajar Psikomotor	8,559	0,005
Pengetahuan Tentang Proses Ilmiah	Hasil Belajar Kognitif	20,073	0,000
	Hasil Belajar Afektif	22,380	0,000
	Hasil Belajar Psikomotor	7,596	0,008
Strategi pembelajaran*Pengetahuan Tentang Proses Ilmiah	Hasil Belajar Kognitif	1,596	0,211
	Hasil Belajar Afektif	0,051	0,822
	Hasil Belajar Psikomotor	1,569	0,215

Pengaruh Pengetahuan tentang Proses Ilmiah

Pada dasarnya setiap siswa telah memiliki pengetahuan tentang proses ilmiah yang mereka dapatkan dari beberapa aktivitas belajar sebelumnya yang berupa pengetahuan tentang proses ilmiah dasar dan pengetahuan tentang proses ilmiah terpadu. Siswa yang telah terbiasa mendapatkan pembelajaran berbasis kegiatan praktikum, seperti siswa di Sekolah Menengah Kejuruan, juga akan terbiasa menggunakan keterampilan ini. Menurut German *et al.* (1996), pengetahuan tentang keterampilan proses ilmiah yang dimiliki siswa ini dapat disebut sebagai pengetahuan awal siswa. Pengetahuan ini akan digunakan oleh siswa ketika mereka dihadapkan pada kegiatan pembelajaran berikutnya yang juga melibatkan kegiatan praktikum. Pada penelitian ini, pengukuran pengetahuan tentang proses ilmiah awal siswa dilakukan dengan menggunakan instrumen tes. Instrumen ini digunakan untuk mengukur kemampuan mengidentifikasi variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol dalam percobaan; kemampuan mengidentifikasi variabel operasional; kemampuan menganalisis masalah dengan variabel spesifik; kemampuan menganalisis masalah dengan variabel terikat dan variabel bebas; kemampuan memilih definisi operasional yang sesuai; kemampuan untuk mengidentifikasi hipotesis yang dapat diuji dari suatu permasalahan; kemampuan memilih prosedur yang sesuai; kemampuan mengidentifikasi grafik yang menggambarkan data hasil percobaan; dan kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel berdasarkan grafik.

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa siswa dengan pengetahuan yang tinggi tentang

proses ilmiah akan memberikan hasil belajar kognitif, afektif, maupun psikomotor yang tinggi pula. Tingginya nilai tes kognitif siswa dengan pengetahuan yang tinggi tentang proses ilmiah sesuai dengan hasil penelitian oleh Feyzioğlu (2009) yang menyebutkan bahwa pengetahuan tentang proses ilmiah akan mempengaruhi hasil belajar siswa. Siswa yang telah terbiasa menggunakan keterampilan proses tingkat tingginya akan memberikan peningkatan hasil belajar kognitif yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang tidak terbiasa menggunakan keterampilan tersebut. German (1994) dalam Feyzioğlu (2009) juga menyebutkan bahwa peningkatan hasil belajar kognitif siswa sangat dipengaruhi oleh pengetahuan tentang proses ilmiah yang mereka miliki. Selain itu, siswa dengan pengetahuan yang tinggi juga akan memberikan hasil belajar afektif dan psikomotor yang juga tinggi. Hal ini sejalan dengan pendapat German *et al.* (1996) yang menyatakan bahwa pengalaman yang telah dimiliki oleh siswa berupa keterampilan proses akan menyebabkan siswa lebih aktif selama kegiatan pembelajaran yang berupa kegiatan mencari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang telah mereka buat, membuat prosedur untuk menjawab pertanyaan tersebut, hingga menjalankan kegiatan praktikum sebagai pembuktian hipotesis yang telah mereka susun.

Pengaruh perbedaan pengetahuan telah diuji statistik menggunakan uji MANOVA berdasarkan Tabel 3. Hasil uji menunjukkan bahwa adanya perbedaan pengetahuan tentang proses ilmiah akan memberikan perbedaan terhadap hasil belajar kognitif, hasil belajar afektif, serta hasil belajar psikomotor baik pada kelas kontrol maupun kelas eksperimen (nilai *Sig.* < 0,05). Hal ini dapat dilihat dari cara siswa yang memiliki pengetahuan yang tinggi tentang proses ilmiah dalam memaparkan pemilihan prosedur. Siswa yang memiliki pengetahuan yang tinggi tentang proses ilmiah akan memilih prosedur dengan cara mengaitkan antara permasalahan yang mereka hadapi dan pengalaman atau pengetahuan yang telah mereka dapatkan sebelumnya sehingga terlihat bahwa kemampuan siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan sangat ditentukan oleh latar belakang pengalaman, pengetahuan yang telah mereka miliki, serta keterampilan khusus siswa yang semuanya akan mempengaruhi cara siswa dalam berpikir, merasakan, serta bertindak untuk menyelesaikan masalahnya [9,10].

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa interaksi antara strategi pembelajaran dan pengetahuan tentang proses ilmiah siswa tidak memberikan pengaruh pada hasil belajar kognitif, afektif, maupun psikomotor (nilai *Sig.* < 0,05). Strategi pembelajaran akan memberikan pengaruh terpisah dengan pengetahuan tentang proses ilmiah yang dimiliki oleh siswa. Hasil ini sejalan dengan pendapat yang disampaikan oleh Maharani (2013) yang menyatakan bahwa tidak ada interaksi antara strategi pembelajaran dengan kemampuan awal.

KESIMPULAN

1. Ada perbedaan hasil belajar siswa dalam pembelajaran praktik yang dibelajarkan menggunakan PBM dibandingkan dengan verifikasi. Siswa yang dibelajarkan dengan pembelajaran berbasis masalah (PBM) mempunyai nilai skor rata-rata hasil belajar lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan dengan verifikasi, baik pada skor hasil belajar kognitif, hasil belajar afektif, maupun hasil belajar psikomotor.
2. Ada perbedaan hasil belajar siswa yang mempunyai perbedaan pengetahuan tentang proses ilmiah. Siswa dengan pengetahuan yang tinggi tentang proses ilmiah mempunyai rata-rata hasil belajar lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mempunyai pengetahuan rendah tentang proses ilmiah.
3. Tidak terdapat perbedaan dalam hasil belajar siswa akibat interaksi antara strategi pembelajaran dan pengetahuan tentang proses ilmiah siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkas, T.R. 2007. *Pengaruh Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) pada Pembelajaran Kimia Lingkungan dalam Meningkatkan Hasil Belajar dan Kesadaran Lingkungan Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Arends, R.I. 2007. *Learning to Teach*. Seventh Edition. New York: Mc. Graw Hill.
- Arikunto, S. 2010. *Prosedur Penelitian. Suatu Pendekatan Praktis*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Chin, C. & Chia, L. 2005. Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology Project Work. *Willey Inter Science*, 90: 44-67.
- Dillashaw, F.G. & Okey, J.R. 1980. Test of Integrated Science Process skills for Secondary Science Students. *Science Education*, 64 (5): 601-608.
- Domin, D.S. 1999. A Review of Laboratory Instruction Style. *Journal of Chemical Education*, 4 (76): 543-547.
- Donnel, C.M., O'connor, C. & Seery, M.K. 2007. Developing Practical Chemistry Skills by Means of Student-Driven Problem Based Learning Mini-Projects. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (2). (Online), (<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/2007/rp/b6rp90026g?page=search>), diakses 27 Februari 2014.
- Doran, R.L., Boorman, J., Chan, F. & Hejaily, N. 1993. Alternative Assessment of High Scholl Laboratory Skills. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (9): 1121-1131.
- Feyzioğlu, B. 2009. An Investigation of The Relationship Between Science Process Skills With Efficient Laboratory Use and Sience Achievement in Chemistry Education. *Turkish Sience Education*, 6 (3). (Online), (<http://www.tused.org/internet/tused/archive/v6/i3/text/tusedv6i3s10.pdf>), diakses 7 April 2014.
- German, P.J., Aram, R. & Burke, G., 1996. Identifying Patterns and Relationships Among The Responses of Seventh-Grade Students to The Science Process Skill of Designing Experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 1 (33): 79-99.
- German, P.J., Haskins, S. & Auls, S. 1996. Analysis of Nine High School Biology Laboratory Manuals: Promoting Scientific Inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 23 (5): 475-499.
- Hmelo-Silver, C.E. 2004. Problem-Based Learning: What and How Do Student Learn?. *Educational Psychology Review*, 16 (3): 235-266.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N., 2003. *The Laboratory Science Education: Foundations for Twenty-*

- First Century. *Science Education*, 88: 28-54.
- Ibnu, S., Mukhadis, A. & Dasna, I.W. 2003. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Johnstone, A.H. & Al-Shuaili, A. 2001. Learning in The Laboratory; Some Thoughts From The Literature. *University Chemistry Education*, 5 (2): 42-51.
- Kelly, O.C. & Finlayson, O.E. 2007. Providing Solution Through Problem-Based Learning for Undergraduate 1st Chemistry Laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3): 347-361.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2014. Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013 Tahun Ajaran 2014/2015. Mata Pelajaran Kimia SMA/SMK. Jakarta: Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pendidikan dan Kebudayaan dan Penjamin Mutu Pendidikan dan Kebudayaan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- King, G.B., Caldwell, W.E. & Williams, M.B. 1979. *Laboratory Eksperiments in College Chemistry*. Fourth Edition. New York: D. Van Nostrand Company.
- Klegeris, A. & Hurren, H. 2011. Problem-Based Learning In A Large Classroom Setting: Methodology, Student Perception and Problem-Solving Skills. Makalah dalam Proceedings of Edulearn11 Conference, Kanada, Juli 2011.
- Lagowski, J.J. & Webber, S.E. 1977. *Laboratory Experiments in Chemistry*. New York: D. Van Nostrand Company.
- Maharani, C.A. 2013. Pengaruh Pendekatan Inkuiri Terbimbing dan Kemampuan Awal terhadap Hasil Belajar Kognitif Tingkat Tinggi Pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. Tesis tidak diterbitkan. Malang: PPs UM.
- Mc Garvey, D.J. 2004. Experimenting With Undergraduate Practicals. *University Chemistry Education*, 8: 58-65.
- Monica, K.M.M. 2005. Development and Validation of a Test of Integrated Science Process Skills for the Further Education and Training Learners. Disertasi tidak diterbitkan. Pretoria: Faculty of Natural and Agricultural Science University of Pretoria.
- Nakhleh, M.B., Polles, J. & Malina, E. 2003. Learning Chemistry in A Laboratory Environment. *Chemical Education*, 17: 69-94.
- Padilla, M.J. 1990. The Science Process Skill. Makalah dalam Research Matter to The Science Teacher , No. 9004 National Association for Research in Science Teaching. Dalam NARST publication, (Online), (<https://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>), diakses 7 April 2013.
- Pavelich, M.J & Abraham, M.R. 1979. An Inquiry Format Laboratory Program for General Chemisry. *Journal of Chemical Education*, 56 (2): 100-103.
- Pienta, N.J., Cooper, M.M. & Greenbowe, T.J. 2005. *Chemists' Guide to Effective Teaching*. Volume II. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Raimi, S.M. & Adeoye, F.A. 2004. Problem Based Learning Strategy and Quantitative Ability in College of Education Students' Learning of Integrated Science, (Online), Ilorin Journal of Education, (<http://unilorin.edu.ng/journals/education/ije/july2004/Problem%20Based%20Learning%20Strategy%20And%20Quantitative%20Ability%20In%20College%20Of%20Education%20Students%20Learning%20Of%20Integrated%20Science>), diakses 23 April 2013.
- Smith, K.J. & Metz, P.A. 1996. Evaluating Student Understanding of Solution Chemistry trough Microscopic Representations. *Texas Tech University*, 73 (3).
- Sudjana, N. 2006. *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Taber, K.S. 2006. Beyond Constructivism: The Progressive Research Programme Into Learning Science. *Science Education*, 42 (1):125-184.
- Tarhan, L., Kayali, H.A., Urek, R.O. & Acar, B. 2008. Problem-Based Learning in 9th Grade Chemistry Class: 'Intermolecular Forces'. *Journal of Research Science Education*, 38: 285-300.
- Tosun, C. & Yavuz, T. 2012. The Effect of Problem-Based Learning on Undergraduate Students' Learning About Solution and Their Physical Properties and Scientific Processing Skills. *Journal of Chemistry Education Research and Practice*, 14: 36-50. (Online),

- (<http://www.tused.org/internet/tused/archive>), diakses 7 April 2014.
- Tsankov, N.S. 2012. Student's Motivation in The Process of Problem-Based Education in Chemistry and Environmental Science. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2 (21): 155-166.
- Ukoh, E.E. 2012. Determining The Effect of Problem-Based Learning Instructional Strategy on NCE Pre-Service Teachers' Achievement in Physics and Acquisition of Science Process Skills. *European Scientific Journal*, 8 (17): 102-113.
- Ünal, C. & Özdemir, F., 2013. A Physics Laboratory Course Designed Using Problem-Based Learning for Prospective Physics Teachers. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 1 (1). (Online), (<http://www.scimath.net/articles/11/114.pdf>), diakses 7 April 2014.
- Wahjudi. 1996. Pengembangan Pendekatan Keterampilan Proses IPA dalam Pengajaran Kimia di SMU. *Media Komunikasi Kimia*, 1: 44-66. Malang: FPMIPA IKIP.
- William, D.P., Woodward, J.R., Symons, S.L. & Davies, D.I. 2020. A Tiny Adventure: The Introduction of Problem Based Learning in An Undergraduate Chemistry Course. *Journal of Chemistry Education Research and Practice*, 11: 33-42.

ANALISIS MODEL MENTAL MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA DALAM MEMAHAMI REAKSI PEMBAKARAN HIDROKARBON DITINJAU DARI PENGETAHUAN AWAL YANG BERBEDA

Supriadi^{a*}, Suhadi Ibnu^b, Yahmin^b

^aMahasiswa pascasarjana Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Kota Malang

^bDosen pascasarjana Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Kota Malang

* Correspondence author's email : Supriadichemedu08@gmail.com

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggali model mental mahasiswa dalam memahami reaksi pembakaran berdasarkan perbedaan pengetahuan awal. Sampel terdiri dari 53 mahasiswa yang berasal dari semester 1,3, dan 5 Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Mataram yang dipilih secara acak. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah desain penelitian deskriptif. Sebanyak empat item soal tes essay dikembangkan tentang topik reaksi pembakaran metana dan butana untuk mengidentifikasi model mental mahasiswa dan 15 soal tes pilihan ganda untuk mengidentifikasi pengetahuan awal mahasiswa. Selain itu, wawancara semi terstruktur dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan yang mendalam tentang model mental mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 77,4% mahasiswa masih belum memiliki model mental yang utuh dalam menjelaskan fenomena reaksi pada level submikroskopik. Mereka hanya menjelaskan proses terjadinya reaksi pembakaran pada level makroskopik dan simbolik. Selain itu dalam model mental mahasiswa, masih terdapat miskonsepsi atau konsepsi alternatif. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki dua jenis model mental, yaitu model *initial* dan model *synthetic*, sedangkan model *scientific* belum terlihat. Peneliti menyarankan bahwa perlu diterapkan pembelajaran yang berbasis multi level representasi dan perlu dikembangkan media pembelajaran yang dapat meningkatkan model mental mahasiswa karena pengembangan model mental yang utuh sangat penting dalam memahami konsep-konsep kimia.

Kata kunci: model mental, pengetahuan awal, reaksi pembakaran, representasi submikroskopik

ABSTRACT: *The objective of this study was to investigate students' mental models in understanding combustion reactions studied from different prior knowledge. The sample consisted of 53 students from semester 1, 3, and 5 of Chemistry Education in Mataram University who were chosen randomly. The research design employed in this study was descriptive design. There were four essay tests about combustion of methane and butane employed to identify students' mental models, and 15 multiple choice items to identify students' prior knowledge. In addition, semi-structured interviews were conducted to dig up more information about students' mental models. The results revealed that 77,4% of the students did not possess a complete mental models in describing reaction in submicroscopic level. Their descriptions about combustion were just limited to macroscopic and symbolic level. Besides, there were misconceptions or alternative conceptions found in the students' mental models. The results also showed that students possessed two types of mental models, namely initial models and synthetic models, while the scientific models did not yet come up. Thus, the researchers suggest that it is important to conduct a lesson which is based on multi-level representation, and it is also important to develop a learning media that could improve*

students' mental models because the development of complete mental model is very important in understanding the concepts of chemistry.

Keywords: *mental models, prior knowledge, combustion, submicroscopic representation.*

PENDAHULUAN

Materi pelajaran kimia berisi konsep-konsep yang kompleks dan abstrak menyebabkan banyak siswa mengembangkan konsepsi-konsepsi yang berbeda dengan pandangan yang diterima secara ilmiah [1]. Konsepsi-konsepsi ini berasal dari pengamatan individu langsung atau tidak langsung dengan fenomena alam sekitar mereka yang mereka alami sehari-hari [2]. Konsepsi individu dipengaruhi oleh model mental mereka. Dengan menganalisis model mental pebelajar maka konsepsi mereka terhadap konsep sains yang dikembangkan di dalam pembelajaran di kelas akan terungkap termasuk kemungkinan ditemukannya miskonsepsi.

Pengembangan model mental pebelajar yang berkaitan dengan kimia telah menjadi perhatian para peneliti selama lebih dari 15 tahun. Model yang digunakan dalam kimia bertujuan untuk menghasilkan bentuk yang lebih sederhana dari benda atau konsep, untuk memberikan stimulasi dan dukungan untuk visualisasi beberapa fenomena dan untuk memberikan penjelasan tentang fenomena ilmiah. Model juga digunakan untuk menjelaskan atau memahami konsep target atau objek [2].

Model mental adalah representasi internal individu tentang informasi dan pengalaman yang didapatkan dari dunia luar [3-4]. Coll dan Treagust lebih lanjut menyatakan bahwa model mental merefleksikan tiga level representasi dalam menggambarkan fenomena kimia. Tiga level representasi tersebut adalah makroskopik, simbolik, dan submikroskopik [5-6]. Menurut Veer dan Melguizo [7] model mental dibangun dari persepsi, imajinasi, atau pemahaman wacana. Menurut Coll [8] pengembangan model mental sangat penting dalam mempelajari kimia karena pengembangan teori dan praktik kimia dan sains diawali dengan pengembangan model mental.

Chiu dan Wu [9], Kurnaz & Emen [10] dan Vosniadou [11] menyatakan bahwa model mental pebelajar bisa dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu *initial model*, *synthetic model*, dan *scientific model*. *Initial model* adalah persepsi yang tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. *Synthetic model* adalah persepsi yang sebagian sesuai atau sebagian tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah. *Scientific models* adalah persepsi yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah.

Model mental pebelajar sangat penting untuk diidentifikasi karena data model mental yang dimiliki pebelajar dapat digunakan oleh para pengembang pendidikan kimia untuk mengembangkan model pembelajaran yang tepat dalam memvisualisasikan level submikroskopik dari fenomena-fenomena kimia. Salah satu fenomena yang penting untuk dipahami oleh pebelajar adalah fenomena yang berkaitan dengan reaksi pembakaran. Jika model mental pebelajar tentang reaksi pembakaran tersebut sudah diidentifikasi, maka dapat dikembangkan suatu model yang

dapat memvisualisasikan proses terjadinya reaksi tersebut.

Pembakaran merupakan bagian dari reaksi kimia antara bahan bakar dan oksigen yang disertai dengan pelepasan panas (nyala api) di mana reaksi ini membutuhkan pemicu untuk mencapai energi aktivasi. Reaksi pembakaran sangat penting untuk dipahami oleh pebelajar karena pembakaran adalah salah satu teknologi yang paling luas digunakan. Hampir 90% dari sumber energi dunia berasal dari proses pembakaran [12]. Pada industri bahan bakar, konsep reaksi pembakaran digunakan dalam menentukan kualitas bahan bakar [13].

Pengetahuan awal yang dimiliki pebelajar sangat mempengaruhi pengembangan model mental pebelajar [14]. Dalam proses belajar, pebelajar akan mengalami tahap asimilasi dan akomodasi. Pada tahap asimilasi, pebelajar akan menggunakan konsep-konsep yang telah dimiliki untuk menghadapi masalah baru. Pada tahap akomodasi, pebelajar mengubah konsep yang tidak cocok dengan masalah yang baru dihadapi [15].

Konsep-konsep yang sudah ada dalam pikiran pebelajar merupakan pengetahuan awal yang dimilikinya. Pengetahuan awal berpengaruh dalam proses pengembangan model mental pebelajar sehingga perlu diperhatikan agar pebelajar mampu mengembangkan model mental ilmiah. Pengetahuan awal dalam hal ini adalah konsep-konsep yang telah dipelajari oleh pebelajar dan terkait dengan konsep-konsep yang ada pada materi reaksi kimia. Oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi pengetahuan awal dan bagaimana mahasiswa menggunakan kemampuan tersebut dalam mengembangkan model mentalnya untuk menjelaskan suatu fenomena kimia. Dalam memahami konsep reaksi pembakaran tersebut, dibutuhkan pengetahuan awal yang berkaitan dengan reaksi kimia. Pengetahuan awal yang harus sudah dipahami oleh pebelajar adalah termodinamika/termokimia, energi aktivasi, teori tumbukan, mekanisme reaksi, spontanitas dan reaksi redoks [16].

Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa kimia Universitas Mataram, karena identifikasi model mental mereka belum pernah dilakukan. Selain itu, berdasarkan observasi peneliti, pembelajaran di Universitas Mataram kurang menerapkan multi level representasi. Semua mahasiswa di Universitas Mataram sudah memiliki pengetahuan kimia sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menggali dan mengevaluasi model mental mahasiswa dalam memahami proses terjadinya reaksi pembakaran hidrokarbon ditinjau dari pengetahuan awal yang berbeda. Penelitian ini mengidentifikasi bagaimana mahasiswa mendeskripsikan dan menggambar proses terjadinya reaksi pembakaran pada level makroskopik, simbolik dan submikroskopik.

METODE PENELITIAN

Identifikasi model mental pebelajar dalam sains umumnya menggunakan data kualitatif yang dikumpulkan melalui wawancara, kuesioner tertulis atau alat diagnostik [17]. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian deskriptif. Namun, data dikumpulkan secara

kualitatif dan kuantitatif melalui kuesioner tertulis dan wawancara semi terstruktur.

Sampel dalam penelitian ini adalah 53 mahasiswa, yaitu 22 mahasiswa semester satu, 15 mahasiswa semester tiga, dan 16 mahasiswa semester 5 Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram. Sampel ini dipilih secara acak dari 178 mahasiswa.

Dalam mengungkap model mental, harus dimulai dengan pertanyaan yang berkaitan dengan konsep. Dalam penelitian ini, mahasiswa diberikan 4 soal yang berkaitan dengan video tentang pembakaran gas metana dan gas butana. Pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah:

1. Menurut Anda, mengapa gas metana hanya dapat bereaksi dengan gas oksigen ketika ada percikan? Namun, jika tidak ada percikan, tidak terjadi reaksi.
2. Seandainya partikel terkecil dari gas metana dan gas oksigen dapat divisualisasikan, deskripsikanlah dan gambarlah bagaimana gas metana dan gas oksigen bereaksi membentuk produk?
3. Menurut Anda, mengapa gas butana hanya dapat bereaksi dengan gas oksigen setelah dipanaskan? Namun, jika tidak dipanaskan, tidak terjadi reaksi.
4. Seandainya partikel terkecil dari gas butana dan gas oksigen dapat divisualisasikan, deskripsikanlah dan gambarlah bagaimana gas butana dan gas oksigen bereaksi membentuk produk?

Selain itu, mahasiswa juga diminta untuk menjawab soal-soal tes identifikasi pengetahuan awal yang berisi 15 item soal yang mencakup konsep energi aktivasi, termokimia, laju reaksi, teori tumbukan, dan mekanisme reaksi. Semua konsep tersebut diterapkan dalam menjelaskan proses terjadinya reaksi pembakaran. Semua soal, baik tes model mental maupun tes pengetahuan awal sudah dinyatakan valid oleh dua orang dosen pendidikan kimia Universitas Negeri Malang.

Analisis data model mental secara kualitatif

Pengidentifikasian model mental dilakukan dengan teknik *constant comparative* yang diterapkan pada jawaban responden. Analisis *constant comparative* merupakan suatu proses menemukan informasi dari kumpulan data dan kemudian dibandingkan berdasarkan kategori-kategori yang muncul pada unit data yang lain [18]. Langkah-langkah dalam menerapkan teknik *constant comparative* yaitu pengkodean data, mereduksi data (membentuk tema), pengkategorian (pengelompokan), dan *conclusion drawing/verification*.

Analisis data model mental secara kuantitatif

Analisis ini dilakukan dengan menganalisis pola jawaban mahasiswa dengan cara melihat kecenderungan deskripsi dan gambar proses terjadinya reaksi yang diberikan mahasiswa. Rubrik penilaian gambar hasil visualisasi mahasiswa diberikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rubrik penilaian visualisasi proses reaksi pembakaran hidrokarbon

Tingkat Pemahaman	Skor	Kriteria
Gambar Benar (GB)	4	Menggambar semua komponen dari penggambaran ilmiah sampai tingkat submikroskopik
Gambar Sebagian Benar (GSB)	3	Menggambar sebagian dari penggambaran ilmiah sampai tingkat submikroskopik
Gambar Sebagian benar dan gambar non-ilmiah (GSB-GN)	2	Menggambar sebagian dari penggambaran ilmiah tetapi juga terdapat penggambaran non-ilmiah
Gambar Salah (GS)	1	Semua gambar mengandung penggambaran non-ilmiah dan tidak sampai ke tingkat submikroskopik
Tidak Menggambar (TM)	0	Kosong

Sumber: Kurnaz & Eksi [19]

Berdasarkan penilaian gambar hasil visualisasi mahasiswa, maka ditentukan jenis model mental mahasiswa yang muncul. Jenis model mental ada tiga yaitu *initial model*, *synthetic model*, and *scientific model*. Penggolongan jenis model mental dilakukan sesuai dengan rubrik pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rubrik model mental mahasiswa

Jenis model mental	Konten
<i>Initial model</i>	Persepsi yang tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah: jawaban pada level 0 (TM) atau 1 (GS)
<i>Synthetic model</i>	Persepsi yang sebagian sesuai atau sebagian tidak sesuai dengan pengetahuan ilmiah: jawaban pada level 2 (GSB-GN) atau 3 (GSB)
<i>Scientific model</i>	Persepsi yang sesuai dengan pengetahuan ilmiah: jawaban pada level 4 (GB)

Sumber: Kurnaz & Eksi [19]

Analisis yang dilakukan selanjutnya adalah menggolongkan tingkat pengetahuan awal mahasiswa. Tingkat pengetahuan awal digolongkan menjadi tinggi, sedang dan rendah. Tingkat pengetahuan awal tinggi diambil dari mahasiswa yang menjawab benar lebih dari 75%, tingkat sedang diambil dari mahasiswa yang menjawab 50% -75%, sedangkan tingkat rendah diambil dari mahasiswa yang menjawab kurang dari 50% dari 15 item soal pilihan ganda. Tingkat pengetahuan awal mahasiswa kemudian dihubungkan dengan model mental yang dimilikinya. Selain itu, model mental mahasiswa juga dihubungkan dengan tingkatan semester mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ragam Model Mental Mahasiswa

Berdasarkan hasil analisis terhadap seluruh penjelasan mahasiswa, diperoleh lima ragam model mental yang dimiliki mahasiswa. Kelima ragam tersebut disajikan seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Ragam model mental mahasiswa untuk soal 1 dan 3

Kategori untuk soal 1 dan 3	
K1:	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi.
K2:	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan konsentrasi pereaksi di udara.
K3:	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mereaksikan hidrokarbon dan gas oksigen karena merupakan reaksi endotermik
K4:	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan jumlah tumbukan antara hidrokarbon dan gas oksigen.
K5:	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk melampaui energi aktivasi.

Jumlah mahasiswa yang memiliki masing-masing kategori model mental dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Sebaran model mental mahasiswa untuk soal 1 dan 3

Kategori model mental		Jumlah mahasiswa						Total
		Semester 1		Semester 3		Semester 5		
		Ren- dah	Sed- ang	Ren- dah	Sed- ang	Ren- dah	Sed- ang	
K1	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi.			3	1	5	1	10
K2	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan konsentrasi pereaksi di udara.	3						3
K3	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mereaksikan hidrokarbon dan gas oksigen karena merupakan reaksi endotermik	16	2	6	2		1	27
K4	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan jumlah tumbukan antara hidrokarbon dan gas oksigen.			1		2	2	5
K5	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk melampaui energi aktivasi.					3	2	5
	Tidak menjawab	1		2				3
	TOTAL	20	2	12	3	10	6	53

Deskripsi masing-masing model mental pada Tabel 3 dan 4 dipaparkan sebagai berikut.

K1: Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi

Mahasiswa yang memiliki model mental ini menyatakan bahwa pemanasan berfungsi untuk mempercepat reaksi. Sebagian mahasiswa yang menyatakan bahwa peningkatan suhu dapat menyebabkan reaksi semakin cepat, sebagian lagi menyatakan bahwa pemanasan berfungsi sebagai katalis sehingga dapat mempercepat terjadinya reaksi. Model mental ini dimiliki oleh 10 mahasiswa, yaitu sebanyak 4 mahasiswa semester 3 dan sebanyak 6 mahasiswa semester 5 (lihat Tabel 4). Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental K1, yaitu model mental dari mahasiswa semester 5 (MV-27) dan mahasiswa semester 3 (MIII-19).

MV-27 : “...karena metana hanya mengandung satu atom karbon di mana dengan satu atom karbon ini akan terjadi pembakaran yang tidak spontan atau diperlukan energi untuk mempercepat pembakaran”.

MIII-19 : *“...pemanasan dapat mempercepat proses reaksi antara metana dan oksigen...”*

Model mental tersebut masih belum mampu menjelaskan fungsi percikan api atau pemanasan dalam reaksi pembakaran pada level submikroskopik. Mahasiswa hanya menjelaskan berdasarkan pengamatan mereka secara makroskopik bahwa pembakaran metana semakin cepat dengan adanya pemanasan.

K2: Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan konsentrasi pereaksi di udara

Mahasiswa yang memiliki model mental ini menjelaskan bahwa adanya pemanasan atau percikan dapat meningkatkan konsentrasi metana, butana atau oksigen. Menurut mereka, reaksi pembakaran akan terjadi jika kadar pereaksi di udara mencukupi, jika tidak mencukupi maka tidak akan terjadi reaksi sehingga perlu pemanasan untuk meningkatkan kadarnya. Mereka menganggap bahwa adanya pemanasan akan mengumpulkan pereaksi (baik oksigen maupun hidrokarbon) yang tersebar di udara. Model mental ini dimiliki oleh 3 mahasiswa semester 1 (lihat Tabel 4). Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental K2, yaitu model mental dari 2 mahasiswa semester 1 (MI-20 dan MI-69).

MI-20 : *“Menurut saya gas metana tidak dapat bereaksi dengan gas oksigen pada saat tidak dipanaskan karena kadar oksigen di udara tidak mampu atau tidak cukup untuk menguraikan gas metana ...”*.

MI-69 : *“... gas metana hanya mudah terbakar bila konsentrasinya mencapai 5-15 % di udara...”*

Model mental ini juga belum mampu menjelaskan fungsi percikan api atau pemanasan dalam reaksi pembakaran pada level submikroskopik.

K3: Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mereaksikan hidrokarbon dan gas oksigen karena merupakan reaksi endotermik

Mahasiswa yang memiliki model mental ini menjelaskan bahwa reaksi antara hidrokarbon dan gas oksigen merupakan reaksi endotermik sehingga hanya dapat bereaksi jika dipanaskan atau dikenai api. Model mental ini dimiliki oleh 10 mahasiswa, yaitu 4 mahasiswa dari semester 1, 5 mahasiswa dari semester 3, dan 1 mahasiswa dari semester 5 (lihat Tabel 4). Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental K3, yaitu model mental dari mahasiswa semester 5 (MV-52), mahasiswa semester 3 (MIII-3) dan mahasiswa semester 1 (MI-53).

MV-52 : *“Hal ini karena reaksi antara gas metana dan gas oksigen merupakan reaksi endotermis sehingga membutuhkan sejumlah panas tertentu dari lingkungan agar dapat terjadi...”*

MIII-3 : *“...Karena metana akan bereaksi jika adanya panas atau dipanaskan terlebih dahulu...”*

MI-53 : *“... karena dalam reaksi gas oksigen ataupun metana sama-sama membutuhkan panas untuk melakukan reaksi...”*

Model mental tersebut juga masih belum mampu menjelaskan fungsi pemanasan (api) dalam reaksi pembakaran pada level submikroskopik, mahasiswa hanya menjelaskannya pada level makroskopik sesuai dengan pengalaman mereka. Mahasiswa bahkan menganggap bahwa reaksi pembakaran ini merupakan reaksi endoterm karena menurut pemahaman mereka, reaksi yang membutuhkan panas merupakan reaksi endoterm. Model mental inilah yang menyebabkan terjadinya miskonsepsi pada mahasiswa.

K4: Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan jumlah tumbukan antara hidrokarbon dan gas oksigen.

Mahasiswa yang memiliki model mental ini menjelaskan bahwa percikan api atau pemanasan dapat meningkatkan jumlah tumbukan antar molekul pereaksi karena molekul-molekulnya bergerak semakin cepat. Model mental ini dimiliki oleh 5 mahasiswa, yaitu 1 mahasiswa dari semester 3 dan 4 mahasiswa dari semester 5 (lihat Tabel 4). Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental K4, yaitu model mental dari mahasiswa semester 5 (MV-48 dan MV-51) serta mahasiswa semester 3 (MIII-49).

MV-48 : *“... karena saat dipanaskan partikel-partikel gas tersebut saling bertumbukan akibat gerakan molekul yang semakin cepat...”*

MV-51: *“... karena ketika dipanaskan gerakan molekul gas metana akan semakin cepat, akibatnya tumbukan akan semakin sering terjadi...”*

MIII-49 : *“Karena jika gas oksigen dipanaskan suhunya menjadi tinggi jika suhu tinggi gas metana akan bereaksi dengan mendesak dan saling bertumbukan sehingga timbul nyala api...”*

Model mental tersebut sudah mampu menjelaskan fungsi pemanasan (api) dalam reaksi pembakaran pada level submikroskopik. Mereka menjelaskan terjadinya reaksi menggunakan teori tumbukan. Partikel-partikel gas yang diberi panas akan bergerak lebih cepat sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan efektif semakin besar.

K5: Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk melampaui energi aktivasi.

Mahasiswa yang memiliki model mental ini menjelaskan bahwa reaksi pembakaran hanya akan terjadi jika memiliki energi yang lebih besar dari energi aktivasinya, sehingga dengan adanya percikan api atau pemanasan akan memberikan energi yang mampu melampaui energi aktivasi reaksinya. Model mental ini dimiliki oleh 5 mahasiswa dari semester 5 (lihat Tabel 4). Berikut contoh-contoh pemikiran mahasiswa yang dikategorikan ke dalam model mental K5, yaitu model

mental dari mahasiswa semester 5 (MV-13 dan MV-26).

MV-13 : “...pada saat percikan timbul, energi aktivasi reaksinya akan tercapai, tetapi jika tidak terdapat percikan maka energi aktivasi antara keduanya tidak tercapai...”

MV-26 : “Gas butana dapat bereaksi dengan oksigen ketika ada percikan karena adanya percikan api akan menyebabkan energi aktivasi reaksinya akan tercapai...”

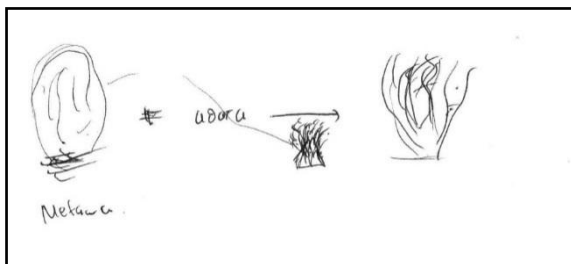
Model mental tersebut sudah mampu menjelaskan fungsi pemanasan (api) dalam reaksi pembakaran pada level submikroskopik.

Berdasarkan Tabel 4, sebanyak 77,4% mahasiswa masih belum memiliki model mental yang utuh dalam menjelaskan fenomena reaksi pada level submikroskopik. Mereka hanya menjelaskan proses terjadinya reaksi pembakaran pada level makroskopik dan simbolik

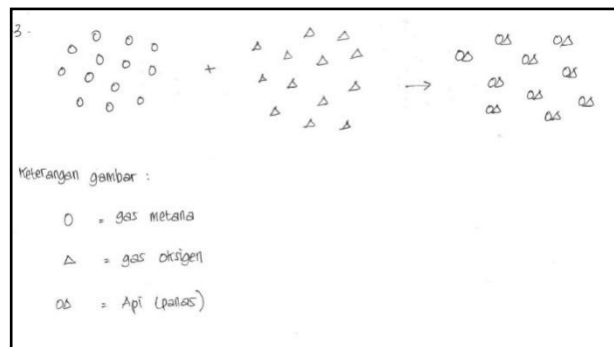
Jenis Model Mental yang Dimiliki Mahasiswa

Kelima kategori model mental mahasiswa yang sudah dijelaskan di atas dapat digolongkan ke dalam tiga jenis model mental, yaitu *initial model*, *synthetic model*, and *scientific model*. Penggolongan jenis model mental dilakukan sesuai dengan rubrik pada Tabel 2. Dari kelima kategori model mental mahasiswa tersebut, kategori satu, dua dan tiga merupakan model mental jenis *initial model*, sedangkan kategori empat dan lima merupakan model mental jenis *synthetic model*. Jenis *scientific model* belum terlihat karena penjelasan mereka masih belum lengkap.

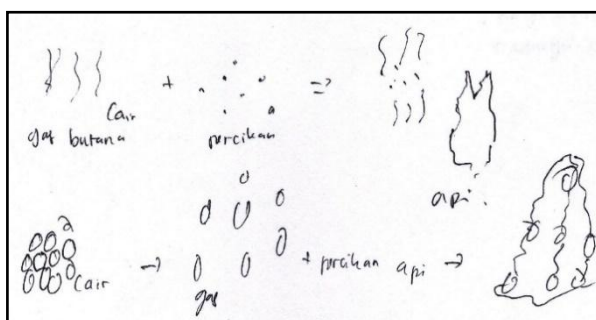
Selain kelima kategori tersebut, jenis model mental mahasiswa juga dilihat dari gambar visualisasi mereka tentang proses reaksi yang terjadi pada level submikroskopik. Berdasarkan gambar yang mereka kembangkan, terdapat dua jenis model mental yang dimiliki mahasiswa, yaitu *initial model* dan *synthetic model*, sedangkan *scientific model* belum terlihat. Contoh gambar yang merupakan *initial model* adalah sebagai berikut.



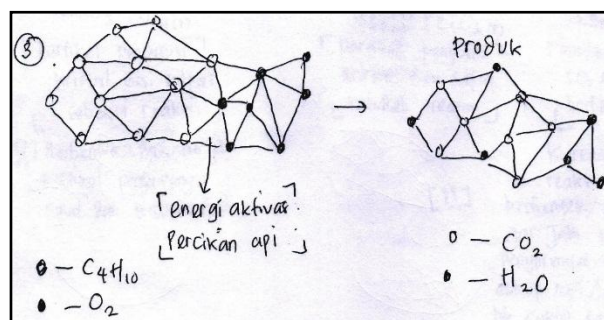
MV-28



MV-51

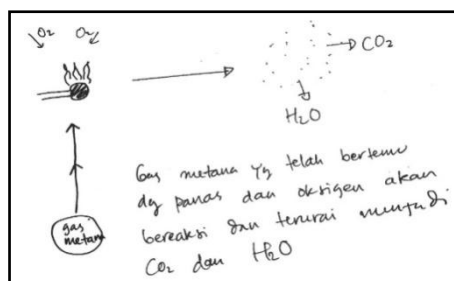


MI-32

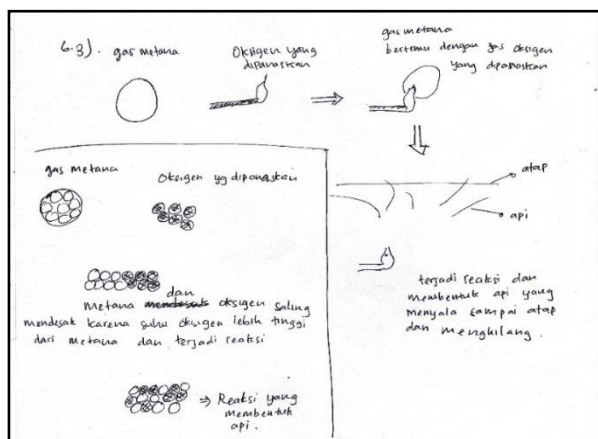


MI-13

Contoh gambar yang merupakan *synthetic model* adalah sebagai berikut.



MI-54



Model Mental dan Tingkat Pengetahuan Awal Mahasiswa

Sebaran model mental mahasiswa tentang fungsi percikan api atau pemanasan berdasarkan tingkat pengetahuan awal diberikan pada Tabel 5. Pengetahuan awal yang dimiliki mahasiswa hanya pada tingkat sedang dan rendah. Pada Tabel 5 terlihat bahwa mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal sedang dan rendah sama-sama memiliki model mental kategori satu (K1), tiga (K3), empat (K4), dan lima (K5). Model mental kategori dua (K2) hanya dimiliki oleh mahasiswa dengan pengetahuan awal rendah. Hal ini terjadi karena baik mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal rendah dan sedang sama-sama belum mempelajari aspek submikroskopik dalam

proses pembelajaran. Berdasarkan wawancara dengan beberapa mahasiswa didapatkan bahwa pembelajaran mereka kurang menekankan pada representasi submikroskopik.

Tabel 5. Persentase Sebaran Model Mental Mahasiswa Berdasarkan Tingkat Pengetahuan Awal

No.	Kategori untuk soal 1 dan 3	Pengetahuan awal		Total
		Rendah	Sedang	
K1	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi.	15%	4%	
K2	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan konsentrasi pereaksi di udara.	6%	0	
K3	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mereaksikan hidrokarbon dan gas oksigen karena merupakan reaksi endotermik	42%	9%	
K4	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk meningkatkan jumlah tumbukan antara hidrokarbon dan gas oksigen.	6%	4%	
K5	Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk melampaui energi aktivasi.	6%	4%	
	Tidak menjawab	6%	0	
	TOTAL	79%	21%	100%

Berdasarkan gambar hasil visualisasi mahasiswa tentang proses terjadinya reaksi pembakaran butana pada level submikroskopik didapatkan bahwa mahasiswa hanya mengembangkan model mental *initial* dan *synthetic*. Sebaran model mental yang dikembangkan mahasiswa diberikan pada Tabel 6 berikut. Pada tabel tersebut terlihat bahwa mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal rendah lebih banyak mengembangkan model mental *initial*, sedangkan mahasiswa yang memiliki pengetahuan awal sedang lebih banyak yang mengembangkan model mental *synthetic*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pengetahuan awal, maka model mental yang dikembangkan semakin utuh.

Tabel 6. Persentase Sebaran Jenis Model Mental Mahasiswa Berdasarkan Tingkat Pengetahuan Awal

Jenis model mental	Pengetahuan awal	
	Rendah	Sedang
<i>Initial</i>	61%	33%
<i>Synthetic</i>	39%	67%
<i>Scientific</i>	0	0
Total	100%	100%

Hubungan Model Mental dengan Tingkat Semester Mahasiswa

Sebaran model mental yang dikembangkan mahasiswa pada setiap angkatan diberikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Persentase Sebaran Jenis Model Mental Mahasiswa Berdasarkan Angkatan

Jenis Model Mental	Persentase Mahasiswa		
	Semester 1	Semester 3	Semester 5
<i>Initial</i>	64%	60%	38%

<i>Synthetic</i>	36%	40%	63%
<i>Scientific</i>	-	-	-
Total	100%	100%	100%

Pada tabel tersebut terlihat bahwa dari semester 1 sampai semester 5 terjadi penurunan jumlah mahasiswa yang mengembangkan model mental *initial* dan terjadi peningkatan jumlah mahasiswa yang mengembangkan model mental *synthetic*. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat semester mahasiswa, maka model mental yang dikembangkannya semakin utuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Model mental yang dikembangkan mahasiswa ada 5 kategori, yaitu Percikan api atau pemanasan berfungsi untuk mempercepat terjadinya reaksi, untuk meningkatkan konsentrasi pereaksi di udara, untuk mereaksikan hidrokarbon dan gas oksigen karena merupakan reaksi endotermik, untuk meningkatkan tumbukan antara hidrokarbon dan gas oksigen, dan untuk melampaui energi aktivasi.
2. Semakin tinggi tingkat pengetahuan awal, maka model mental yang dikembangkan semakin utuh
3. Semakin tinggi tingkat semester mahasiswa, maka model mental yang dikembangkannya semakin utuh
4. Mahasiswa mengembangkan dua jenis model mental, yaitu model *initial* dan model *synthetic*, sedangkan model *scientific* belum terlihat.

SARAN

Peneliti menyarankan bahwa perlu diterapkan pembelajaran yang berbasis multi level representasi dan perlu dikembangkan media pembelajaran yang dapat meningkatkan model mental mahasiswa karena pengembangan model mental yang utuh sangat penting dalam memahami konsep-konsep kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Kind, V. 2004. *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas 2nd Edition*. Durham: School of Education Durham University.
- Coll, R. K. 2009. Do Gifted Students View and Use Mental Models Differently from Others? *educación química*: 18-31.
- Coll R. K. & Treagust, D. F. 2003. Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding. *Journal of Research in Science Teaching*. 40 (5): 464–486
- Rapp, D. N. 2005. Mental Models: Theoretical Issues For Visualizations In Science Education. In J.K. Gilbert (Ed.), *Visualization in Science Education* (hal. 43-60). The Netherlands: Springer.

- Johnstone, A. H. (1982). Macro - and micro - chemistry. *School Science Review*, 64: 377-379.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., & Mocerino, M. 2002. Constraints to development of first year university chemistry students' mental models of chemical phenomena. *Teaching and Learning Forum. Focusing on Student*.
- Veer, V. D. C. G. & Melguizo, D. C. P. M. 2003. Mental models. In J. A. Jacko & A. Sears (Eds.), *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies, and emerging applications (pp. 52-80)*. *Uitgever: Lawrence Erlbaum & Associates*.
- Coll, R. K. 2008. Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding. *Journal of Turkish science Education*; 5(1): 22-47.
- Chiu, M. H. & Wu, W. L. 2013. A Novel Approach for Investigating Students' Learning Progression for The Concept of Phase Transitions. *Educación Química*, 24(4): 373-380
- Kurnaz, M. A., & Emen, A. Y. 2013. Mental Models of the High School Students Related To the Contraction of Matter. *International Journal of Educational Research and Technology*, 4(1): 1-5.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: a study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24: 535-585.
- Triwibowo, B. 2013. Teori Dasar Simulasi Proses Pembakaran Limbah Vinasse Dari Industri Alkohol Berbasis CFD. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 2(2): 14-24.
- Muharam, Y., Miladian, S., dan Suryadi, J. 2014. Mekanisme Reaksi Oksidasi dan Pembakaran untuk Memprediksi Waktu Tunda Ignisi Bahan Bakar Rujukan Bensin. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI di Surakarta*.
- Krause, S., Kelly, J., Corkins J., & Tasooji A. 2009. Using Students' Previous Experience and Prior Knowledge to Facilitate Conceptual Change in an Introductory Materials Course. *39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*.
- Lajium, D. A. D. 2013. Students' Mental Models of Chemical Reactions. Disertasi yang tidak dipublikasikan.
- Wade, L. G. (2013). *Organic chemistry (8th ed.)*. Boston, MA: Pearson
- Stains, M. & Sevian, H. 2014. Uncovering Implicit Assumptions: a Large-Scale Study on Students' Mental Models of Diffusion. *Res Sci Educ*. DOI 10.1007/s11165-014-9450-x
- Creswell, J. W. 2012. *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research Fourth Edition*. Boston: Pearson Education, Inc.
- Kurnaz, M. A. & Eksi, C. 2015. An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(3): 787-795

**PERBEDAAN HASIL BELAJAR ALGORITMIK DAN KEMAMPUAN BERPIKIR
TINGKAT TINGGI PADA PEMBELAJARAN STOIKIOMETRI DENGAN MODEL
SEARCH, SOLVE, CREATE AND SHARE (SSCS) ANTARA SISWA YANG BELAJAR
DENGAN DAN TANPA STRATEGI METAKOGNITIF**

M. Wildan^{1&2)}, Subandi¹⁾, dan Siti Marfu'ah¹⁾

¹⁾*Pendidikan Kimia, Pascasarjana, Universitas Negeri Malang*

Jl. Semarang 5, Malang 65145 Jawa Timur

²⁾*Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Samawa (UNSA) Sumbawa Besar*

Jl. Raya Bay Pass Sering Sumbawa Besar - NTB

ABSTRAK: Dalam mempelajari konsep-konsep kimia banyak siswa yang lebih cenderung pada kegiatan ‘menghafal’ konsep/materi dibandingkan ‘memahami’nya, sehingga pembelajaran menjadi kurang bermakna. Hal ini diduga disebabkan oleh kurangnya kemampuan bernalar siswa, dan diduga dapat diatasi dengan penerapan model pembelajaran SSCS dengan strategi metakognitif. Model dan strategi pembelajaran tersebut diduga dapat meningkatkan hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Penelitian pada pembelajaran stoikiometri model SSCS ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi, antara siswa yang dibelajarkan dengan strategi metakognitif dengan siswa yang dibelajarkan tanpa strategi metakognitif. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu, dengan subjek dua kelas yang mempunyai kemampuan awal setara yaitu kelas X IPA-2 sebagai kelas eksperimen yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS dipadukan strategi metakognitif dan kelas X IPA-3 sebagai kelas kontrol yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS tanpa dipadukan strategi metakognitif. Hasil belajar siswa diaring dengan menggunakan tes pilihan ganda dengan koefisien reliabilitas sebesar 0,69 (termasuk kriteria tinggi), yang terdiri dari tes hasil belajar algoritmik (13 item) dan tes kemampuan berpikir tingkat tinggi (7 item). Perbedaan hasil belajar kedua kelas diuji dengan uji-t. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS dipadukan dengan strategi metakognitif dan yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS tanpa strategi metakognitif. Siswa pada model pembelajaran SSCS yang dipadukan dengan strategi metakognitif memperoleh hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih tinggi (skor rerata 72 dan 67) dibanding siswa yang dibelajarkan dengan model SSCS tanpa strategi metakognitif (skor rerata 65 dan 60).

Kata-kata kunci: *search, solve, create and share (SSCS), strategi metakognitif, hasil belajar algoritmik, berpikir tingkat tinggi*

ABSTRACT: *Chemistry learning process in the class, many students tend to “memorize” the concept/material compared to “understand” it, so that learning become less meaningful. The implementation of SSCS models learning with metacognitive strategy assumed that it can improve learning outcome of algorithmic and high-level thinking skills of students. This study aims to know the effect of SSCS learning models with metacognitive strategy toward algorithmic learning outcomes and high-level thinking skills of students on the stoichiometry topic. This study is quasi-experimental, using all students of IPA class of ten grades of senior high school at Malang, as subject the sample were selected two equal classes namely 30 students of IPA-2 class ten graders*

as the experimental class taught using SSCS integrated learning model metacognitive strategies and 29 students of class X IPA-3 ten graders as the control class which taught using SSCS model learning without integrated metacognitive strategy. The research data is in form of algorithmic learning outcomes score of students using multiple-choice test (13 items) and high-level thinking skills (7 items) with reliability coefficient of 0.69. The difference of learning outcome of the both of sample classes was tested using t-test. The result showed that the SSCS class with metacognitive strategy has higher algorithmic learning and high-level thinking skills cobane to SSCS class without metacognitive strategy.

Key words: *search, solve, create and share (SSCS), metacognitive strategy, algorithmic learning outcome, high-level thinking skills*

PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam, yang mempunyai peran yang sangat esensial dalam perkembangan sains dan teknologi. Cakupan materi kimia meliputi fakta, konsep, aturan, hukum, prinsip, teori dan kemampuan memecahkan masalah [1].

Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa karena banyak mengandung konsep abstrak dan juga banyak melibatkan perhitungan matematika [2]. [3] ada beberapa karakteristik ilmu kimia yang menjadi faktor sulit untuk dipelajari antara lain: (1) ilmu kimia memerlukan kemampuan berfikir abstrak untuk bahan-bahan kajian tertentu misalnya, ikatan kimia, struktur atom, dan molekul atom, (2) ilmu kimia memerlukan penguasaan matematika misalnya dalam kajian termokimia, laju reaksi dan stoikiometri, (3) dalam mempelajari kimia diperlukan daya ingat yang kuat dan logika yang mantap, (4) ilmu kimia terdiri dari konsep-konsep yang berjenjang, berkembang dari konsep yang sederhana menuju konsep-konsep yang lebih kompleks. Beberapa materi kimia yang berupa konsep matematis cenderung diajarkan dengan model hafalan rumus tanpa adanya sebuah konstruksi konsep akan materi tersebut.

Salah satu pokok bahasan ilmu kimia yang diajarkan di SMA/MA adalah stoikiometri. Materi ini diberikan kepada siswa SMA/MA kelas X. Materi stoikiometri tidak hanya berisi konsep teoritis namun juga berisi hitungan kimia. Kemampuan yang dituntut dari siswa dalam mempelajari materi stoikiometri di kelas X SMA/MA meliputi: kemampuan menghitung jumlah mol zat, mengkonversikan jumlah mol menjadi partikel, massa dan volume, menentukan rumus empiris dan rumus molekul, menentukan rumus senyawa hidrat (air kristal), menentukan komposisi atom, menentukan banyak zat pereaksi atau hasil reaksi dari perhitungan kimia sederhana, menentukan pereaksi pembatas, penggunaan konsep mol dan koefisien reaksi untuk menentukan banyak zat peraksi atau hasil reaksi.

Materi stoikiometri tidak hanya menuntut siswa untuk bisa menyelesaikan hitungan kimia saja. Siswa juga harus menghubungkan konsep dasar yang telah diperoleh sebelumnya dan mengaplikasikan dalam konsep perhitungan kimia. Jika siswa menguasai hitungan matematika, maka siswa tersebut tidak akan mengalami kesulitan menyelesaikan soal perhitungan kimia.

[4] menyatakan bahwa materi stoikiometri bukan materi yang mudah karena materi stoikiometri merupakan materi yang kompleks, rumit, dan dalam penyelesaian soal-soal stoikiometri banyak jebakan.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru kimia di SMAN 9 Malang tahun ajaran 2013/2014 menyatakan bahwa pada umumnya siswa mengalami kesulitan dalam pembelajaran kimia, salah satunya dalam memahami materi stoikiometri. Hal ini dapat dilihat dari rata-rata nilai ulangan harian materi stoikiometri, terdapat banyak siswa yang harus melaksanakan remidi. Pada tahun ajaran 2012/2013 rata-rata nilai ulangan harian stoikiometri adalah 58 dengan rincian 65% siswa nilainya dibawah KKM, sedangkan pada tahun ajaran 2013/2014 nilai rata-ratanya adalah 60 dengan rincian 68% siswa nilainya berada dibawah KKM.

[5] Mengemukakan bahwa kualitas pembelajaran selalu terkait dengan model pembelajaran yang digunakan. Dalam hal ini diperlukan peran guru untuk mengembangkan suasana belajar yang lebih efektif dan menarik yang memberi kesempatan siswa untuk menemukan dan menerapkan ide-ide mereka sendiri. Model pembelajaran yang dapat menjadi alternatif untuk diterapkan salah satunya adalah model *search, solve, create, dan share* (SSCS).

Model SSCS diduga mampu untuk melatih dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta meningkatkan hasil belajar algoritmik siswa. Model SSCS dikembangkan oleh [6]. Model pembelajaran SSCS merupakan suatu model pembelajaran yang berpusat pada siswa. Model pembelajaran SSCS melibatkan siswa pada setiap tahapnya [7]. Model ini mengacu pada 4 fase penyelesaian masalah yaitu, (1) siswa menyelidiki dan mendefinisikan masalah (*search*), (2) siswa merencanakan pemecahan masalah (*solve*), (3) siswa mengkonstruksi penyelesaian masalah dan menformulasikan hasil (*create*), dan (4) siswa mengkomunikasikan penyelesaian atau hasil yang diperoleh (*share*).

Strategi metakognitif merupakan strategi pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Pembelajaran dengan strategi metakognitif dapat membantu siswa mengarahkan kemampuan metakognitif untuk belajar. Strategi metakognitif adalah strategi mengajar yang dapat memotivasi siswa dan memberikan kesempatan untuk belajar, memahami, dan mengorganisir informasi yang diterima di kelas dan kehidupan sehari-hari [8]. Dengan mengembangkan kesadaran metakognisinya, peserta didik terlatih untuk selalu merancang strategi terbaik dalam memilih, mengingat mengenali kembali, mengorganisasi informasi yang dihadapinya, serta dalam menyelesaikan masalah. Sehingga peserta didik diharapkan akan terbiasa untuk selalu memonitor, mengontrol dan mengevaluasi apa yang telah dilakukan.

Melalui strategi metakognitif dalam pembelajaran, peserta didik diharapkan mampu menjadi pembelajar mandiri, menumbuhkan sikap jujur dan berani melakukan kesalahan dan akan meningkatkan hasil belajar secara nyata [9]. Seorang anak yang sudah memiliki strategi metakognitif akan lebih cepat menjadi anak mandiri. Mereka dapat mengatur diri sendiri, lebih

aktif berusaha mengembangkan diri dan menentukan tujuan dengan strategi yang telah direncanakan lebih awal. Kemampuan metakognitif juga perlu diberdayakan dalam proses pembelajaran. Peserta didik yang mempunyai kemampuan metakognitif tinggi akan lebih berhasil dalam belajar, sebab mereka mampu mengaplikasikan pengetahuan yang diperoleh pada situasi nyata untuk mengatasi masalah yang ada. Mereka juga mampu untuk merencanakan pembelajaran, mengatur diri sendiri, dan mengevaluasi diri.

Penerapan model pembelajaran SSCS dipadu dengan strategi metakognitif diduga dapat mengatasi beberapa masalah yang terjadi di sekolah seperti masalah peningkatan hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada pelajaran kimia materi stoikiometri. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu penelitian tentang penerapan model pembelajaran SSCS dengan strategi metakognitif, lagipula penerapan model dengan strategi tersebut belum ada yang meneliti dalam pembelajaran kimia khususnya, maka dalam penelitian ini akan diteliti pengaruh penerapan model pembelajaran dan strategi ini terhadap hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. [10] menyatakan bahwa berpikir adalah suatu proses kognitif untuk memformulasikan atau memecahkan masalah, membuat keputusan, memahami sesuatu, mencari jawaban atas permasalahan, dan mencari arti dari suatu hal. [11] menyatakan bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat berguna dalam segala aspek kehidupan siswa. Menurut [12], kemampuan berpikir tingkat tinggi yang dimiliki pebelajar akan menentukan kemampuannya dalam menyusun strategi untuk meraih peluang dalam upaya memenangkan persaingan global.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi didefinisikan sebagai penggunaan pikiran secara lebih luas untuk menemukan tantangan baru. Kemampuan berpikir tingkat tinggi ini menghendaki seseorang untuk dapat menerapkan informasi baru atau pengetahuan sebelumnya dan memanipulasi informasi untuk menjangkau kemungkinan jawaban dalam situasi baru. Berpikir tingkat tinggi adalah berpikir pada tingkat lebih tinggi daripada sekedar menghafal fakta atau mengatakan sesuatu kepada seseorang persis seperti sesuatu itu disampaikan kepada kita. Kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah proses berpikir yang melibatkan aktivitas mental dalam usaha mengeksplorasi pengalaman yang kompleks, reflektif dan kreatif yang dilakukan secara sadar untuk mencapai tujuan yaitu memperoleh pengetahuan yang meliputi tingkat berpikir analisis, sintesis dan evaluatif.

Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian dengan judul “perbedaan hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada pembelajaran stoikiometri dengan model search, solve, create and share (SSCS) antara siswa yang belajar dengan dan tanpa strategi metakognitif”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah eksperimen semu dengan desain *Posttest Only Control Group Design*. Rancangan eksperimen disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Rancangan Penelitian

Kelompok	Perlakuan	Posttest
Eksperimen (SSCS+SM)	A ₁	O ₁
Kontrol (SSCS)	A ₂	O ₂

Sumber: Sukmadinata (2010)

Keterangan:

A₁ = pembelajaran SSCS dipadu dengan strategi metakognitif

A₂ = pembelajaran SSCS

O₁ = postes kelompok eksperimen

O₂ = postes kelompok kontrol

Sebagai subjek penelitian diambil siswa kelas X Peminatan Matematika dan IPA SMA Negeri 9 Malang tahun ajaran 2014/2015. Pengambilan sampel penelitian dilakukan dengan teknik *availability sampling* terdiri dari dua kelas yang setara berdasarkan nilai ulangan harian sebelumnya yaitu materi Hukum Dasar Kimia. Variabel bebas yang digunakan adalah model pembelajaran SSCS dipadu dengan strategi metakognitif pada kelas eksperimen dan pembelajaran model SSCS tanpa strategi metakognitif pada kelas kontrol. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari instrumen perlakuan dan instrumen pengukuran. Instrumen perlakuan berupa silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), dan LKS, sedangkan instrumen pengukuran berupa lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran, tes hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Uji coba instrumen dilakukan untuk menguji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran (P) dan daya beda (D) instrumen pengukuran; sedangkan instrumen perlakuan kelayakannya dikonfirmasi dengan dosen pembimbing dan guru yang berpengalaman di kelas penelitian. Data penelitian yang dikumpulkan merupakan jenis data primer yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti. Data yang dikumpulkan berupa data hasil belajar algoritmik, data kemampuan berpikir tingkat tinggi, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran.

Analisis data statistik dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan model pembelajaran SSCS-metakognitif dan SSCS terhadap hasil belajar algoritmik dan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi stoikiometri. Pada analisis tersebut digunakan uji-t untuk membuktikan adanya perbedaan variabel terikat antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Sebelum itu dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan observasi selama pembelajaran diperoleh data keterlaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen dan kontrol selama 3 pertemuan, yang berupa persentase keterlaksanaan pembelajaran pada kedua kelas tersebut untuk setiap pertemuan, seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Keterlaksanaan Pembelajaran Kelas Eksperimen dan Kontrol

Pertemuan	Persentase keterlaksanaan (%)	
	Eksperimen	Kontrol
I	85	89
II	92	94
III	100	100
Rata-rata	92,3	94,3

Kriteria keterlaksanaan:

85%-100% = sangat baik

69%-84% = baik

53%-68% = cukup

37%-52% = kurang

20%-36% = sangat kurang

Keterlaksanaan pembelajaran pada kelas eksperimen memiliki persentase yang lebih tinggi daripada kelas kontrol. Pada kelas eksperimen memiliki persentase keterlaksanaan dengan rata-rata 92,3%, sedangkan kelas kontrol memiliki persentase keterlaksanaan 94,3%. Dari persentase keterlaksanaan pembelajaran terlihat bahwa pada kedua kelas pembelajaran terlaksana dengan kategori sangat baik, sehingga dapat dikatakan bahwa rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) terlaksana dengan sangat baik.

Hasil belajar algoritmik siswa dalam penelitian ini diukur dengan soal tes dengan kriteria soal C3 (penerapan) yang terdiri dari 13 butir soal yang menghasilkan Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Belajar Algoritmik Siswa

Kelas	N	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Nilai Rata-rata
Eksperimen	29	54	92	72
Kontrol	30	46	85	64

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil belajar algoritmik siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dalam penelitian ini diukur dengan 7 item soal tes dengan kriteria soal C4-C6 (analisis, evaluasi dan cipta). Hasil belajar kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Belajar Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Kelas	N	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Nilai Rata-rata
Eksperimen	29	57	86	68
Kontrol	30	43	86	62

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil belajar kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Hasil uji statistik terhadap perbedaan hasil belajar algoritmik kedua kelas dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Analisis Uji-t Untuk Hasil Belajar Algoritmik Siswa

	t-test for Equality of Means		
	T	Df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	2,561	57	,013
Equal variances not assumed	2,564	56,962	,013

Untuk uji-t pada Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa nilai *Sig (2-tailed)* < 0.05 yaitu 0,013. Oleh karena itu, berarti ada perbedaan yang signifikan antara hasil belajar algoritmik siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS dipadukan strategi metakognitif dengan yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS tanpa strategi metakognitif pada materi stoikiometri.

Hasil uji statistik terhadap perbedaan hasil belajar algoritmik, ditunjukkan pada tabel 5 yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar algoritmik. Pada penelitian ini rata-rata nilai hasil belajar algoritmik siswa untuk kelas eksperimen dan kontrol berturut-turut adalah 72 dan 64 (Tabel 3). Kelas eksperimen memiliki rata-rata nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa model pembelajaran SSCS dengan strategi metakognitif lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah algoritmik. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Pazzini dan Shaperson (1992) bahwa model pembelajaran SSCS mampu meningkatkan pemahaman siswa dalam keterampilan menyelesaikan masalah.

Hasil uji statistik terhadap perbedaan hasil belajar kemampuan berpikir tingkat tinggi kedua kelas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Analisis Uji-t Untuk Hasil Belajar Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

	t-test for Equality of Means		
	T	Df	Sig. (2-tailed)
Equal variances assumed	2,166	57	,035
Equal variances not assumed	2,171	56,405	,035

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *Sig (2-tailed)* < 0.05 yaitu 0,035. Hal ini berarti ada perbedaan yang signifikan hasil belajar kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS dipadukan strategi metakognitif dengan yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS tanpa strategi metakognitif pada materi stoikiometri.

Nilai rata-rata kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa untuk kelas yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS dipadukan dengan strategi metakognitif (kelas eksperimen) dan kelas yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS (kelas kontrol) berturut-turut adalah 68 dan 62. Kelas yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS dipadukan dengan strategi metakognitif memiliki rata-rata nilai kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS. Hal ini menunjukkan bahwa strategi metakognitif mampu meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Adanya pola pikir yang sistematis dalam model pembelajaran SSCS dengan strategi metakognitif maka seorang individu akan lebih mudah dalam mengembangkan kemampuan berpikirnya terutama kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi yang terdiri atas analisis, evaluasi dan menciptakan, merupakan suatu proses mental yang terorganisasi dengan baik dan berperan dalam mengambil keputusan untuk memecahkan suatu masalah.

Berdasarkan uraian di atas, model pembelajaran SSCS dengan strategi metakognitif lebih efektif meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Dibandingkan yang tanpa strategi metakognitif Kemampuan berpikir tingkat tinggi perlu dikembangkan karena melalui kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dapat lebih mudah dalam memahami suatu konsep kimia, peka terhadap permasalahan yang ada sehingga dapat dengan mudah memahami masalah dan menyelesaikan masalah serta mampu menerapkan konsep yang diperoleh pada kondisi yang berbeda.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan tentang pembelajaran materi stoikiometri di kelas X minat IPA SMA Negeri 9 Malang, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

- Ada perbedaan hasil belajar algoritmik antara siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS yang dipadukan dengan strategi metakognitif dengan siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS tanpa strategi metakognitif. Siswa yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS yang dipadukan dengan strategi metakognitif memperoleh hasil belajar algoritmik yang lebih tinggi (skor retata 72) dibanding siswa yang dibelajarkan dengan model SSCS tanpa strategi metakognitif (skor rerata 65).
- Ada perbedaan hasil belajar kemampuan berpikir tingkat tinggi antara siswa yang dibelajarkan dengan menggunakan model pembelajaran SSCS dipadukan dengan strategi metakognitif dan yang dibelajarkan dengan model pembelajaran SSCS tanpa strategi metakognitif. Siswa yang dibelajarkan model pembelajaran SSCS yang dipadukan dengan strategi metakognitif memperoleh hasil belajar berupa kemampuan berpikir tingkat tinggi yang lebih tinggi (skor retata 67) dibanding siswa yang dibelajarkan dengan model SSCS tanpa strategi metakognitif (skor rerata 60).

DAFTAR PUSTAKA

- Kean, E. & Middlecamp, C. 1985. Panduan Belajar Kimia Dasar. Jakarta: PT. Gramedia.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 2 (4) : p. 2-20.
- Iskandar, S. M. 2002. Model Pembelajaran Daur Belajar Konstruktivisme dan Ilmu Kimia SMU. *Jurnal matematika dan IPA Sekolah*, 1 (1): 22-34.
- Kind, V. 2004. *Beyond Appearances: Students' Misconception about Basic Chemical Ideas*. 2nd Ed. Durham: Durham University.
- Degeng, I. N. S. 1989. *Ilmu pengajaran: taksonomi variable*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi. Jakarta: Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan.
- Pazzini, L. E, Abell, S. K. & Shapardson, D. S. 1988. Rethinking Thinking in The Science Classroom. *The Science Teacher*.
- Azizahwati. 2008. Penguasaan Materi Kapital Selektif Fisika II Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP UNRI Melalui Penerapan Model Pembelajaran Search, Solve, Create, Share. *Jurnal Geliga Sains*, 2(1): 17-18.
- Ibe, H. N.. 2009. Metacognitive Strategy on Classroom Participation and Student Achievement in Senior Secondary School Science Classroom. *Science Education International*. (online), 20 (1/2): 25-31, (<http://www.icasonline.net/sefiles/p2.pdf>), diakses tanggal 18 Juni 2013
- Corebima, A.D. 2006b. *Metakognisi: suatu ringkasan kajian*. Makalah disampaikan pada pelatihan strategi metakognitif pada pembelajaran biologi untuk guru-guru biologi di SMA di kota palangkaraya. 23 agustus 2006
- Costa, A. L. 1985. Teaching Behaviour That Enable Student Thinking. *Developing Minds A Source Book For Teaching Tinking*. Virginia: ASCD
- Johnson, E. B. 2002. *Contextual Teaching and Learning*. Thousand Oaks: Corwin Press, Inc.
- Liliasari, 2000. Model pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat tinggi Calon Guru Sebagai Kecenderungan Baru pada Era Globalisasi. *Jurnal Pengajaran MIPA*. 2 (1) juni: 55 – 56.

STUDY TENTANG *COGNITIVE DISSONANCE* PADA PEMBELAJARAN KIMIA

Hayuni Retno Widarti*), Anna Permanasari**), Sri Mulyani**)

*) Mahasiswa Prodi P. IPA SPs UPI, Staf Prodi P. Kimia UM

**) Staf dosen Prodi P. IPA SPs UPI

ABSTRAK : *Cognitive dissonance* atau disonansikognitif adalah ketidaksesuaian kognisi yang dialami seseorang dalam memahami konsep tertentu. Timbulnya disonansikognitif pada diri seseorang mengenai suatu konsep akan memotivasinya untuk mengetahui lebih mendalam mengenai konsep tersebut. Oleh karena itu strategi disonansi kognitif perlu diterapkan dalam pembelajaran, dalam hal ini pembelajaran kimia. Studi ini bertujuan untuk mengkaji penerapan disonansikognitif dalam pembelajaran kimia. Metode yang dipakai dalam studi ini dilakukan dengan mengkaji secara deskriptif artikel-artikel yang terkait dengan disonansikognitif. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran dengan strategi disonansikognitif terbukti secara signifikan meningkatkan kualitas pembelajarannya dan membaca. Oleh karena konsep-konsep kimia mempunyai karakter abstrak maka disonansikognitif perlu diterapkan pada pembelajaran kimia.

Kata kunci: *cognitive dissonance*, pembelajaran, kimia

Cognitive Dissonance

Dalam psikologi, yang dimaksud dengan *cognitive dissonance* atau disonansi kognitif adalah ketidaknyamanan yang dialami oleh individu yang mempercayai dua atau lebih keyakinan, ide, atau nilai-nilai yang bertentangan pada saat yang sama, atau dihadapkan oleh informasi baru yang bertentangan dengan keyakinan ide, atau nilai-nilai yang ada (Festinger, 1957). Dalam hal ini seseorang akan mengalami gejolak atau perubahan dari dalam dirinya bila dihadapkan pada sesuatu yang berbeda atau yang baru dari yang dialami sebelumnya. Bagi siswa hal-hal yang baru tersebut bisa berupa konsep baru dalam proses belajar mengajar di sekolah, seperti belajar ilmu kimia. Perubahan baru pada siswa dalam belajar tentang suatu konsep akan mempengaruhi hasil belajarnya. Dengan kata lain kognitif disonansi yang terjadi pada siswa dalam mempelajari suatu konsep dapat mempengaruhi hasil belajarnya.

Menurut Festinger (1957) disonansikognitif fokus pada bagaimana manusia berusaha untuk selalu konsisten secara internal (batin). Ketika seseorang mengalami hal yang tidak konsisten/inkonsistensi (disonansi), seseorang tersebut akan mengalami tekanan secara psikologis. Secara lebih jelas hipotesis dasar dari kognitif disonansi adalah sebagai berikut:

1. Adanya disonansi, yang secara psikologis tidak nyaman, akan memotivasi seseorang untuk mencoba mengurangi disonansi dan berusaha mencapai harmoni (konsonansi).

2. Ketika disonansi terjadi, selain berusaha untuk mengurangi hal itu, orang tersebut akan aktif menghindari situasi dan informasi yang mungkin akan meningkatkan disonansi.

Berkaitan dalam hubungan antara kognisi, seseorang dapat menyesuaikan sikap atau tindakan dalam berbagai cara. Penyesuaian yang dilakukan seseorang menghasilkan salah satu dari tiga hubungan antara kognisi dan perilaku.

1. Hubungan Konsonan. Kognisi/tindakan yang konsisten satu sama lain (misalnya: seorang siswa ingin mendapatkan nilai yang baik, maka dia rajin belajar bukannya sering main)
2. Hubungan Tidak Relevan. Kognisi/tindakan yang tidak berhubungan satu sama lain (misalnya: seorang siswa ingin mendapatkan nilai yang baik, kemudian mengikat sepatunya)
3. Hubungan Disonansi. Kognisi/tindakan yang tidak sesuai dengan satu sama lain (misalnya: seorang siswa ingin mendapatkan nilai yang baik, kemudian pergi jalan-jalan ke mall bukannya belajar)

Dari uraian di atas dapat dilihat bahwa ada beberapa cara yang dilakukan seseorang untuk melakukan penyesuaian antara dua hubungan, apakah seseorang ingin mengatasi kondisi perubahan atau konflik yang dialami, mengabaikan atau justru memperparah kondisi. Oleh karena itu berkaitan dengan kognisi seseorang dalam belajar tentang suatu konsep, dapat dikatakan bahwa seseorang yang mengalami konflik kognitif di dalam dirinya maka orang tersebut akan mengalami ketidakseimbangan kognisi dalam dirinya (kognitif disonansi).

Besarnya disonansi yang dihasilkan seseorang karena adanya dua hal yang saling bertentangan yaitu kognisi atau tindakan (serta berikutnya tekanan psikologis) yang bergantung pada dua faktor:

1. Pentingnya kognisi, yaitu semakin banyak unsur yang secara pribadi berharga pada seseorang, maka semakin besar hubungan disonansi yang ada.
2. Rasio kognisi, yaitu perbandingan antara unsur disonansi dengan konsonansi.

Seperti dijelaskan sebelumnya dimana teori disonansi kognitif didasarkan pada asumsi bahwa seseorang mencari konsistensi antara harapan dan kenyataan. Karena itu, seseorang akan terlibat dalam proses yang disebut pengurangan disonansi agar kognisi dan tindakannya sesuai satu sama lain. Penciptaan keseragaman ini memungkinkan terjadinya pengurangan ketegangan psikologis dan kesulitan yang dialami seseorang. Menurut Festinger, pengurangan disonansi dapat dicapai dengan empat cara, yaitu:

Sikap: Saya akan diet dan akan menghindari makanan berlemak tinggi

Perilaku: Makandonat atau makan berlemak tinggi lainnya

1. Perubahan perilaku/kognisi (misalnya: Stop makandonat)
2. Justifikasi (pembenaran) perilaku/kognisi dengan mengubah kognisi yang bertentangan (misalnya: Saya diizinkan untuk makan sesekali waktu)

3. Justify perilaku/kognisi dengan menambahkan kognisi baru (misalnya: Saya akan memerlukan waktu tambahan 30 menit di gym ketika saya makan donat)
4. Mengabaikan/mengingkari beberapa informasi yang bertentangan dengan keyakinan yang ada (misalnya: Saya tidak makan donat itu. Saya selalu makan dengan kadar lemak yang rendah)

Dari beberapa cara tersebut dapat membuka peluang beberapa penelitian tentang kognitif disonansi dengan mengambil salah satu dari cara di atas. Penelitian penting yang dihasilkan telah memperhatikan konsekuensi paparan informasi yang tidak konsisten dengan kepercayaan sebelumnya, apa yang terjadi setelah orang bertindak dengan cara yang tidak sesuai dengan sikap mereka sebelumnya, apa yang terjadi setelah seseorang membuat keputusan, dan pengaruh usaha yang telah dilakukan.

Cognitive Dissonance dalam Pembelajaran

Berkaitan dalam proses pembelajaran, siswa akan mengalami disonansi kognitif ketika dihadapkan dengan informasi yang tidak sesuai dengan keyakinan mereka. Jika disonansi tidak berkurang dengan mengubah keyakinan seseorang, maka seseorang tersebut akan berusaha memulihkan harmoni melalui persepsi, penolakan terhadap informasi, mencari dukungan dari orang lain, dan mencoba membujuk orang lain (Harmon *et al*, 2002). Selain menjelaskan perilaku yang bertentangan dengan intuisi tertentu, kognitif disonansi memiliki aplikasi praktis dalam beberapa bidang, salah satu contohnya bidang pendidikan. Ada beberapa cara untuk mengurangi kognitif disonansi siswa misalnya menggunakan model pembelajaran yang bervariasi, pembelajaran dengan praktikum, penggunaan media pembelajaran yang menarik, dan lain sebagainya. Semua cara tersebut bertujuan untuk mengurangi kognitif disonansi siswa sehingga tidak timbul kesalahan konsep (miskonsepsi) agar siswa menjadi lebih paham.

Seorang pendidik mungkin memperkenalkan topik dengan menantang intuisi siswa. Misalnya, seorang siswa mungkin lebih bersedia untuk belajar sebenarnya penyebab musim setelah salah menduga bahwa hal itu ada hubungannya dengan perubahan jarak orbit Bumi dari Matahari. Menciptakan dan menyelesaikan disonansi kognitif dapat memiliki dampak yang kuat pada antusiasme siswa untuk kegiatan pendidikan dengan menawarkan adanya reward untuk memotivasi siswa dalam belajar. Sebagai contoh, para peneliti telah menggunakan paradigma pembenaran untuk meningkatkan motivasi siswa. Ketika anak-anak pra sekolah diberikan teka teki yang dilengkapi dengan janji hadiah, mereka menjadi kurang teratai pada teka teki tersebut, dibandingkan dengan anak-anak pra sekolah yang diberi teka-teki tanpa janji hadiah di awal (Lepper, M. R. & Greene, D., 1975). Para peneliti menyimpulkan bahwa siswa melakukan pekerjaan karena reward akan berhenti bekerja ketika tidak ada reward, sementara mereka yang dipaksa untuk mengaitkan pekerjaan mereka dengan motivasi intrinsik, akan datang untuk mencari tugas yang benar-benar menyenangkan.

Para psikolog telah mengaitkan disonansi kognitif ke dalam model pembelajaran, terutama model konstruktivistik. Beberapa intervensi pendidikan telah dirancang untuk mendorong disonansi pada siswa dengan meningkatkan kesadaran siswa tentang konflik antara keyakinan sebelumnya dan informasi baru (misalnya, mengharuskan siswa untuk mempertahankan keyakinan yang dimiliki sebelumnya), kemudian membimbing siswa untuk memperoleh informasi baru yang dapat menyelesaikan konflik (Guzzetti, *et al.*, 1993). Metode meta-analisis menunjukkan bahwa intervensi dengan membangkitkan munculnya disonansi kognitif yang diarahkan pada perubahan konseptual telah dibuktikan di beberapa penelitian, secara signifikan meningkatkan pembelajaran sains dan membaca (Graesser, *et al.*, 1996). Oleh karena itu studi tentang disonansi kognitif dapat diterapkan pada konsep kimia, ditinjau dari karakteristiknya. Banyak konsep kimia bersifat abstrak yang menyebabkan siswa sering kesulitan dalam memahami. Oleh karena itu dalam proses pembelajaran perlu strategi disonansi kognitif melalui tanya jawab dengan menggunakan beberapa representasi tentang konsep kimia terkait, sehingga terjadi perubahan konseptual yang lebih baik dan konsisten.

Ada keterkaitan antara konflik kognitif dan disonansi kognitif. Konflik kognitif adalah keadaan persepsi di mana ada perbedaan informasi antara struktur kognitif seseorang dengan lingkungan (informasi eksternal) (Lee & Kwon, 2001, dalam Lee *et al.*, 2003). Ada banyak istilah dengan makna yang sama dengan konflik kognitif yang telah digunakan oleh berbagai peneliti. Misalnya, Smedslund (1961) menggunakan kata *equilibrium* seperti yang didefinisikan Piaget (1985). Dia berargumen bahwa *equilibrium* mungkin mirip dengan disonansi kognitif Festinger atau mekanisme keseimbangan Heider. Hewson dan Hewson (1984) menggunakan istilah konflik konseptual karena mereka percaya bahwa istilah ini lebih menguntungkan untuk mempertimbangkan belajar dari sudut pandang epistemologis, dan konflik konseptual mencerminkan sudut pandang yang lebih memadai daripada konflik kognitif. Dalam penelitian psikologi, banyak peneliti telah mencoba untuk menjawab pertanyaan, "Bagaimana konflik kognitif mempengaruhi proses belajar?". Menurut teori Piaget (1967, 1980), ketika seorang anak mengalami konflik kognitif (*disequilibrium*), pengalaman ini memotivasi dia untuk mencoba menyelesaikan konflik. Piaget menyebut proses penyelesaian konflik dengan *equilibrium*. Menurut Piaget, *equilibrium* mengacu pada proses pengaturan diri dengan memelihara keseimbangan antara asimilasi dan akomodasi. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Misiti & Shrigley (1994) bahwa teori disonansi kognitif Festinger menyerupai teori Piaget. Festinger (1957) mengemukakan bahwa persepsi inkonsistensi antara kognisi individu menghasilkan ketidaknyamanan psikologis atau konflik kognitif (disonansi kognitif) dan kondisi ketidaknyamanan ini memotivasi individu untuk mencoba memecahkan disonansi. Berlyne (1960, 1963, 1965 dalam Lee, *et al.*, 2003) mengatakan bahwa konflik konseptual memiliki potensi yang tinggi dalam memotivasi siswa untuk mencoba mengatasi konflik dengan mencari informasi baru atau dengan mencoba menata kembali

pengetahuan yang sudah dia punya.

Sejak tahun 1980-an, penggunaan konflik kognitif sebagai strategi pembelajaran telah populer dalam pendidikan sains. Sebagian besar peneliti berpendapat bahwa konflik kognitif memiliki peran penting dalam perubahan konseptual (Druyan, 1997; Hashweh, 1986; Hewson & Hewson, 1984; Kwon, 1989, 1997; Niaz, 1995; Lee, 1998; Posner et al., 1982; Stavy & Berkovitz, 1980; Thorley & Treagust, 1987, dalam Lee *et al.*, 2003). Ada berbagai jenis konflik kognitif yaitu konflik visual, kinestetik konflik, konflik sosial antara rekan-rekan dan antara anak-anak dan orang dewasa (Druyan, 1997, 2001), konflik individu, dan konflik rekan (Chan, Burtis, & Bereiter 1997). Para peneliti mengembangkan jenis konflik kognitif dan meneliti pengaruh dari konflik kognitif pada pembelajaran siswa. Namun, dalam penelitiannya mereka tidak menilai apakah siswa benar-benar mengalami konflik kognitif. Para peneliti hanya mengemukakan bahwa siswa mungkin mengalami konflik kognitif karena mereka telah dirancang dengan berbagai jenis situasi yang mungkin tampaknya bertentangan dengan informasi yang telah dimiliki siswa. Dengan demikian, ada kemungkinan kesenjangan antara apa yang diharapkan peneliti untuk pengalaman siswa dengan pengalaman siswa yang sesungguhnya. Hal ini merupakan keterbatasan penelitian mereka untuk menentukan dampak konflik kognitif pada pembelajaran siswa.

Peneliti lain (Dekkers & Thijs, 1998; Dreyfus, Jungwirth, & Eliovitch, 1990; Elizabeth & Galloway, 1996; Guzzetti & Kaca, 1993; Mogok & Posner, 1992, dalam Lee, *et al.*, 2003) berpendapat bahwa strategi konflik kognitif yang tidak konsisten menyebabkan perubahan konseptual. Mereka menunjukkan bahwa meskipun gagasan siswa dihadapkan dengan informasi yang kontradiktif melalui pembelajaran, siswa sering tidak mengenali konflik dan kadang-kadang informasi yang kontradiktif dapat mengancam siswa yang tidak memiliki pengetahuan yang cukup untuk resolusi konflik. Vosniadou dan Ioannides (1998, dalam Lee, *et al.*, 2003) mengamati bahwa permasalahan tentang pengaruh konflik kognitif dalam pembelajaran IPA yang tidak terselesaikan adalah "bagaimana strategi konflik kognitif yang baik untuk menghasilkan perubahan konseptual?". Untuk menjawab pertanyaan ini kita perlu penelitian lebih lanjut pada pengembangan pengetahuan tentang kondisi belajar dan teori pembelajaran. Hal ini penting untuk memberikan perhatian serius terhadap masalah efektivitas konflik kognitif dalam pembelajaran, karena beberapa alasan. Pertama, Johnson dan Johnson (1979, dalam Lee, *et al.*, 2003) menyebutkan, situasi belajar yang penuh dengan konflik antara siswa, antara guru dan siswa, dan antara apa yang saat ini dipahami dan informasi baru yang telah dipelajari siswa merupakan situasi yang tidak dapat dihindari. Johnson dan Johnson mengamati bahwa konflik memiliki potensi untuk memproduksi hasil yang sangat konstruktif dan sangat merusak, tergantung pada bagaimana mereka dikelola. Kedua, kritik utama kebanyakan model perubahan kognitif adalah peneliti mengidentifikasi kognitif tetapi tidak memperhatikan faktor afektif yang terlibat dalam pembelajaran (Sinatra & Dole, 1998, dalam Lee, *et al.*, 2003). Baru-baru ini, pandangan multidimensi (termasuk minat, motivasi, dan kegiatan

sosial) telah dipertimbangkan dalam penelitian perubahan konseptual (Hynd, 1998; Pintrich, Marx, & Boyle, 1993; Mogok & Posner, 1992; Tyson, Venville, Harrison, & Treagust, 1997, dalam Lee, *et al*, 2003). Menurut pandangan ini, perkembangan dalam ilmu pengetahuan siswa berbeda dengan perkembangan ilmu pengetahuan di komunitas ilmiah ilmuwan. Sebagai contoh, seorang siswa sering tidak mengubah pengetahuan sebelumnya meskipun ia dihadapkan dengan data anomali. Kadang-kadang, alasan afektif lebih penting daripada logis atau alasan kognitif dalam pembelajaran siswa. Oleh karena itu, kita juga perlu menerapkan pandangan multidimensi untuk mempelajari konflik kognitif dalam perubahan konseptual. Artinya, kita harus mempertimbangkan konflik kognitif pandangan lama, melihat perubahan konseptual, dan mencoba memahaminya dari perspektif baru.

Namun, dalam literatur terkait, masih ada sedikit ketidakpastian dalam menjawab pertanyaan dasar seperti apakah konflik kognitif?, bagaimana cara mengetahui konflik kognitif sebenarnya dihasilkan?, dan bagaimana cara mengukurnya?. Jadi, untuk penjelasan yang sesuai dari pengaruh konflik kognitif pada perubahan pembelajaran konseptual, keberadaan dan tingkat konflik kognitif harus terukur.

Berkaitan dengan konflik kognitif, Lee, *et al* (2003) telah melakukan penelitian tentang pengembangan instrumen untuk mengukur konflik kognitif dalam kelas sains SMA. Dari hasil penelitiannya menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan adalah alat yang valid dan reliabel untuk mengukur tingkat konflik kognitif. Analisis faktor pendukung model konflik kognitif terdiri dari empat konstruk: pengakuan situasi anomali, minat, kecemasan, dan penilaian kembali kognitif atas situasi konflik, yang dapat diimplikasi untuk pembelajaran dan kemungkinan penelitian selanjutnya. Penelitian yang sama dilakukan oleh Baddock dan Bucat (2008) tentang efektivitas kelas demonstrasi kimia menggunakan strategi konflik kognitif. Penelitian dilakukan dengan menunjukkan warna indikator metil ungu pada beberapa larutan asam klorida, dan larutan asam asetat. Tujuannya adalah untuk menciptakan konflik kognitif, dan resolusi yang akan mengarah pada pemahaman tentang konsep asam lemah. Siswa dievaluasi dengan pertanyaan tertulis sebagai berikut: jelaskan apa tujuan demonstrasi?, jelaskan hasil pengamatan, dan apa kesimpulan dari demonstrasi tersebut?. Beberapa siswa juga diwawancarai. Hasil pembelajaran sangat mengecewakan, bukan karena kegagalan untuk menyelesaikan konflik yang dimaksud, tetapi karena kegagalan untuk memunculkan tujuan demonstrasi dan kegagalan untuk mewujudkan konflik. Peran guru adalah fokus dari penelitian ini, dan direkomendasikan untuk ditingkatkan pada pelaksanaan demonstrasi konflik kognitif di tahun berikutnya, sehingga diperoleh peningkatan hasil pembelajaran. Temuan ini konsisten dengan pandangan yang diungkapkan oleh Limon (2001, dalam Baddock & Bucat, 2008), bahwa perubahan konseptual melalui strategi pembelajaran konflik kognitif bukan hanya fungsi dari siswa, tetapi keberhasilan demonstrasi ini sangat tergantung pada bagaimana guru berinteraksi dengan menunjukkan fenomena pada siswa. Oleh

karena itu guru mungkin membutuhkan pengembangan professional agar secara efektif bertindak sebagai fasilitator pembelajaran dalam metode ini.

Penelitian tentang disonansi kognitif dalam kimia melalui multipel representasi telah dilakukan oleh Linenberger, J. K. and Bretz, L. S. (2012), dimana hasil penelitiannya mengatakan bahwa penambahan representasi kedua menimbulkan disonansi kognitif pada siswa, kombinasi antara setiap representasi mendorong siswa untuk mencoba membuat hubungan antar representasi. Hal ini yang dapat menimbulkan disonansi kognitif bagi sebagian besar siswa, dan siswa memahami disonansi kognitif dengan cara yang berbeda-beda. Penelitian terkait disonansi kognitif juga dilakukan oleh Izuma, *et al* (2010) tentang korelasi syaraf pada disonansi kognitif dan pemilihan perubahan preferensi induksi, menyatakan bahwa tindakan juga dapat membuat preferensi. Teori disonansi kognitif menjelaskan bahwa setelah membuat pilihan sulit antara dua item yang sama-sama disukai, tindakan menolak item favorit menginduksi perasaan tidak nyaman (*cognitive disonansi*), yang pada gilirannya memotivasi individu untuk mengubah preferensi mereka untuk mencocokkan keputusan mereka sebelumnya (yaitu dengan cara mengurangi preferensi untuk item ditolak). Dalam penelitian menggunakan kelas kontrol dan dua ukuran preferensi (yaitu laporan diri dan aktivitas otak), menemukan bahwa tindakan hanya membuat pilihan dapat mengubah preferensi laporan diri serta representasi saraf (yaitu, aktivitas striatum), sehingga memberikan bukti kuat untuk pilihan perubahan preferensi yang diinduksi. Selain itu, data menunjukkan bahwa anterior cingulate cortex dan dorsolateral prefrontal cortex membawa tingkat disonansi kognitif pada latihan dasar ke tingkat selanjutnya. Hasil penelitian juga memberikan wawasan ke dalam saraf dasar bagaimana tindakan dapat mengubah preferensi individu.

Penutup

- Disonansi kognitif adalah ketidaknyamanan yang dialami oleh individu yang mempercayai dua atau lebih keyakinan, ide, atau nilai-nilai yang bertentangan pada saat yang sama, atau dihadapkan oleh informasi baru yang bertentangan dengan keyakinan ide, atau nilai-nilai yang ada.
- Disonansi kognitif fokus pada bagaimana manusia berusaha untuk selalu konsistensi secara internal (batin).
- Strategi disonansi kognitif dalam pembelajaran khususnya pembelajaran kimia yang mempunyai karakteristik abstraks dan kompleks perlu dilakukan agar diperoleh pemahaman yang konsisten.
- Strategi disonansi kognitif dapat dilakukan melalui tanya jawab dengan menggunakan beberapa representasi, sehingga terjadi perubahan konseptual yang lebih baik dan konsisten.

Daftar Pustaka

- Baddock, M. & Bucat, R. (2008). Effectiveness of a Classroom Chemistry Demonstration using the Cognitive Conflict Strategy. *International Journal of Science Education*. 30 (8), 1115–1128
- Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. California: Stanford University Press
- Graesser, A. C., Baggett, W., & Williams, K. (1996). Question-driven explanatory reasoning. *Applied Cognitive Psychology*, 10, S17–S32. doi:10.1002/(SICI)1099-0720(199611)10:7<3C17::AID-ACP435>3E3.0.CO;2-7
- Guzzetti, B.J., Snyder, T.E., Glass, G.V., & Gamas, W.S. (1993). Promoting conceptual change in science: A comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 116–159.
- Harmon-Jones, Eddie, *A Cognitive Dissonance Theory Perspective on Persuasion*, in *The Persuasion Handbook: Developments in Theory and Practice*, James Price Dillard, Michael Pfau, eds. 2002. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, p.101
- Lee, G., et al. (2003). Development of an Instrument for Measuring Cognitive Conflict in Secondary-Level Science Classes. *Journal Of Research In Science Teaching*. Vol. 40, NO. 6, PP. 585–603
- Linenberger, J. K. and Bretz, L. S. (2012). Generating cognitive dissonance in student interviews through multiple representations. *Chemical Education Research & Practice* (13) p.172-178
- Lepper, M. R. & Greene, D. (1975). Turning play into work: Effects of adult surveillance and extrinsic rewards on children's intrinsic motivation. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31, 479-486
- Misiti, F.L. & Shrigley, R.L. (1994) The role of cognitive dissonance on the science attitudes of middle school students. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 404109).
- Izuma, K., et al. (2010). Neural correlates of cognitive dissonance and choice-induced preference change. *PNAS*. Vol 107, 51. P. 22014-22019

**MAKALAH
PEMAKALAH PARALEL
BIDANG KIMIA**

DESKRIPSI KESTABILAN SENYAWA HETEROLEPTIK HIPERVALEN POSPOR PENTAHALIDA

Yahmin^{1a*} Mohammad Sodik Ibnu^{2a} Muhammad Su'aidy^{3a} Muhadi^{4a}

^aJurusan Kimia, Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang 5 Malang 65145

*Corresponding author's email: yahmin.fmipa@um.ac.id

ABSTRACT: Quantum mechanical calculation has been carried out to optimize the geometry of complex in the gas phase. The energies and intensities of electronic transitions of this complex are computed. Electron density difference plot are used to assign the nature of the transition. All calculations performed using the B3LYP density functional along with Aug-CC-pVQZ basis set. We report the result of these calculations in this paper.

Keywords: molecular shape, hypervalent compounds, phosphorus pentahalides, VSEPR models, *ab initio*

ABSTRAK: Senyawa pospor pentafluorida diketahui memiliki bentuk geometri trigonal bipiramida. Substitusi atom fluor dengan atom klorin pada PF_5 akan menghasilkan empat senyawa PClF_4 , PCl_2F_3 , PCl_3F_2 , dan PCl_4F . Posisi aksial dan ekuatorial pada geometri trigonal bipiramida adalah tidak sama, sehingga timbul permasalahan berkaitan dengan penempatan atom-atom tersebut pada dua posisi berbeda yang ada. Untuk mengetahui posisi yang tepat dari atom-atom tersebut telah dilakukan perhitungan mekanika quantum. Geometri senyawa PClF_4 , PCl_2F_3 , PCl_3F_2 , dan PCl_4F dengan posisi atom yang berbeda-beda dioptimasi dengan metode DFT B3LYP dan himpunan basis Aug-CC-pVQZ. Kestabilan relatif senyawa tersebut dapat ditentukan secara kuantitatif dengan membandingkan energi yang diperoleh dari optimasi geometrinya. Hasil perhitungan kami laporkan dalam makalah ini.

Kata kunci: bentuk molekul, senyawa hipervalen, pospor pentahalida, model VSEPR, *ab initio*

PENDAHULUAN

Dua unsur pertama dalam golongan 15, nitrogen dan pospor, mempunyai konfigurasi elektron [gas mulia] ns^2np^3 sedangkan unsur-unsur yang lebih berat, arsen, antimoni dan bismut, mempunyai konfigurasi elektron [gas mulia] $(n-1)\text{d}^{10}\text{ns}^2\text{np}^3$. Semua unsur golongan 15 (E) membentuk senyawa EH_3 , $\text{E}(\text{CH}_3)_3$, ECl_3 dan EF_3 . Semua senyawa ini berbentuk monomer, baik dalam fase gas maupun dalam larutan. Selain NCl_3 dan BiH_3 , semua senyawa ini telah banyak dikaji karena kestabilannya.

Unsur-unsur golongan 15 yang terletak pada periode tiga keatas, P, As, Sb dan Bi juga membentuk senyawa EX_5 , X = halogen, metil atau fenil. Di dalam setiap senyawa ini, masing-masing unsur golongan 15 mengikat lima atom atau lima gugus lain. Jika atom pusat diasumsikan menyediakan satu elektron untuk membentuk satu ikatan dengan atom ligan maka atom pusat dikelilingi oleh sepuluh elektron pada kulit valensinya. Senyawa yang dibentuk oleh unsur-unsur golongan 15 dengan lima ikatan homolitik ini dikenal sebagai senyawa hipervalen. Atom pusat dalam senyawa hipervalen dikelilingi oleh lima pasangan elektron ikatan.

Menurut model tolakan pasangan elektron pada kulit valensi atau lebih dikenal dengan model

VSEPR, senyawa dengan lima pasangan elektron ikatan bisa memiliki geometri trigonal bipiramidal (*tbp*) atau piramida alas bujursangkar (*pab*). Untuk menghindari jarak yang terlalu dekat antar pasangan elektron ikatan atau sudut valensi yang terlalu kecil pada atom pusat maka susunan trigonal bipiramidal lebih stabil daripada piramida bujursangkar. Di dalam susunan trigonal bipiramidal hanya ada enam elektron ikatan yang sudut valensi atom pusatnya 90° , sedangkan di dalam struktur piramida bujursangkar ada delapan elektron ikatan.

Model VSEPR juga dapat digunakan untuk menjelaskan fakta eksperimen bahwa ikatan aksial dalam molekul *tbp* adalah lebih panjang daripada ikatan ekuatorial. Pasangan elektron ikatan aksial ditolak oleh tiga pasang elektron ikatan ekuatorial dengan sudut valensi 90° , sementara pasangan elektron ikatan ekuatorial ditolak oleh dua pasang elektron ikatan dengan sudut yang sama. Tolakan tambahan ini mengakibatkan ikatan aksial menjadi lebih panjang.

Artikel berikut ini ditulis untuk memberikan penjelasan tambahan secara kuantitatif dari sudut pandang kimia komputasi. Jika susunan geometri trigonal bipiramida lebih stabil daripada geometri piramida bujursangkar, berapa kilojoule perbedaan kestabilan ini ditinjau dari sisi energi? Apabila ikatan aksial lebih panjang daripada ikatan ekuatorial, berapa angstrom perbedaan panjang ini? Apakah perhitungan dengan metode kimia komputasi bisa memberikan hasil yang sama atau mendekati nilai yang diperoleh dari eksperimen? Bagaimanakah susunan senyawa pentahalida tersebut jika ada dua macam gugus halida yang terikat, berbeda ukuran dan keelektronegatifannya? Misalnya, yang terikat adalah fluorida dan klorida. Beberapa pertanyaan tersebut dan juga lainnya akan dikaji secara komputasi memakai metode *ab initio* dalam artikel ini.

METODE PENELITIAN

Bahan

Penelitian ini adalah penelitian teoritis yang tidak menggunakan bahan kimia. Molekul atau senyawa yang akan diteliti dibuat geometrinya dalam tiga dimensi dengan memakai perangkat lunak Gaussview 5.08.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dekstop komputer. Desktop yang digunakan adalah seri Acer 5710 dengan spesifikasi prosesor intel pentium *quad core* Q8300 2,50GHz, RAM 2048MB (2GB), harddisk 600GB dan sistem operasi *Windows 10*. Komputasi dilakukan dengan menggunakan program Gaussian 09 A2.

Prosedur

Prosedur penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yakni pembuatan koordinat struktur atau geometri untuk sepuluh macam senyawa heteroleptik hipervalen pospor pentahalida. Hanya

dua faktor yang dipertimbangkan dalam memilih substituen halogen, yakni faktor besarnya ukuran substituen dan keelektronegatifan. Dua substituen halogen yang digunakan adalah fluorin dan klorin. Geometri senyawa yang sudah dibuat kemudian dioptimasi pada fase gas dengan himpunan basis standar yang umum digunakan yakni 6-31G dan metode DFT. Kemudian geometri yang sudah dioptimasi tersebut dioptimasi lanjut menggunakan himpunan basis yang lebih besar yakni aug-cc-pvqz dan metode DFT. Tujuan optimasi yang kedua ini adalah untuk mendapatkan struktur geometri yang lebih dekat dengan data eksperimen yang tersedia. Kestabilan struktur-struktur tersebut dibandingkan atas dasar energinya. Rincian prosedur tersebut adalah sebagai berikut.

Pembuatan geometri pospor pentafluorida

Pospor pentafluorida yang dibandingkan kestabilannya adalah pospor pentafluorida dengan geometri trigonal bipiramida (*trigonal bipyramidal*) disingkat dengan tbp dan geometri piramida segiempat (*square pyramidal*) disingkat dengan pse. Sebelum komputasi dimulai, maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat koordinat molekul atau geometri molekul yang menggambarkan geometri kesetimbangan pada keadaan dasar untuk semua senyawa posporpentahalida yang ingin diteliti. Langkah ini dilakukan dengan menggunakan program Gaussview 5.08.

Optimasi geometri struktur elektronik molekul reaktan dan produk

Geometri molekul yang telah dibuat pada langkah pertama kemudian dioptimasi. Proses optimasi akan berjalan lebih cepat jika geometri molekul yang dibuat mendekati geometri yang benar. Optimasi ini diperlukan untuk mendapatkan struktur molekul pada keadaan dasar dengan energi total minimum. Jadi dari perhitungan optimasi ini akan diperoleh energi total, yakni energi sebagaimana halnya yang dihitung memakai persamaan Schrodinger.

Perhitungan frekuensi vibrasi geometri molekul yang telah teroptimasi

Untuk menjamin bahwa perhitungan optimasi yang telah dilakukan pada langkah kedua sudah benar maka perlu dilakukan perhitungan frekuensi vibrasi. Molekul yang terdiri dari N atom maka jumlah frekuensi yang dihasilkan dari perhitungan adalah $3N - 6$ jika molekulnya tidak linier dan $3N - 5$ jika molekulnya linier. Tanda bahwa perhitungan optimasi telah dilakukan dengan benar maka semua frekuensi vibrasi tersebut dapat dihasilkan dan tidak ada frekuensi vibrasi yang berharga negatif. Frekuensi yang berharga negatif disebut frekuensi imajiner. Energi total molekul dari perhitungan ini terletak pada bagian paling bawah dari sumur energi potensial multidimensi dan titik ini biasa disebut minimum global. Energi total dari perhitungan ini diberi simbol E .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dalam setiap perhitungan struktur suatu senyawa dalam program gaussian akan selalu dihasilkan energi untuk senyawa dengan struktur atau geometri tertentu. Walaupun demikian, energi total untuk sistem senyawa yang berbeda tidak selalu dapat dibandingkan secara langsung dengan energi total sistem senyawa lainnya. Secara umum, agar supaya energi total dapat dibandingkan untuk dua senyawa atau lebih dengan benar maka dua kondisi berikut ini harus dipenuhi, yakni: (1) molekul atau kelompok senyawa yang akan dibandingkan harus memiliki jumlah dan jenis atom yang sama; dan (2) perhitungan harus dilakukan dengan memakai model kimia (metode dan himpunan basis) yang sama. Apabila kedua syarat ini tidak dipenuhi maka membandingkan energi dua kelompok senyawa atau lebih menjadi tidak berguna.

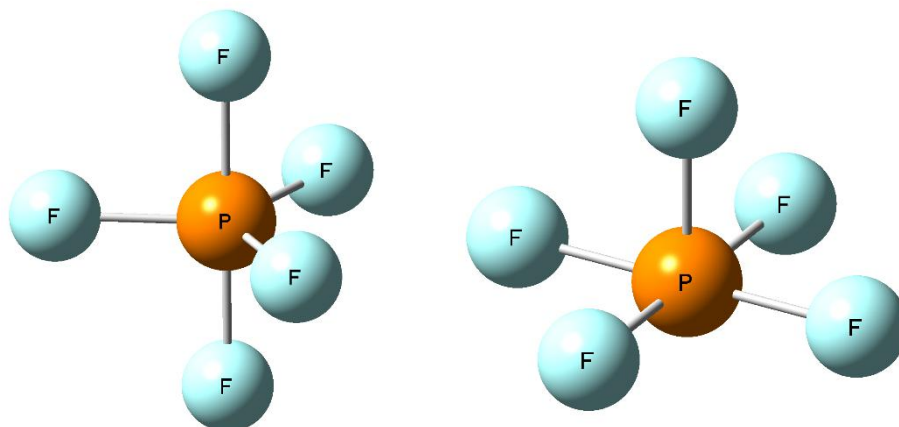
Hasil perhitungan energi untuk lima pasang (atau 10) senyawa posprpentahalida dengan metode DFT B3LYP dan himpunan basis Aug-CC-pVQZ ditunjukkan pada Tabel 1. Posisi aksial untuk atom klor atau fluor diberi tanda (ax), sedangkan posisi ekuatorial diberi label (eq). Untuk senyawa PCl(ax)F_4 berarti atom klor berada pada posisi aksial, sedangkan untuk senyawa $\text{PCl}_2(\text{eq})\text{F}_3$ berarti kedua atom klor berada pada posisi ekuatorial. Berikut ini pembahasan mengenai struktur dan energi berbagai molekul posprpentahalida.

Tabel 1. Energi 10 Senyawa Posporpentahalida Pada Tingkat Teori DFT/Aug-CC-pVQZ

No	Senyawa	Energi Total (au)	Beda Energi (kJ/mol)
1	PF_5 tpb	-841,01042917	
2	PF_5 pab	-840,94310617	-176,757
3	PCl(ax)F_4	-1.201,33273708	
4	PCl(eq)F_4	-1.201,33791923	13,606
5	$\text{PCl}_2(\text{ax})\text{F}_3$	-1.561,65476121	
6	$\text{PCl}_2(\text{eq})\text{F}_3$	-1.561,66542674	28,002
7	$\text{PCl}_3\text{F}_2(\text{ax})$	-1.921,99341268	
8	$\text{PCl}_3\text{F}_2(\text{eq})$	-1.921,98280565	-27,849
9	$\text{PCl}_4\text{F(ax)}$	-2.282,31661578	
10	$\text{PCl}_4\text{F(eq)}$	-2.282,31086990	-15,086

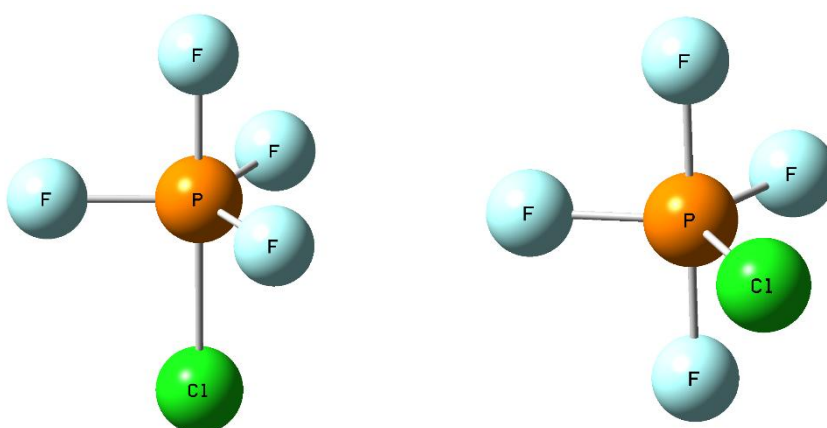
au = *atomic unit*.

Posporpentafluorida bisa mengadopsi dua geometri, yakni geometri trigonal bipiramida dan geometri piramida segiempat datar atau piramida alas bujursangkar. Dua geometri hasil optimasi dengan metode DFT B3LYP dan himpunan basis Aug-CC-pVQZ ditunjukkan pada gambar 1 berikut.

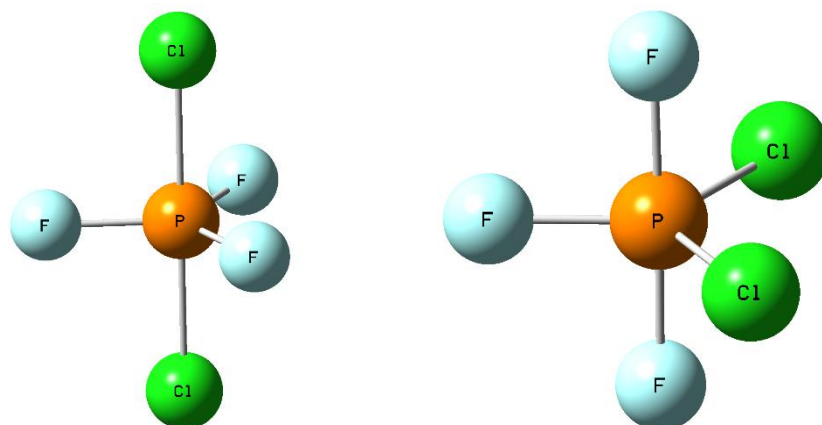


Gambar 1. Geometri trigonal bipiramida dan piramida alas bujursangkar untuk PF_5

Geometri trigonal bipiramida untuk pospospentafluorida jauh lebih stabil dibandingkan dengan geometri piramida alas bujursangkar atau piramida alas segiempat datar. Ditinjau dari sisi energi, selisih kesetabilan mencapai sekitar 177 kJ/mol. Hasil perhitungan ini sesuai dengan teori VSEPR yang menyatakan bahwa geometri molekul yang stabil akan mempunyai tolakan antara pasangan elektron yang seminimal mungkin. Di dalam molekul PF_5 tbp hanya ada tiga pasang elektron pada posisi ekuatorial yang bertolakan dengan sudut 120° , sedangkan pada molekul PF_5 pab ada empat pasang elektron ikatan yang bertolakan dengan sudut 90° . Makin banyak jumlah pasangan elektron yang berikatan dengan sudut yang makin kecil mengakibatkan molekul menjadi tidak stabil. Perhitungan energi untuk molekul PF_5 pab dilakukan tanpa melalui proses optimasi terlebih dahulu. Hal yang menarik dari perhitungan mekanika kuantum ini adalah bahwa geometri PF_5 pab selalu berubah menjadi geometri PF_5 tbp ketika dilakukan optimasi. Jadi menurut teori mekanika kuantum geometri PF_5 pab adalah geometri yang tidak stabil.

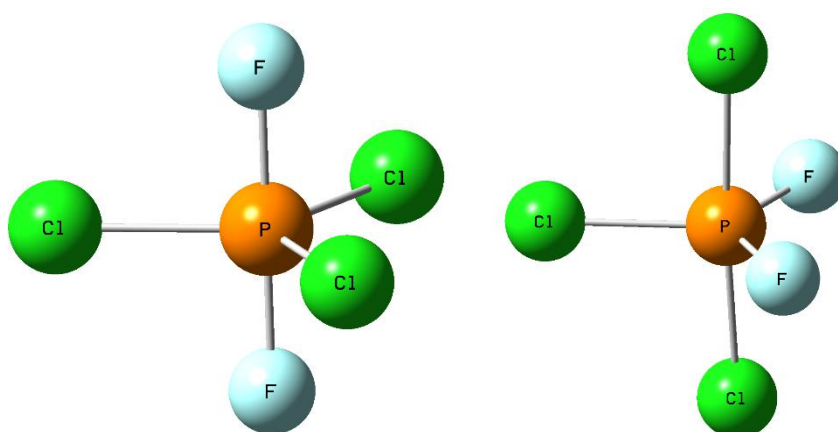


Gambar 2. Geometri trigonal bipiramida untuk PClF_4

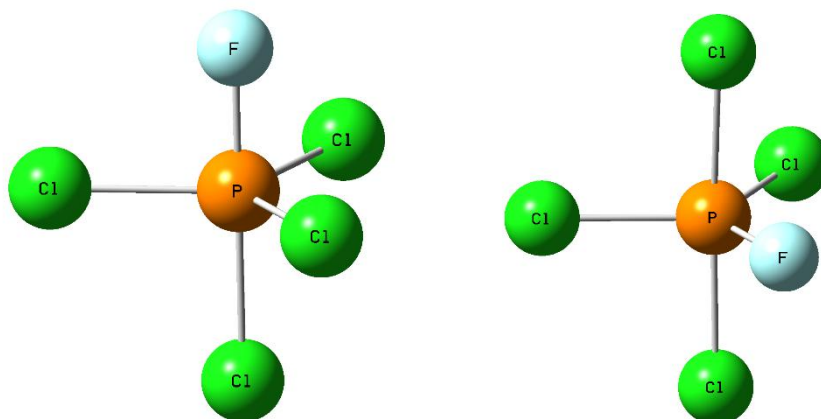


Gambar 3. Geometri trigonal bipiramida untuk PCl_2F_3

Posporopentafluorida yang tersubstitusi dengan satu dan dua atom klor tetap memiliki geometri trigonal bipiramida. Atom klor dapat menempati posisi aksial maupun ekuatorial. Geometri hasil optimasi pentafluorida tersubstitusi dengan satu dan dua atom klor berturut-turut ditunjukkan dalam Gambar 2 dan Gambar 3. Berdasarkan hasil perhitungan energi senyawa nomor 3 – 6 Tabel 1, juga dapat disimpulkan bahwa substituen yang lebih besar (ruah atau *bulky*) cenderung menempati ruangan yang lebih besar pula. Atom klor yang ukurannya lebih besar (dibandingkan atom fluor) lebih suka menempati posisi ekuatorial sehingga geometri $\text{PCl}(\text{eq})\text{F}_4$ lebih stabil daripada geometri $\text{PCl}(\text{ax})\text{F}_4$, demikian pula geometri $\text{PCl}_2(\text{eq})\text{F}_3$ lebih stabil daripada geometri $\text{PCl}_2(\text{ax})\text{F}_3$. Hasil perhitungan ini juga sesuai dengan teori VSEPR, tolakan antara substituen yang lebih besar adalah lebih kuat sehingga substituen yang lebih besar akan menempati ruang yang lebih besar.



Gambar 4. Geometri trigonal bipiramida untuk PCl_3F_2



Gambar 5. Geometri trigonal bipiramida untuk PCl_4F

Apabila atom fluor dalam posporpentafluorida yang disubstitusi oleh atom klor lebih dari separo, yakni 3 dan 4 atom, maka kondisinya serupa dengan yang tersubstitusi dengan 1 dan dua atom klor. Dalam kasus kedua, atom fluor bisa menempati posisi aksial maupun ekuatorial. Geometri teroptimasinya ditunjukkan dalam Gambar 4 dan Gambar 5. Disamping berbeda ukuran, atom klor dan atom fluor juga berbeda keelektronegatifannya. Dari hasil perhitungan energi senyawa nomor 7 – 10 Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa substituen yang lebih elektronegatif cenderung menempati ruangan yang lebih kecil. Atom fluor yang lebih elektronegatif lebih suka menempati posisi aksial sehingga geometri $\text{PCl}_3\text{F}_2(\text{ax})$ lebih stabil daripada geometri $\text{PCl}_3\text{F}_2(\text{eq})$, demikian pula geometri $\text{PCl}_4\text{F}(\text{ax})$ lebih stabil daripada geometri $\text{PCl}_4\text{F}(\text{eq})$. Atom fluor yang lebih elektronegatif menyebabkan kekuatan atom F menarik rapatan elektron ikatan P–F lebih besar daripada kekuatan atom Cl dalam menarik rapatan elektron ikatan P–Cl sehingga rapatan elektron ikatan P–F dapat dianggap “lebih ramping” daripada rapatan elektron ikatan P–Cl. Tolakan yang ditimbulkan oleh rapatan elektron yang lebih ramping adalah lebih lemah sehingga posisi atom F aksial akan lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bader, R.F.W., Gillespie, R.J., and MacDugall, P.J. 1099. A Physical Basis for the VSEPR Model of Molecular Geometry”, *Journal of American Chemical Society*, 110: 7329-7336.
2. Gillespie, R.J. 1963. “The Valence-Shell Electron-Pair Repulsions (VSEPR)”, *Journal of Chemical Education*, 40:295-30.
3. Gillespie, R.J. 1970. “The Electron-Pair Model for Molecular Geometry”, *Journal of Chemical Education*, 47:18-23.
4. Haaland, Arne 2008. *Molecules and Models: The molecular Structures of Main Group Element Compounds*, Oxford University Press, New York.
5. Effendy, 2008. *Teori VSEPR, Kepolaran dan Gaya Antarmolekul*, edisi 2, Bayumedia Publishing, Malang.

Sintesis Biodiesel dari Minyak Sawit menggunakan Katalis Heterogen dengan Gelombang Ultrasonik

Aman Santoso¹, Mahmudi, Sumari¹
¹Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang

aman.santoso.fmipa@um.ac.id
sumari.santoso.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK: Sintesis biodiesel umumnya dengan menggunakan katalis homogen seperti basa alkali, yang mempunyai kelemahan kurang ramah lingkungan. Katalis heterogen seperti CaO teraktifasi dapat digunakan sebagai katalis dalam sintesis biodiesel. Gelombang ultrasonik mempengaruhi laju reaksi kimia. Pemanfaatan gelombang ultrasonik dapat meningkatkan efisiensi sintesis biodiesel. Secara umum tujuan dalam penelitian ini adalah menentukan model sintesis biodiesel pada skala ganda yang efektif dan efisien dari minyak sawit menggunakan katalis heterogen dengan gelombang ultrasonik.

Tahapan penelitian eksperimental ini meliputi (1) Aktivasi CaO sebagai katalis super basa dengan calsinasi (2). Optimasi sintesis biodiesel dari CPO offgrade dengan katalis heterogen menggunakan gelombang ultrasonik pada skala ganda (3). Karakterisasi biodiesel yang dihasilkan yang meliputi analisis GC-MS, bilangan asam, indeks bias, berat jenis.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa : (1) Sintesis metil ester pada skala ganda menggunakan gelombang ultrasonik kondisi optimum tercapai pada suhu 65°C dan konsentrasi katalis CaO sebesar 8% berat, dengan rendemen sebesar 92%. (2). Metil ester hasil sintesis dari minyak sawit adalah metil miristat 6,37%, metil palmitoleat 4,34%, metil palmitat 24,62%, metil oleat 49,44%, metil stearat 10,72%, dan metil arakidat 4,51%. (3). Sifat fisik dan kimia metil ester hasil sintesis skala ganda adalah massa jenis ($0,854 \pm 0,000$) g/mL, viskositas ($5,501 \pm 0,032$) cSt, bilangan asam ($0,550 \pm 0,000$) mg KOH/g, dan indeks bias $1,447 \pm 0,0000845$. Kadar air 0,01, angka setana 51,72, titik kabut 18. Karakter tersebut telah memenuhi parameter SNI 04-7182-2006 sehingga metil ester tersebut berpotensi sebagai biodiesel.

Kata kunci: biodiesel, minyak sawit, ultrasonik, heterogen, skala ganda

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi suatu Negara salah satu indikatornya dapat dilihat dari kebutuhan energi. Indonesia sebagai Negara yang sedang tumbuh berkembang perekonomiannya kebutuhan energi juga terus naik. Dampak kebutuhan energi yang terus bertambah mengakibatkan eksplorasi sumber energi kita bertambah pesat, sehingga cadangan minyak bumi menipis dengan drastis. Biodiesel adalah alternatif untuk menggantikan solar yang dapat dibuat dari minyak tanaman atau lemak dengan reaksi transesterifikasi (Demirbas, 2007), dimana produksinya relatif sederhana sehingga memungkinkan dikembangkan oleh industri kecil menengah.

Banyaknya pengolahan kelapa sawit menghasilkan banyak limbah sawit, atau minyak sawit kualitas rendah (CPO offgrade) yang tidak layak untuk bahan pangan, sehingga CPO offgrade sangat potensial untuk bahan baku biodiesel.

Pemanfaatan teknologi gelombang ultrasonik dapat meningkatkan laju reaksi pembuatan biodiesel (Santoso, 2010). Reaksi organik dengan adanya gelombang ultrasonik pada temperatur

reaksi yang sama berlangsung lebih cepat, serta proses reaksi berlangsung lebih homogen (Amore et.al, 2006). Penggunaan gelombang ultrasonik dalam transesterifikasi berlangsung lebih cepat (Bernad, et. al., 2007 dan Santoso 2010), dan hasil reaksi dapat terpisah dengan baik sehingga memudahkan pemisahan hasil (Widodo, dkk., 2006). Penggunaan katalis homogen dalam pembuatan biodiesel terdapat kelemahan antara lain, menghasilkan limbah ion logam alkali yang dapat mencemari lingkungan. karena adanya reaksi saponifikasi, penggunaan katalis heterogen dapat mempermudah pemisahan hasil reaksi dan meningkatkan rendemen hasil (Zhu, et.all., 2006) dan (Bounary, et.all. 2005). Penelitian terkait efisiensi proses dengan mengkaji juga aspek ekonomisnya dalam membuat biodiesel dari bahan baku CPO kualitas rendah atau limbah sawit belum banyak dilakukan, baik skala laboratorium maupun skala ganda. Penelitian ini bertujuan meningkatkan efisiensi sintesis biodiesel dengan menggunakan heterogen katalis dan gelombang ultrasonik pada skala ganda.

Sintesis Biodiesel

Reaksi transesterifikasi dari lemak/minyak dapat dilakukan untuk menurunkan viskositas minyak nabati sehingga dihasilkan metil ester asam lemak. Dengan Transesterifikasi dapat menurunkan viskositas minyak nabati sampai 85% (Alamu, 2007), (Demirbas, 2007). Reaksi transesterifikasi minyak nabati dapat dilakukan dengan mereaksikan minyak yang merupakan trigliseride dengan alkohol (metanol/etanol) dengan katalis asam atau basa, dan dihasilkan alkil ester asam lemak dengan hasil samping gliserol.

Transformasi dari minyak/lemak menjadi gliserin dan ester dari asam lemak dengan reaksi ;

Berdasarkan kajian mekanisme reaksi yang dilalui pada reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel melalui pembentukan zat antara (*intermediate*) mono dan digliserida sebagai zat antara, dengan bentuk molekul pada zat antara sebagai tetrahidral (bentuk tidak stabil untuk gugus karbonil), tahap selanjutnya pembentukan metil ester (Heyda, dkk., 2008). Ester asam lemak yang dihasilkan selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar dan sering disebut biodiesel. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi minyak nabati menjadi biodiesel yakni antara lain faktor perbandingan fraksi mol antara minyak dengan alkohol, katalis yang digunakan dimana dapat katalis asam atau basa, kualitas bahan baku yang digunakan, temperatur reaksi, dan kondisi berlangsungnya reaksi.

Pembuatan biodiesel secara konvensional dengan pengadukan mekanis dilakukan dengan reaksi transesterifikasi dengan mereaksikan minyak nabati dengan metanol atau etanol dengan pengadukan mekanis, cara ini menghasilkan rendemen tidak terlalu tinggi dan memerlukan waktu relatif lama dan kendala lain umumnya kesulitan dalam memisahkan produk. Sebagai contoh dilakukan Alamu 2007, reaksi transesterifikasi dalam skala laboratorium dengan etanol katalis KOH dalam waktu 90 menit dengan hasil 95,4%.

Transesterifikasi minyak nabati dengan alkohol menjadi biodiesel skala industri pada umumnya dilakukan dengan sistem bath dengan pengadukan mekanis, dengan katalis basa pada perbandingan minyak-alkohol 1:6 waktu yang diperlukan 2 jam hasil yang dicapai 96%. Pengaruh penggunaan katalis sangat berpengaruh pada laju reaksi pembuatan biodiesel. Katalis basa atau asam dapat digunakan dalam reaksi transesterifikasi, namun demikian katalis basa lebih cepat dan kurang korosif dibandingkan asam (Shweta Shah dkk 2004).

Teknologi pembuatan biodiesel dengan reaksi transesterifikasi terus berkembang, dari yang konvensional hanya dengan perlakuan pengadukan mekanis, dengan alkohol superkritis, dan telah berkembang reaksi transesterifikasi dapat dipercepat dengan adanya gelombang *ultra sonik*. Pembuatan biodiesel dari minyak sawit dengan ultrasonik dapat berlangsung lebih cepat dan mudah, dengan perbandingan minyak-metanol 1:7 (Santoso, 2010), serta dengan menggunakan ultrasonik reaksi dapat berakhir dalam beberapa menit (Susilo, 2010).

Pengaruh Gelombang Ultrasonik dalam Reaksi Kimia

Gelombang ultrasonik dapat mengemulsikan dua larutan atau lebih yang sulit bercampur dengan baik. Adanya gelombang ultra sonik sangat mengintensifkan pendispersian antara fase terdispersi dan pendispersi. Cavitasi gelombang ultrasonik merambat keseluruhan medium terdispersi dan menyebabkan partikel-partikel disekitarnya bergerak dengan kecepatan tinggi, bertumbukan dengan partikel lain sehingga dapat bercampur membentuk ukuran-ukuran partikel yang jauh lebih kecil, dengan ukuran sampai 1 micron atau membentuk microemulsi (Hans, Nguyen, Stavarance and Nishimura, 2008; (Peng, Ying, Jose and Eric, 2007).

Campuran yang sulit bercampur karena adanya beberapa molekul dalam bentuk agregat dengan ukuran yang besar, namun dengan adanya pengaruh gelombang ultrasonik pendispersian molekul satu dengan yang lain, atau molekul yang sejenis menjadi lebih sempurna. Dengan semakin sempurnanya pencampuran antara dua reaktan dalam pembuatan biodiesel, menjadi microemulsi akan mendukung kemungkinan terjadinya tumbukan antar reaktan, dan meskipun energi ultrasonik relatif kecil namun juga berpengaruh dalam menaikkan energi masing-masing molekul yang terlibat reaksi. Terjadinya peluang tumbukan antar molekul yang semakin besar dan energi molekul yang meningkat maka berakibat kemungkinan terjadinya reaksi juga akan semakin besar, sehingga adanya gelombang ultrasonik meningkatkan laju reaksi (Raman, Abbas dan Joshi,

2006). Seperti telah dilakukan reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dari minyak sawit secara konvensional umumnya berlangsung lebih dari 1 jam, namun dengan menggunakan gelombang ultrasonik reaksi dapat direduksi hanya dalam beberapa menit (Susilo, 2007).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen di laboratorium dan analisa financial efisiensi sistem produksibiodiesel dari minyak sawit kualitas rendah. Hasil penelitian pada skala laboratorium pada umumnya kurang dapat diimplemenasikan pada skala industry karena memerlukan kondisi reaksi yang berbeda pada skala yang besar, oleh karena itu untuk mendekati kondisi reaksi dengan skala industry sangat diperlukan uji coba pada skala yang lebih besar dari skala laboratorium yakni pada skala ganda dengan pembesaran sampai seratus kali dari skala laboratorium (untuk skala industri rumah tangga) dan sekaligus dapat dilakukan perhitungan kelayakan usahanya. Eksperimen pada skala ganda ini secara lebih detail sebagai berikut: Setting perangkat transesterifikasi menggunakan katalis heterogen dengan gelombang ultrasonik sistem *continued* dalam skala pilot plant.

- Optimasi produksi biodiesel dari minyak sawit kualitas rendah (CPO offgrade) pada kondisi terpilih secara laboratorium dengan pengaduk mekanis pada skala pilot plan.
- Optimasi produksi biodiesel dari minyak sawit offgrade dalam kondisi terpilih secara laboratorium dengan gelombang ultrasonik pada skala pilot plan.
- Analisis kualitas hasil produksi biodiesel pada skala pilot plan
- Analisis feasibilitas sistem produksi biodiesel pada skala pilot plan

Prosedur Kerja

1. Penentuan Angka Asam Minyak Sawit

Penentuan angka asam minyak sawit pagar adalah dengan cara menimbang ± 1 gram minyak dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Kemudian ditambah 20 mL n-heksana dan 20 mL alkohol. Ditambahkan 3 tetes indikator pp lalu dititrasikan dengan larutan KOH 0,1 N sampai warna larutan berubah menjadi warna merah muda.

2. Esterifikasi

Sebanyak 1000 g minyak dimasukkan ke dalam labu leher tiga, dipanaskan sampai pada suhu 70°C , dengan hati-hati ditambahkan 60 g metanol dan 8 mL H_2SO_4 pekat, kemudian campuran direfluks selama 2 jam pada suhu $(69-71)^{\circ}\text{C}$ sambil dilakukan pengadukan. Ditambah lagi 30 g metanol dan 4 mL H_2SO_4 pekat, dilanjutkan refluks selama 1 jam pada suhu $(69-71)^{\circ}\text{C}$ disertai pengadukan, didinginkan kemudian dipisahkan. Lapisan atas dicuci dengan sedikit air dan

dipanaskan pada suhu $(90-100)^{\circ}\text{C}$.

3. Preparasi Katalis CaO

Serbuk CaO dikalsinasi selama 2 jam pada suhu 700°C dengan tujuan mengaktifkan sisi aktif katalis. Begitu juga dengan serbuk K_2O yang dikalsinasi selama 2 jam pada suhu 700°C dengan tujuan mengaktifkan sisi aktif katalis, kemudian disimpan dalam desikator ± 24 jam. Setelah diperoleh CaO dan K_2O aktif, selanjutnya katalis CaO dan K_2O dibuat dengan mencampur CaO dan K_2O dengan perbandingan 1:1.

4. Sintesis Biodiesel Melalui Transesterifikasi Menggunakan Gelombang Ultrasonik

Sebanyak 1000 g minyak hasil esterifikasi dimasukkan ke dalam gelas kimia, selanjutnya dengan hati-hati ditambahkan katalis CaO dan K_2O dengan konsentrasi sesuai variabel (5%, 7,5%) dan perbandingan mol minyak: metanol 1:18 kemudian diaduk dengan *mechanical stirrer* dengan kecepatan 200 rpm. Campuran dimasukkan ke dalam sumber gelombang ultrasonik dengan variasi waktu (7,5 atau 10;) menit, kemudian disentrifugasi selama 20 menit pada kecepatan 3000 rpm. Selanjutnya campuran dituang ke dalam corong pisah dan dibiarkan 1-2 jam. Ester yang berada pada lapisan atas dipisahkan dari gliserol pada lapisan bawah dengan membuka kran corong pisah. Selanjutnya lapisan atas dicuci untuk menghilangkan sisa katalis, air dan gliserol dengan air hangat sampai pH netral dan dilakukan pemanasan pada suhu $(90-100)^{\circ}\text{C}$ untuk menghilangkan air sisa cucian.

5. Identifikasi Komponen Senyawa Biodiesel Hasil Transesterifikasi dengan GC-MS

Identifikasi dengan GC-MS dilakukan untuk meyakinkan bahwa hasil sintesis yang diperoleh memang benar merupakan senyawa biodiesel (metil ester). Sampel yang dianalisis dalam ukuran sangat kecil. Hasil perekaman spektrometri massa adalah suatu spektrum massa yang dapat dinyatakan dengan grafik batang. Tiap puncak dalam molekul menyatakan suatu fragmen molekul. Fragmen-fragmen disusun sedemikian rupa sehingga puncak-puncak ditata menurut kenaikan m/z -nya dari kiri ke kanan pada grafik batang. Intensitas puncak sebanding dengan kelimpahan relatif fragmen-fragmen yang bergantung pada stabilitas relatifnya.

6. Indeks Bias

Penentuan indeks bias dilakukan dengan cara meneteskan minyak pada prisma refraktometer. Pembacaan indeks bias dilakukan pada saat garis pisah terang gelap berada tepat pada posisi silang dari lensa pengamatan.

7. Uji Massa Jenis

Massa jenis ditentukan dengan menimbang berat piknometer kosong dengan neraca analitik dan dicatat beratnya, kemudian ± 25 mL biodiesel dimasukkan dalam piknometer dan ditimbang, berat piknometer berisi biodiesel juga dicatat.

8. Uji Viskositas

Penentuan viskositas dilakukan dengan memasukkan aquades dalam tabung viskosimeter *oswald* dan dicatat waktu yang diperlukan untuk mencapai tanda tera. Setelah itu sampel biodiesel juga dimasukkan dalam tabung viskosimeter *oswald*, lalu dicatat waktu yang diperlukan untuk mencapai tanda tera.

9. Uji Angka Asam

Sampel biodiesel ditimbang ± 2 g didalam Erlenmeyer 250 mL. Ditambahkan 10 mL alkohol, kemudian dipanaskan dalam penangas air sampai mendidih. Larutan ini kemudian ditambah indikator pp dan dititrasi dengan KOH 0,1 N (yang sudah dibakukan dengan asam oksalat) sampai terbentuk warna merah muda.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Aktivasi Katalis CaO

Aktivasi dilakukan merendam CaO dalam larutan jenuh KCl kemudian memanaskan CaO dalam furnace pada suhu 700°C selama 1,5 jam. Pemanasan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dan mengaktivasi situs aktif yang terdapat dalam katalis CaO. Selain itu, penggunaan katalis dalam bentuk serbuk bertujuan agar luas permukaannya besar yang dapat membantu mempercepat laju reaksi. Katalis CaO teraktivasi tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Katalis CaO Teraktivasi

2. Sintesis Metil Ester dari Minyak Sawit dengan Reaksi Transesterifikasi

Sintesis metil ester dari minyak sawit hasil rafinasi dilakukan melalui reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi adalah reaksi antara suatu ester (trigliserida) dengan alkohol menggunakan bantuan katalis yang menghasilkan ester baru (alkil ester) dan alkohol baru (gliserol). Alkohol yang digunakan dalam penelitian ini adalah metanol karena harganya murah dan reaktivitasnya paling tinggi dibanding alkohol lain. Katalis yang digunakan adalah katalis basa

heterogen dalam wujud padat yaitu CaO dan K₂O.

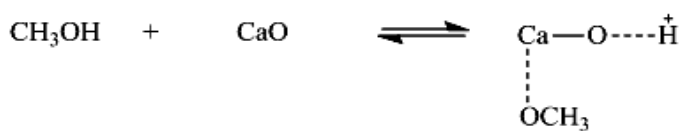
Data hasil sintesis metil ester dengan perbandingan mol minyak sawit hasil rafinasi:metanol (1:15), waktu reaksi 5 menit, perbandingan katalis CaO teraktifasi, suhu reaksi 65°C dengan variasi konsentrasi katalis dapat dilihat pada data rendemen metil ester hasil sintesis dengan variasi konsentrasi katalis yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Rendemen Metil Ester Hasil Sintesis dengan Variasi Konsentrasi Katalis

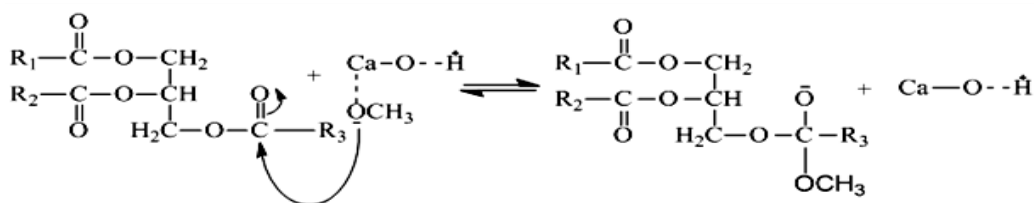
Percobaan	Variasi Konsentrasi b/b)	Massa hasil penelitian (%)	Massa hasil teori (g)	Rendemen (%)
1	6	872	1004	87
		912	1004	90
		Rata-rata		89
2	8	940	1004	94
		912	1004	90
		Rata-rata		92
3	10	796	1004	79
		780	1004	78
		Rata-rata		78,5

Seperti terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi katalis optimum sebesar 8% b/b dengan rendemen sekitar 92%. Reaksi transesterifikasi minyak dengan katalis CaO teraktifasi terjadi mekanisme reaksi sebagai berikut:

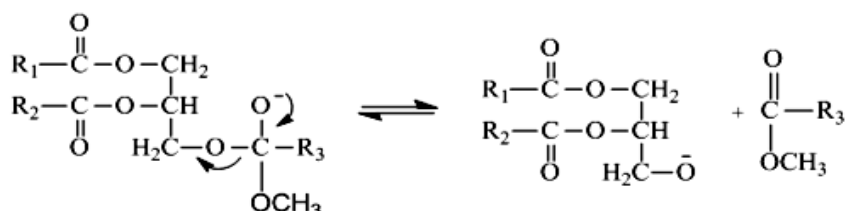
Reaksi antara metanol dan katalis CaO.



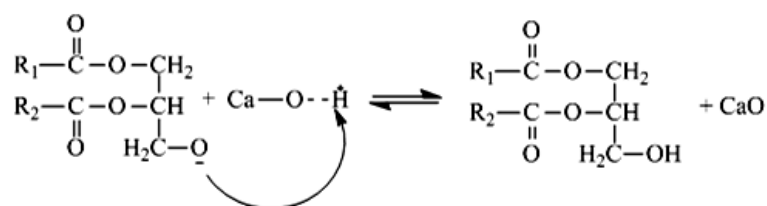
Tahap 1: Salah satu atom C karbonil pada molekul trigliserida diserang oleh ion metoksi dan menghasilkan sebuah intermediet tetrahedral



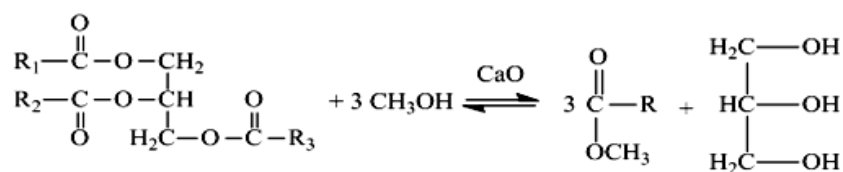
Tahap 2: Terbentuknya metil ester asam lemak



Tahap 3: Deprotonasi katalis basa dan menghasilkan digliserida



Reaksi berlangsung secara kontinyu hingga dihasilkan 3 mol metil ester dan 1 mol gliserol, dengan reaksi sebagai berikut:

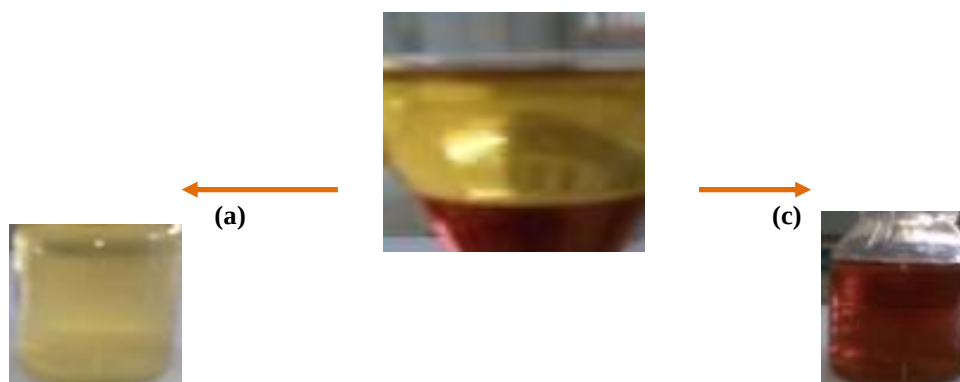


Sumber: Liu, dkk., (2007:1317)

Mekanisme reaksi transesterifikasi diawali dengan reaksi antara katalis CaO dengan metanol. Reaksi antara katalis dan metanol tersebut menghasilkan suatu gugus metoksida dan protonasi katalis basa. Kemudian gugus metoksida yang terbentuk menyerang atom C karbonil pada molekul trigliserida dan membentuk intermediet tetrahedral yang sangat tidak stabil. Tahap selanjutnya menghasilkan metil ester dan gliserol. Secara stoikiometri 1 mol trigliserida memerlukan 3 mol metanol dan dihasilkan 3 mol metil ester asam lemak dan 1 mol gliserol.

Penggunaan gelombang ultrasonik bertujuan untuk mempercepat proses reaksi dalam pembentukan metil ester dari minyak sawit hasil rafinasi. Dimana, gelombang ultrasonik yang digunakan memiliki frekuensi tinggi yaitu 40 kHz yang menyebabkan terbentuknya gelembung-gelembung kavitasi yang diduga dapat mempercepat pemutusan ikatan trigliserida sehingga gugus metoksi mudah bereaksi dengan gugus ester pada minyak dan reaksi berlangsung cepat.

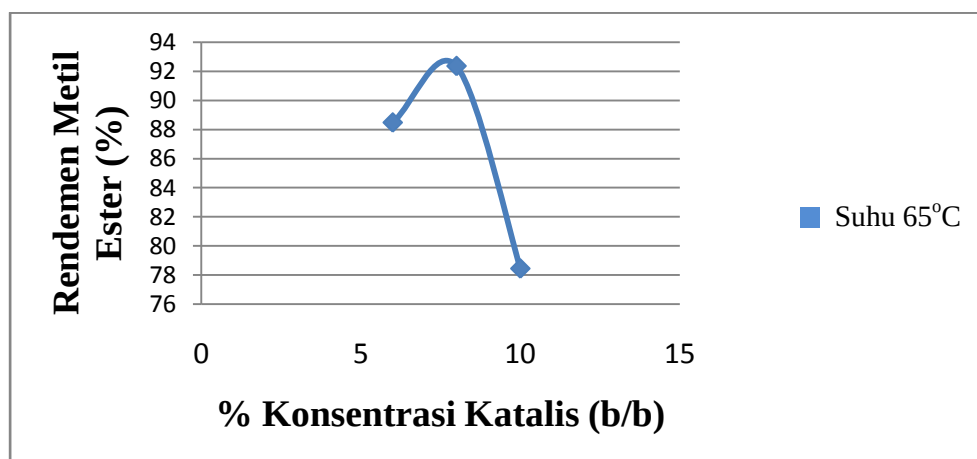
Pemisahan hasil sintesis dapat dipercepat dengan mensentrifuge selama 20 menit agar katalis mudah dipisahkan. Hasil sentrifuge dimasukkan ke dalam corong pisah selama 15 menit. Pembentukan dua lapisan, lapisan atas (metil ester) dan lapisan bawah (gliserol). Kedua lapisan dipisahkan, lapisan atas dicuci dengan air hangat sambil diaduk hingga air cucian netral dan dipanaskan pada suhu (90-100)°C untuk menghilangkan air sisa cucian. Hasil sintesis metil ester melalui reaksi transesterifikasi dengan gelombang ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Sintesis Metil Ester Melalui Reaksi Transesterifikasi dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik
a) Metil ester
b) Lapisan metil ester dan gliserol
c) Gliserol

Gambar 3 menunjukkan bahwa lapisan atas berwarna kuning (metil ester) dan lapisan bawah berwarna coklat (gliserol). Metil ester yang telah dipisahkan dari gliserol dicuci dengan air hangat agar sisa katalis, gliserol dan sabun yang mungkin terbentuk larut bersama air yang ditambahkan. Pencucian dilakukan beberapa kali hingga air cucian netral dan diperoleh metil ester yang murni tanpa pengotor.

Hasil sintesis metil ester dengan variasi konsentrasi katalis CaO (6, 8, dan 10)% b/b dengan bantuan gelombang ultrasonik fraksi 1:15 tertera pada Gambar 4.



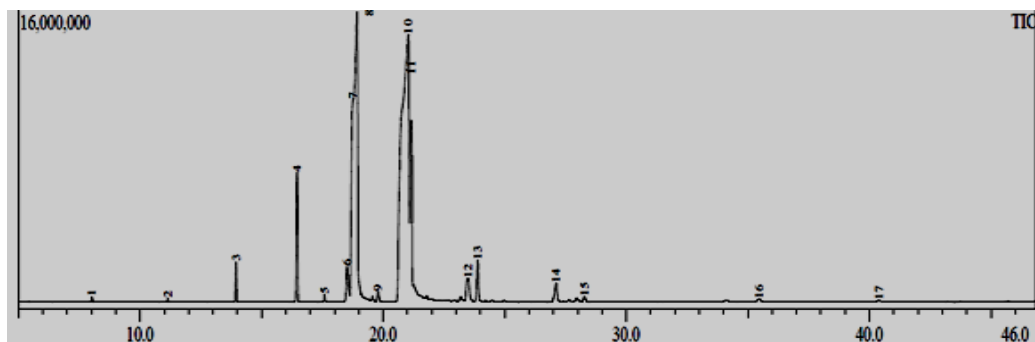
Gambar 4. Hasil Sintesis Metil Ester dengan Variasi Konsentrasi Katalis CaO dan K₂O (6, 8, dan 10) % b/b dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik Fraksi 1:15

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa konsentrasi katalis CaO dan K₂O yang digunakan untuk menghasilkan rendemen optimum adalah 8% b/b dengan rendemen yang dihasilkan sebesar 92,3%. Pada penggunaan konsentrasi katalis 6% b/b jumlah katalis yang digunakan masih kurang untuk menghasilkan rendemen yang optimum, sehingga rendemen yang dihasilkan lebih rendah. Sedangkan, pada penggunaan katalis dengan konsentrasi 10% b/b dapat mengurangi persen

rendemen yang diperoleh karena jumlahnya cukup banyak katalis padat memiliki pori-pori yang akan mengadsorpsi produk hasil sintesis.

3. Identifikasi Komponen Metil Ester dengan Analisis GC-MS

Hasil analisis sampel dengan GC-MS dapat dilihat pada kromatogram metil ester dari minyak sawit yang tertera pada Gambar. 5



Gambar 5 Kromatogram Metil Ester dari Minyak sawit

Metil ester hasil sintesis diidentifikasi menggunakan GC-MS. Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui komposisi senyawa yang diduga sebagai metil ester hasil sintesis. Puncak-puncak dengan kadar yang besar memiliki waktu retensi (t_r) yaitu (16,459; 18,512; 18,930; 21,028; 21,157; dan 23,887) menit. Dari hasil analisis pola fragmentasi GC-MS dan di cocokkan dengan library yang ada maka dapat dinyatakan bahwa hasil sintesis adalah senyawa metil ester, dengan simpulan metil ester hasil seperti tertera pada Tabel 4

Tabel 4 Data Komponen Metil Ester Hasil Analisis GC-MS

No. Puncak	Waktu Retensi, t_R (menit)	Luas Area (%)	Senyawa
3	16,459	6,37	Metil miristat
6	18,512	4,34	Metil palmitoleat
8	18,930	24,62	Metil palmitat
10	21,028	49,44	Metil oleat
11	21,157	10,72	Metil stearat
13	23,887	4,51	Metil arakidat

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa metil ester hasil sintesis terdiri dari senyawa metil miristat, metil palmitoleat, metil palmitat, metil oleat, metil stearat, dan metil arakidat. Komponen metil ester penyusun minyak sawit yang terbesar adalah metil oleat.

4. Karakterisasi metil ester

Karakterisasi hasil sintesis biodiesel dari minyak sawit dengan heterogen katalis pada skala ganda meliputi sifat massa jenis, viskositas, angka setana, titik kabut, indeks bias, dan

angka asam. Secara keseluruhan data karakteristik metil ester dari minyak sawit hasil rafinasi dibandingkan dengan SNI Biodiesel disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Karakter Metil Ester Hasil Sintesis Dibandingkan dengan SNI

No.	Parameter	Metil Ester Hasil Sintesis	SNI
1.	Massa jenis	854	850 – 890
2.	Viskositas	5,5	2,3 – 6,0
3.	Angka setana	51,72	min. 51
4.	Titik kabut	18	maks. 18
5.	Air dan sedimen	0,01	maks. 0,05
6.	Indeks bias	1,447	1,45
7.	Angka asam	0,55	maks. 0,8

Dari Tabel 5 dapat diambil kesimpulan bahwa hampir semua karakter metil ester hasil *trans*-esterifikasi minyak sawit hasil rafinasi masuk rentang SNI yang disyaratkan sehingga metil ester hasil sintesis berpotensi sebagai biodiesel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Sintesis metil ester pada skala ganda menggunakan gelombang ultrasonik kondisi optimum tercapai pada suhu 65°C dan konsentrasi katalis CaO sebesar 8% berat, dengan rendemen sebesar 92%.
2. Metil ester hasil sintesis dari minyak sawit adalah metil miristat 6,37%, metil palmitoleat 4,34%, metil palmitat 24,62%, metil oleat 49,44%, metil stearat 10,72%, dan metil arakidat 4,51%.
3. Sifat fisik dan kimia metil ester hasil sintesis skala ganda adalah massa jenis ($0,854 \pm 0,000$) g/mL, viskositas ($5,501 \pm 0,032$) cSt, bilangan asam ($0,550 \pm 0,000$) mg KOH/g, dan indeks bias $1,447 \pm 0,0000845$. Kadar air 0,01, angka setana 51,72, titik kabut 18. Karakter tersebut telah memenuhi parameter SNI 04-7182-2006 sehingga metil ester tersebut berpotensi sebagai biodiesel.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji efisiensi dalam pemisahan antara sisa katalis dengan produk yang dihasilkan, karena menggunakan sentrifuge kurang efisien.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang implementasi kelebihan dan kelemahan biodiesel hasil sintesis pada mesin diesel.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamu, O.J., Akintola, T.A., Enwerenmadu, C.C. and Andeleke, A.E. 2008. Characterization of Palmkernel Oil Biodiesel Produced Through NaOH-Catalysed Transesterification Process, **Scientific and Research Academic Journal**, Vol. 3 (7), pp. 308-311
- Alamu, O.J., Waheed, M.A. and Jekayinfa, S.O. 2007. Alkali-Catalysed Production and Testing of Biodiesel from Nigerian Palm Kernel Oil, Agricultural Engineering International, **The CIGR Ejournal**, (Vol.IX) No. EE 07 009:357-340
- Alamu, O.J. 2007. Development and Evaluation of Palm Kernel Oil Biodiesel Fuel, **The Pacific of Science and Technology**, Vol. 8 Number 2 November 2007. pp. 212-220
- Amore, A., Bashiardese, G., Bazureau, J.P. and Bonson, T., Edited by Loupy, A. 2006. Microwave in Organic Chemistry Second Edition, Wiley VCN Verly GmbH. ISBN: 3-3527-4520
- Grepén, J. Van, B. Shanks, and R. Prushko, Biodiesel Production Technology, National Renewable Energy Laboratory (NREL), Colorado, 2004
- Hans, M.J., Mcaloon, A.J., Yee, W.C., Foglia, T.A. 2008, A process model estimate biodiesel production cost. Bioresource Technology, 97:671-678
- Heyda, C., Om Tapanes, A., Donato. Ananda, G., Mesquita, J.W., 2008. Transesterifikasi of jatropha curcas oil gliseride, 485alternative and 485alternative studies of biodiesel reaction fuel and energi, Abstracts. January 14, 2008.
- Hielscher, 2006, Transterifikasi dengan ultrasonic, Ultrasound Technology Jatropha Handbook. Fact Foundation.
- Knothe and Stanley. 2005. dalam Alamu (2007) Development and evaluation of palm oil biodiesel fuel, **The pacific Journal of Science and Technology** Vol. 8 Number 2: p. 199-205
- Margaroni, 1998, Knothe and astanley, 2005 dalam O.J. Alamu, Development and evaluation of palm oil biodiesel fuel, The pacific Journal of science and technology, Volume 8 Number 2. November 2007)
- Mursanti. 2007. Proses produksi dan substitusi biodiesel dalam mensubstitusi solar untuk mengurangi ketrgantungan terhadap solar, Pararel session International Seminar: Natural Resource & Enviroment 13 December 2007. Wisma Makara Universitas Indonesia
- Noureddini, Hossein, Harky, D., Medikonduru, V. 1998, A Continuous process for conversion of 485lternati oil into methyl esters of fatty oil acids, JAOCS vol 75 no 12
- Peng, Y.B., Maniam, G.P., and Hamid, S.A. 2009. Biodiesel from adsorbed waste oil on spent bleaching clay using CaO as heterogen catalyst, **European Jpournal of Science Research**, ISSN 1450-216X Vol 33 No.2: pp.347-357
- Raman, V., Abbas, A., Joshi, S.C. 2006. Mapping local cavitation event in highh intensity ultrasound field, **Proceding the Combol Conference Bangalor, March 2006**, Indiana
- Santoso, A. dan Subandi. 2009. Penentuan Fraksi Optimum KOH Pada Sintesis Biodiesel Dari Minyak Sawit (Crude Palm Oil) Dengan Gelombang Ultrasonik Laporan DIPA UM tahun 2009. tidak dipublikasikan
- Santoso¹, A. 2009. Kajian produk agroindustri yang potensial dan feasibel untuk dikembangkan sebagai bahan baku biodiesel di indonesia, **Proceding Seminar Nasional Basic Science MIPA UB**. Malang. n.p.
- Santoso², A. 2009. Pemanfaatan teknologi gelombang ultrasonik untuk meningkatkan

- efisiensi sintesis biodiesel sebagai energi terbarukan , **Proced. Seminar Nasional Basic Science MIPA UB**. Malang. n.p.
- Susilo, B. 2008. Kajian kinetik pembuatan biodiesel dari minyak sawit dengan gelombang ultrasonik, Disertasi PPS UB 2008. tidak dipublikasikan,
- Yang, Z. T., Wang, L.Y. and Yang, J. 2007. Transesterification of Jatropha curcas oil catalyzed by micro NaOH, **European Journal of Lipids Science and Technology**, Vol. 109 (6): p. 585-590
- Santoso⁶, A. 2010. Rafinasi minyak sawit (CPO) dengan clay teraktivasi sebagai alternatif bahan baku biodiesel, **Proc. Seminar Nasional Basic Science MIPAUB**, Malang. n.p.
- Sharma, Y.C. and Sing, B. 2008, Development of biodiesel from Karanja atree found in rural India, Fuel , Issue 8-9. July 2008. P. 1740-17842
- Sweta, S., Sharma, S., and Gupta, N,N, 2004, Biodiesel preparation by catalyzed transestrification of jatropha curcas oil, Energi Fuel,American Chemical Society 18 (1) June 2004, p 154-159
- Zhu, H., Wu, Z.B., Chen, Yuan X., and Mau, Zyong ziang, 2006, Preparation of biodiesel catalysed by solid super based of calcium oxide and its refining process, Research paper Material science and Chmical engineering China University, Wuhan, Available 29 June 2006
- Wu Peng, P., Yang, Y., Colusi, J. and Grulke, E. 2007. Effect ultrasonofication on droplet size in biodiesel mixture, **Journal Of America Oil Chemist Society**, Vol. 84 (9): p. 877-884
- Wu, Peng; Yang, Y., Colucci, J., Grulke, E.. 2007. Effect of Ultrasonikation on Droplet Size in Biodiesel Mixtures, **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Vol. 84, Number 9: pp., 877-884(8)

Studi Pewarna Keramik Berbasis Oksida Logam $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan atau tanpa kalsinasi

Sumari dan ZeniChumidawati
Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia

Corresponding author's email: sumari.fmipa@um.ac.id

Abstrak: Pewarnaan pada keramik dapat memberikan nilai tambah terhadap suatu produk keramik. Pewarna keramik umumnya diperoleh dari impor sehingga mahal. Oleh karena itu perlu dicari alternatif dengan cara melakukan sintesis sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan sintesis pewarna keramik dari campuran oksida $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan atau tanpa kalsinasi dan menguji hasil aplikasinya pada pewarnaan keramik. Campuran oksida $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan beberapa variasi massa oksida dan glasir diaplikasikan pada pewarnaan keramik. Hasil penelitian menunjukkan pewarna oksida $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ hasil sintesis memberikan pewarna keramik coklat muda hingga coklat tua. Sintesis pewarna dengan perlakuan kalsinasi sebelum diaplikasikan memberikan warna yang tidak sama dengan warna setelah diaplikasikan pada keramik, sedangkan sintesis pewarna tanpa kalsinasi sebelum diaplikasikan memberikan warna yang sama dengan setelah diaplikasikan pada keramik. Semakin besar kadar glasir pada pewarnaan keramik semakin mengkilap keramik yang dihasilkan tetapi intensitas warna makin berkurang.

Kata kunci: glasir, pewarna keramik, kalsinasi, MnO_2 , Fe_2O_3

Abstract: Staining on ceramics can increase the value of ceramics. Ceramic dyes are generally imported, so the price is expensive. It is therefore necessary to find alternative ways of doing their own synthesis. This study aimed to carry out the synthesis of the ceramics dye based on the mixture of $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ with or without calcination and test the product in application on ceramic coloration. The mixture of $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ with some variation of the mass and glazes was applied to the ceramic dyeing. The results showed that the dyes of $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ provided a ceramic dye of light brown to dark brown. Dyes by the calcination treatment before it was applied giving not the same color as applied to the ceramic, while the dye without calcination before it was applied giving the same color as applied to the ceramic. The higher concentration of colorants ceramic glazes on ceramic produces glossier product but the color intensity diminishing.

Keywords: ceramics dye, calcination, glaze, MnO_2 , Fe_2O_3

PENDAHULUAN

Di Indonesia terdapat beberapa daerah sentra industri keramik. Sebagian besar pabrik-pabrik keramik tersebut memproduksi perabot rumah dan barang-barang seni. Keramik memiliki kualitas yang tinggi apabila menghasilkan efek dekoratif yaitu suatu desain bentuk *body* keramik dan pewarnaan keramik yang tinggi (Oxtoby, 2003). Efek dekoratif berdampak kualitas keramik sehingga dapat menarik minat konsumen terhadap kebutuhan keramik. Pewarnaan merupakan bagian yang sangat penting bagi penampilan fisik keramik, karena warna terletak pada bagian yang paling luar dari keramik atau bagian yang terlihat oleh mata pada pemakaian keramik. Namun kebanyakan bahan pewarna keramik merupakan barang jadi yang masih diimpor dan harganya mahal. Beberapa bahan pewarna komersial atau pewarna impor yang biasa digunakan para pengrajin misalnya *Peacock Blue* Cp 256, *Peacock Green* Cp 255, dan *Lilac* Cp 152 (*Glaze Stain*

List, 2007). Oleh karena itu perlu dicari alternative sintesis pewarna yang murah, mudah diperoleh, dan berkualitas baik.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa oksida logam dapat digunakan sebagai pewarna keramik. Campuran oksida logam Cr_2O_3 - Al_2O_3 menghasilkan warna hijau muda sampai hijau tua (Akbar dkk, 2005), campuran oksida logam MnO_2 - Al_2O_3 menghasilkan warna coklat kemerahan (Arifin dan Sugiyanti, 2006), campuran oksida logam MnO_2 - Al_2O_3 menghasilkan warna biru muda sampai biru tua (Kholiq dkk, 2007), dan oksida logam Fe_2O_3 - MgO menghasilkan warna coklat tua hingga coklat muda (Sumari dkk, 2009). Oleh karena itu, perlu dilakukan studi yang pewarna keramik lain berbasis oksida logam.

Penelitian ini ingin mengkaji sintesis bahan pewarna keramik dari campuran oksida logam MnO_2 - Fe_2O_3 dimana kedua oksida tersebut merupakan oksida unsur transisi. Unsur transisi Mangan dan Besi merupakan dua unsur transisi yang memiliki elektron subkulit "d" yang tak berpasangan, sehingga dimungkinkan memberikan variasi warna yang lebih banyak. Pewarna keramik tersebut kemudian diaplikasikan pada massa body keramik kemudiandikarakterisasi jenis dan kualitas warnanya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah body keramik komersial, oksida logam MnO_2 dan Fe_2O_3 , glasir transparan komersial, akuades.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, cawan porselen, mortar, pastle, spatula, krusibel keramik mentah, batang pengaduk, pipet tetes, selaput oles, neraca analitik merk AND HF-300 dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,001 gram, tungku pembakaran dengan temperatur 1200°C.

Prosedur

Bahan pewarna keramik yang berupa campuran Oksida MnO_2 - Fe_2O_3 dengan perbandingan tertentu digerus hingga homogen. Campuran ini dibagi dua dimana yang satu bagian dikalsinasi dalam tungku pembakaran pada suhu 1200°C selama 24 jam. Kemudian sebanyak 1 gram campuran oksida baik dengan atau tanpa kalsinasi dicampur dengan glasir transparan sebanyak 7 atau 10 gram hingga homogen. Campuran pewarna dan glasir diaplikasikan pada *body* keramik. Proses aplikasi dilakukan dengan menggunakan metode *inglaze*. Keramik yang telah dilapisi dengan pewarna dan glasir dikalsinasi pada suhu 1200 °C selama 24 jam.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pewarna Keramik dari Campuran Oksida $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ melalui Kalsinasi Oksidanya

Sintesis pewarna keramik melalui kalsinasi bahan pewarna dari campuran dua oksida yang akan digunakan dilakukan pada temperatur 1200 °C . Warna kedua bahan tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.1. Kedua oksida dicampur dengan perbandingan tertentu kemudian dikalsinasi dan serbuk hasil kalsinasi ditunjukkan pada Gambar. 1.2.



Gambar 1.1 Serbuk awal MnO_2 - warna abu-abu (a) dan Fe_2O_3 - warna coklat kemerahan (b)

Tabel 1: Hasil pengamatan komposisi campuran oksida $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ warna sebelum dikalsinasi, sesudah dikalsinasi dan hasil aplikasi pada keramik

Perbandingan Berat MnO_2 dan Fe_2O_3 (g)	Berat Campuran MnO_2 dan Fe_2O_3 yang Diaplikasikan (g)	Berat Glasir transparan (g)	Warna Serbuk Pewarna Sebelum Dikalsinasi	Warna Serbuk Pewarna Setelah Dikalsinasi	Warna Keramik Hasil Aplikasi
9:1	1	11	Abu-abu	Abu-abu	Cokelat tua (3)
9:1	1	15	Abu-abu	Abu-abu	Cokelat muda
7:3	1	11	Abu-abu	Abu-abu	Cokelat tua (4)
7:3	1	15	Abu-abu	Abu-abu	Cokelat muda
5:5	1	11	Abu-abu	Abu-abu	Cokelat tua (5)
5:5	1	15	Abu-abu kemerahan	Abu-abu	Cokelat tua (1)
3:7	1	11	Abu-abu kemerahan	Abu-abu	Cokelat tua (6)
3:7	1	15	Abu-abu kemerahan	Abu-abu	Cokelat muda
1:9	1	11	Cokelat kemerahan	Abu-abu	Cokelat tua (7)
1:9	1	15	Cokelat kemerahan	Abu-abu	Cokelat tua (2)

Keterangan : Angka didalam kurung kurawal menunjukkan intensitas warna, dimana semakin besar nilainya, intensitas warna semakin kuat.

Hasil sintesis pewarna oksida logam $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ melalui kalsinasi serta hasil aplikasinya pada *body* keramik

Hasil sintesis oksida MnO_2 dan Fe_2O_3 dengan berbagai perbandingan campuran oksida dan variasi glasir menghasilkan pewarna keramik yang berwarna coklat muda hingga coklat tua. Pewarna hasil kalsinasi dari campuran dua oksida tersebut pada berbagai perbandingan, semua dapat diaplikasikan pada *body* keramik. Hasil pewarna yang telah berhasil disintesis dan hasil aplikasinya pada massa *body* keramik ditunjukkan pada Gambar 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5.



Gambar 3.1. (a) Serbuk Pewarna Hasil Kalsinasi Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 9:1, (b) Hasil Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 11 g Glasir transparan, (c) Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 15 g Glasir transparan



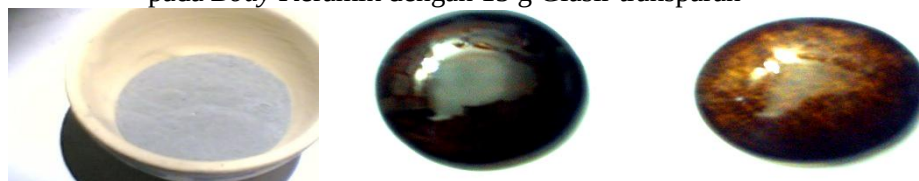
Gambar 3.2. (a) Serbuk Pewarna Hasil Kalsinasi Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 7:3, (b) Hasil Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 11 g Glasir transparan, (c) Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 15 g Glasir transparan.



Gambar 3.3 (a) Serbuk Pewarna Hasil Kalsinasi Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 5:5, (b) Hasil Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 11 g Glasir transparan, (c) Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 15 g Glasir transparan



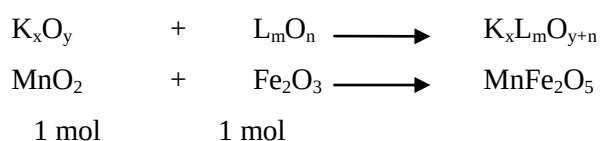
Gambar 3.4 (a) Serbuk Pewarna Hasil Kalsinasi Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 3:7, (b) Hasil Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 11 g Glasir transparan, (c) Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 15 g Glasir transparan



Gambar 3. (a) Serbuk Pewarna Hasil Kalsinasi Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 1:9, (b) Hasil Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 11 g Glasir transparan, (c) Aplikasi pada *Body* Keramik dengan 15 g Glasir transparan

Kualitas hasil pewarnaan dengan menggunakan pewarna sintesis hasil kalsinasi campuran oksida MnO_2 dan Fe_2O_3 dari semua perbandingan dengan jumlah cairan glasir transparan sebanyak 11 gram diperoleh warna cokelat tua dan permukaan keramik halus. Warna cokelat tua pada bahan dapat terjadi karena atom pada bahan menyerap warna menjauhi indigo dan mendekati warna spektra biru dengan energi yang diabsorpsi bersesuaian dengan panjang gelombang sinar yaitu antara 430-470 nm. Timbulnya warna disebabkan karena didalam campuran terdapat ion Mn^{4+} dan

Fe^{3+} , dimana keduanya secara berurutan memiliki orbital d^3 dan d^5 yang merupakan orbital yang belum terisi penuh elektron sehingga dapat menghasilkan warna cokelat tua. Berdasarkan teori (Norton, 1953:197), warna yang dihasilkan dari campuran MnO_2 dengan Fe_2O_3 akan menghasilkan pewarna abu-abu gelap. Perbedaan warna yang dihasilkan dari teori dengan hasil penelitian diasumsikan karena pengaruh aspek ketidaksempurnaan pembentukan oksida *spinel* karena efek suhu kalsinasi yang diasumsikan terlalu besar. Proses pembentukan oksida *spinel* MnFe_2O_5 dapat terjadi dengan sempurna apabila masing-masing oksida yang digunakan sebanyak 1 mol. Reaksi pembentukannya disesuaikan dengan rumusan pembentukan *spinel* untuk reaksi antar oksida, yaitu sebagai berikut:



Keramik hasil pewarnaan dari campuran oksida MnO_2 - Fe_2O_3 pada perbandingan 9:1, 7:3, dan 3:7 dengan jumlah cairan glasir transparan yang digunakan sebanyak 15 gram diperoleh keramik dengan warna cokelat muda dan halus. Warna tersebut dapat terjadi akibat adanya transisi elektronik, yaitu transisi elektron dari satu tingkat energi ke tingkat energi yang lebih tinggi dimana energi yang diabsorpsi untuk terjadinya transisi, yang merupakan perbedaan antara dua tingkat energi tersebut, bersesuaian dengan panjang gelombang sinar yang terdapat pada spektrum sinar tampak. Timbulnya warna cokelat muda pada bahan dapat terjadi karena atom pada bahan menyerap warna menjauhi biru dan mendekati warna spektra indigo dengan energi yang diabsorpsi bersesuaian dengan panjang gelombang sinar yaitu antara 430-470 nm.

Dari hasil penelitian, semakin banyak jumlah glasir yang digunakan, permukaan dari keramik semakin halus, warna lebih cerah dan lebih mengkilap serta permukaan rata. Selain itu dengan penambahan jumlah glasir, berat dari campuran oksida yang diaplikasikan lebih sedikit sehingga lebih menghemat pengeluaran dari oksida logam yang digunakan. Dengan penggunaan glasir transparan sebanyak 7 gram, berat campuran oksida yang diaplikasikan sebanyak 0,375 gram. Sedangkan penggunaan glasir transparan sebanyak 10 gram, berat campuran oksida yang diaplikasikan sebanyak 0,273 gram.

Warna yang dihasilkan pada aplikasi keramik dari gambar 3.1 – 3.5, menunjukkan perbedaan perbandingan komposisi oksida logam yang digunakan. Dari atas ke bawah menunjukkan bahwa pada campuran dengan jumlah oksida MnO_2 yang dominan (perbandingan $\text{MnO}_2 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 9:1$) menghasilkan warna cokelat tua dan halus. Dengan penambahan oksida Fe_2O_3 yang semakin banyak, warna semakin menarik bergeser ke arah warna cokelat semakin tua dan halus. Hal ini menunjukkan bahwa oksida Fe_2O_3 merupakan oksida yang lebih kuat dibandingkan oksida MnO_2 .

Warna yang diperoleh untuk tiap perbandingan komposisi oksida memberikan warna yang sama

yakni hitam. Reaksi oksida yang terjadi ditunjukkan oleh persamaan: $K_xO_y + L_mO_n \rightarrow K_xL_mO_{y+n}$ (Ismunandar, 2006). Dengan cara yang sama, reaksi antara oksida MnO_2 dan Fe_2O_3 pada proses kalsinasi adalah $MnO_2 + Fe_2O_3 \rightarrow MnFe_2O_5$. Semua pewarna hasil kalsinasi dari campuran dua oksida tersebut pada berbagai perbandingan dapat diaplikasikan. Hasil pengamatan pada variasi perbandingan campuran oksida kalsinasi dan aplikasi pada massa body keramik dapat dilihat pada Tabel 1.

Sintesis Pewarna Keramik dari Campuran Oksida MnO_2 - Fe_2O_3 melalui Metode Nonkalsinasi dan Hasil Aplikasinya Pada Body Keramik

Pada metode nonkalsinasi ini, bahan-bahan oksida yang digunakan yaitu MnO_2 dan Fe_2O_3 dicampur sehingga diperoleh campuran oksida dengan warna-warna yang tergantung dari komposisi masing-masing oksida didalam campurannya. Campuran oksida yang diperoleh selanjutnya dicampur dengan cairan glasir transparan dengan variasi komposisi sebanyak 11 dan 15 gram cairan glasir. Masing-masing pewarna keramik yang dihasilkan dengan penggunaan perbedaan komposisi oksida dan jumlah glasir yang digunakan diperoleh pewarna keramik yang bervariasi dari coklat muda hingga coklat tua. Pewarna-pewarna yang dihasilkan memiliki efek dekoratif, dimana selain warna yang dihasilkan menarik, daya jual untuk pewarna keramik jenis ini juga relatif besar karena efek warna yang dihasilkan bersifat *nature* dan berdaya seni tinggi khususnya apabila diaplikasikan untuk keramik hiasan atau souvenir. Hasil pengamatan dari tahapan sintesis untuk perbandingan campuran oksida yang lain selebihnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil pengamatan dari komposisi campuran oksida MnO_2 - Fe_2O_3 melalui metode nonkalsinasi dan hasil aplikasinya pada body keramik.

Perbandingan Berat MnO_2 dan Fe_2O_3 (g)	Berat Campuran MnO_2 dan Fe_2O_3 yang Diaplikasikan (g)	Berat Glasir Transparan (g)	Warna campuran oksida	Warna Keramik Hasil Aplikasi
9:1	1	11	Abu-abu	Cokelat muda
9:1	1	15	Abu-abu	Cokelat muda
7:3	1	11	Abu-abu sedikit kemerahan	Cokelat tua (3)
7:3	1	15	Abu-abu sedikit kemerahan	Cokelat muda
5:5	1	11	Abu-abu kemerahan	Cokelat tua (4)
5:5	1	15	Abu-abu kemerahan	Cokelat muda
3:7	1	11	Cokelat kemerahan	Cokelat tua (5)
3:7	1	15	Cokelat kemerahan	Cokelat tua (1)

1:9	1	11	Cokelat kemerahan	Cokelat tua (6)
1:9	1	15	Cokelat kemerahan	Cokelat tua (2)

Keterangan : Angka didalam kurung kurawal pada warna keramik menunjukkan intensitas warna, dimana semakin besar nilainya, intensitas warna semakin kuat.

Pewarna hasil kalsinasi dari campuran dua oksida tersebut pada berbagai perbandingan, semua dapat diaplikasikan pada *body* keramik. Hasil pewarna yang telah berhasil disintesis dan hasil aplikasinya pada massa *body* keramik ditunjukkan pada gambar 4.1 - 4.5.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.1 (a) Serbuk Pewarna dari Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 9:1, Hasil Aplikasi pada *Body* keramik dengan (b) 11 gram glasir transparan, (c) 15 gram glasir transparan



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.2 (a) Serbuk Pewarna dari Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 7:3, Hasil Aplikasi pada *Body* keramik dengan (b) 11 gram glasir transparan, (c) 15 gram glasir transparan



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.3 (a) Serbuk Pewarna dari Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 5:5, Hasil Aplikasi pada *Body* keramik dengan (b) 11 gram glasir transparan, (c) 15 gram glasir transparan



(a)

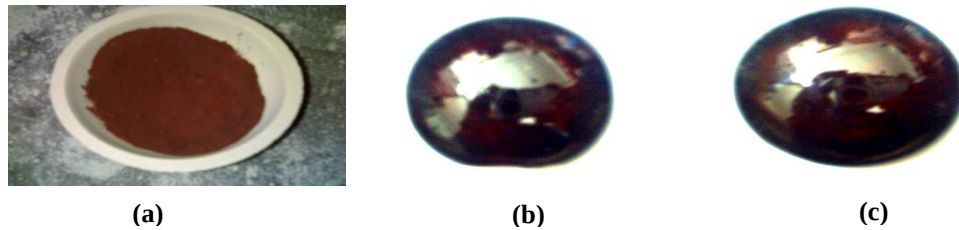


(b)



(c)

Gambar 4.4 (a) Serbuk Pewarna dari Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 3:7, Hasil Aplikasi pada *Body* keramik dengan (b) 11 gram glasir transparan, (c) 15 gram glasir transparan



Gambar 4.5 (a) Serbuk Pewarna dari Campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ dengan Perbandingan 1:9, Hasil Aplikasi pada *Body* keramik dengan (b) 11 gram glasir transparan, (c) 15 gram glasir transparan

Berdasarkan Tabel 2 dan gambar 4.1 – 4.5 diatas, warna coklat muda pada bahan dapat terjadi karena atom pada bahan menyerap warna menjauhi biru dan mendekati warna spektra indigo, sedangkan warna coklat tua pada bahan dapat terjadi karena atom pada bahan menyerap warna menjauhi indigo dan mendekati warna spektra biru. Kedua warna tersebut menyerap energi yang bersesuaian dengan panjang gelombang sinar pada spektra sinar tampak yaitu antara 430-470 nm. Timbulnya warna disebabkan karena didalam campuran terdapat ion Mn^{4+} dan Fe^{3+} , dimana keduanya secara berurutan memiliki orbital d^3 dan d^5 yang merupakan orbital yang belum terisi penuh elektron sehingga melalui proses kalsinasi dapat menghasilkan warna pada campuran oksida.

Hasil pewarnaan dengan menggunakan bahan pewarna oksida MnO_2 dan Fe_2O_3 dengan variasi jumlah cairan glasir transparan sebanyak 11 dan 15 gram diperoleh warna coklat muda hingga coklat tua dan permukaannya lebih mengkilap jika dibandingkan dengan hasil pewarnaan dari campuran $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ yang dihasilkan dari metode *spinel*. Efek mengkilap dari keramik diasumsikan berasal dari batu api (*flint*), *frit*, batu bintang (CaCO_3) yang diindikasikan terdapat glasir transparan sehingga dapat memberikan efek lebih jelas, cemerlang.

Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak jumlah glasir yang digunakan, permukaan dari keramik semakin halus, warna lebih cerah lebih dan mengkilap serta permukaan rata. Selain itu dengan penambahan jumlah glasir, berat dari campuran oksida yang diaplikasikan lebih sedikit sehingga lebih menghemat pengeluaran dari oksida logam yang digunakan. Dengan penggunaan glasir transparan sebanyak 7 gram, berat campuran oksida yang diaplikasikan sebanyak 0,375 gram. Sedangkan penggunaan glasir transparan sebanyak 10 gram, berat campuran oksida yang diaplikasikan sebanyak 0,273 gram.

Hasil campuran glasir transparan dengan pewarna campuran oksida pada berbagai perbandingan oksida maupun jumlah glasir dapat menghasilkan warna. Warna yang dihasilkan pada aplikasi keramik pada gambar 4.30b sampai gambar 4.34c menunjukkan bahwa pada campuran dengan jumlah oksida MnO_2 yang dominan (perbandingan $\text{MnO}_2 : \text{Fe}_2\text{O}_3 = 9:1$) menghasilkan warna coklat yang semakin muda. Dengan penambahan oksida Fe_2O_3 yang semakin banyak dan semakin dominan, warna bergeser ke arah warna coklat semakin tua karena efek timbulnya warna didominasi oleh oksida Fe_2O_3 yang kuantitasnya lebih banyak dibanding oksida MnO_2 .

Hasil sintesis pewarna oksida MnO_2 dan oksida Fe_2O_3 baik melalui metode kalsinasi maupun nonkalsinasi dengan perbandingan 9:1, 7:3, 5:5, 3:7 dan 1:9 dengan jumlah cairan glasir transparan sebanyak 11 dan 15 gram diperoleh kriteria warna hasil sintesis sebagai berikut: (1) warna menarik, artinya pewarna hasil sintesis yang diaplikasikan pada *body* keramik halus dan mengkilat. (2) Temperatur pembakaran sebesar 1200°C , lebih kecil dibandingkan dengan suhu yang digunakan pada pewarna keramik komersial yaitu 1300°C (3) bahan untuk pewarna keramik mudah didapat atau mudah ditemui di pasaran, dan (4) harga dari bahan pewarna keramik lebih murah bila dibandingkan dengan pewarna komersial yang harganya mahal.

Warna yang dihasilkan dari sintesis pewarna keramik ini merupakan warna dasar abu-abu, merah, dan warna gabungan abu-abu dan merah. Hal ini karena kedua unsur logam dalam oksida tersebut oksida logam yang berwarna abu-abu dan merah. Oleh karena itu, studi berikutnya yang perlu dilakukan adalah menemukan warna lain pewarna keramik berbasis oksida logam lain yang banyak terdapat di pasaran dan harganya relatif murah dibandingkan pewarna impor. Selain itu perlu dilakukan uji karakterisasi lain yang lebih dalam, misalnya menggunakan XRD atau SEM atau peralatan lain, untuk mengetahui apakah yang terjadi pada campuran oksida sebelum kalsinasi, sesudah kalsinasi, dan setelah penambahan glasir. Dengan demikian pada studi berikutnya bisa dilakukan sintesis pewarna keramik berbasis oksida logam dengan lebih terarah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pewarna hasil sintesis pewarna keramik melalui kalsinasi campuran oksida $\text{MnO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ terlebih dahulu memberikan hasil pewarnaan keramik warna coklat kemerahan, coklat muda hingga coklat tua, halus, dan mengkilap.
2. Warna campuran pewarna oksida terkalsinasi memberikan warna yang tidak sama ketika sebelum dan setelah diaplikasikan pada keramik, sedangkan pewarna campuran oksida nonkalsinasi terlebih dahulu memberikan warna yang sama ketika pewarna sebelum dan setelah diaplikasikan pada keramik. Dengan demikian, pewarnaan keramik tanpa kalsinasi campuran oksidanya terlebih dahulu memberikan hasil yang lebih efisien.
3. Semakin besar kadar glasir semakin mengkilap keramik yang dihasilkan tetapi intensitas warna berkurang.
4. Glasir dapat memberikan dampak perbedaan warna yang menonjol pada pewarna oksida yang disintesis melalui kalsinasi dan nonkalsinasi campuran oksidanya sebelum diaplikasikan pada pewarnaan keramik.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, A.B., 2005, *Studi Pewarnaan Keramik dengan Pewarna Buatan Berbasis Oksida Al_2O_3 dan Cr_2O_3 sebagai Pengganti Bahan Pewarna Keramik Impor Serta Aplikasinya pada Keramik*

- Tegel*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA UM
- Arifin, Z. & Sugiyanti, D. 2006. *Sintesis Bahan Pewarna Keramik sebagai Tahap Awal Penyediaan Bahan Pewarna Keramik Pengganti Import*. Laporan Akhir PKMP. Malang: FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Austin, G.T., 1984, *Shreve's Chemical Process industries Fifth Edition*. New York:Mc Graw Hill
- Azizah, L., 2005,*Pengaruh Suhu Sintering terhadap Sifat Listrik Bahan Keramik PbTiO₃*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA UM
- Ismunandar, 2006,*Padatan Oksida Logam, Struktur, Sintesis dan Sifat-sifatnya*. Bandung: Institut Teknologi Bandung
- Kholiq, A., 2007,*Sintesis Bahan Pewarna Keramik Berbasis Oksida Logam MnO₂ dan Al₂O₃ menggunakan Metode Spinel*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Norton, F. H. 1953,*Elements of Ceramics*. Massachusetts:Addision-Wesley Publishing Company, Inc.
- Oxtoby, D. W. G, H.P. Nachtrieb, H.N., 2003,*Prinsip-Prinsip Kimia Modern. Edisi ke-empat. Jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Rahayu, N. D., 2003,*Sintesa Bahan Keramik Ferroelektrik Bi₄Ti₃O₁₂ dengan Variasi Suhu Sintering dan Pengaruhnya terhadap Sifat Kelistrikan*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Sumari, Dasna, I.W., Chumidawati, 2009,*Sintesis Bahan Pewarna dari Campuran Oksida MgO-Fe₂O₃ dan Aplikasinya pada Pewarnaan Keramik*. Prosiding Seminar Nasional BSS VI, UB Malang.

Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Beberapa Jenis Sayuran yang ditanam di Daerah Padat Lalu Lintas

Safi'isrofiyah^a, Tri Yunita Maharani^b, Dyah Wijayanti^c Dr. Sumari, M.Si^d

^a SMA NU 1 Model Lamongan

^b SMK Wiyata Husada Batu

^c SMKN 1 Bakung

^d FMIPA Universitas Negeri Malang

E-mail: triyunita_maharani@yahoo.com

ABSTRAK: Sayur merupakan makanan yang mengandung banyak vitamin dan mineral yang berguna bagi tubuh manusia sehingga banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Oleh karena itu, higienitas dan keamanan sayur yang dikonsumsi merupakan faktor penting agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan bagi konsumen sayur. Namun, terdapat beberapa jenis sayur yang kurang terjamin keamanannya karena ditanam di daerah padat lalu lintas sehingga diduga terkontaminasi dengan logam berat salah satunya adalah logam timbal. Timbal (Pb) merupakan logam berat yang bersifat toksik dan dapat merusak sistem pernafasan, sistem syaraf pusat, dan komposisi darah manusia. Oleh karena itu kontaminasi dari logam timbal pada sayuran merupakan permasalahan yang sangat penting untuk diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar timbal pada beberapa jenis sayuran yang ditanam di daerah padat lalu lintas menggunakan metode AAS, serta membandingkan kadar Pb yang terakumulasi pada beberapa jenis sayuran. Pengambilan sampel sayuran dilakukan di pinggir jalan daerah Cangar-Batu dan Jl. Benowo-Surabaya. Hasil penentuan kadar timbal (Pb) dalam sayuran diukur dengan menggunakan metode AAS dan dianalisa secara eksperimen. Teknik destruksi yang digunakan adalah destruksi basah dengan menggunakan asam nitrat pekat serta dipanaskan pada suhu 65°C. Pada penentuan kadar timbal (Pb) secara AAS, sampel diukur pada λ 217 nm dan diintegrasikan ke dalam persamaan kurva kalibrasi larutan standar yaitu, $y = 0,007x - 9.10^{-5}$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada beberapa jenis sayuran yang ditanam di daerah Cangar-Batu mengandung logam timbal (Pb) pada sayur sawi putih sebesar 0,0766 ppm, daun bawang sebesar 0,078 ppm, dan sayur kol sebesar 0,0738 ppm, sedangkan sayuran yang ditanam di daerah Jl. Benowo-Surabaya mengandung logam timbal pada sayur sawi putih sebesar 0,0853 ppm, daun bawang sebesar 0,0836 ppm, dan sayur kol sebesar 0,0928 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel sayuran mengandung Pb yang tidak melebihi batas maksimum standar nasional (SNI 7387:2009) adalah 0,5 ppm. Selain itu, kadar timbal pada sayuran yang di daerah Benowo-Surabaya lebih tinggi dibandingkan dengan sayuran yang ditanam di daerah Cangar-Batu.

Kata kunci: Logam timbal (Pb), pencemaran sayuran, dan Spektrometri AAS

ABSTRACT: Vegetables are foods that contain a lot of vitamins and minerals which are beneficial to the human body so it is consumed by many people. Therefore, hygiene and safety of vegetables consumed are important factors so it do not cause health problems for consumers. However, there are several types of vegetables are less secured because it is grown in dense traffic areas so suspected to be contaminated with heavy metals one of which is a metallic lead. Lead (Pb) is a heavy metal that is toxic and can damage the respiratory system, central nervous system, and the composition of human blood. Therefore, contamination of metallic lead on the vegetables are a very important issue to be investigated. This study aims to analyze the lead content in some types of vegetables grown in dense traffic areas using AAS method, and compare the levels of Pb accumulated in several kinds of vegetables. Sampling was carried out at the roadside vegetable Cangar-Stone area and Jl. Benowo-Surabaya. Results of the determination of the levels of lead (Pb) in vegetable measured using AAS method and analyzed experimentally. Destruction techniques used are wet digestion using concentrated nitric acid and heated at a temperature of 65

° C. In the determination of the levels of lead (Pb) in AAS, the sample was measured at λ 217 nm and integrated into the standard solution calibration curve equation, namely, $y = 0,007x - 9.10 \cdot 10^{-5}$. The results showed that in some types of vegetables grown in the area Cangar-Batu metal containing lead (Pb) in vegetable chicory amounted to 0.0766 ppm, 0.078 ppm for leeks, cabbage and vegetables amounted to 0.0738 ppm, while vegetables grown in the area of Jl. Benowo-Surabaya-containing metallic lead in vegetable chicory amounted to 0.0853 ppm, 0.0836 ppm for leeks, cabbage and vegetables amounted to 0.0928 ppm. The results showed that the samples of vegetables containing Pb which does not exceed the maximum limit of the national standard (SNI 7387:2009) is 0.5 ppm. In addition, levels of lead in vegetables in the area Benowo-Surabaya is higher than the vegetables grown in the area Cangar-Batu.

Keywords: Metal lead (Pb), contamination of vegetables and IR Spectrometer

PENDAHULUAN

Manusia bukan hanya menderita sakit karena menghirup udara yang tercemar, tetapi juga akibat mengonsumsi makanan yang tercemar logam berat. Sayuran merupakan makanan sehari-hari yang dikonsumsi oleh manusia karena kaya akan kandungan vitamin dan mineral. Namun sayur juga merupakan makanan yang bisa membahayakan manusia apabila tercemar dengan logam berat seperti timbal (Pb). Sayuran yang telah tercemar logam berat apabila dikonsumsi masyarakat akan memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Keberadaan logam berat dalam jumlah renik dapat diakumulasi secara biologis oleh jaringan tanaman, hewan, maupun manusia, kemudian melalui proses biotransformasi terjadi perpindahan dan peningkatan kadar logam berat pada tingkat pemangsaan (*trophic level*) yang lebih tinggi (Rina & Wardani, 2005). Tanaman sayur mengandung Pb yang cukup tinggi bila ditanam di dekat jalan raya yang padat lalu lintas. Hal ini disebabkan karena adanya kontaminasi debu dan asap kendaraan dari bahan bakar yang mengandung Pb.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang mendapat perhatian karena bersifat toksik yang dapat merusak sistem pernafasan, sistem syaraf pusat, dan komposisi darah manusia. Timbal dapat masuk dalam tubuh melalui udara, air, dan tanah, yang selanjutnya akan masuk ke dalam metabolisme melalui sistem transport. Menurut Badan SNI (7387:2009) timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan dan makanan. Konsumsi timbal dalam jumlah banyak secara langsung menyebabkan kerusakan jaringan, termasuk kerusakan jaringan mukosal. Sistem yang paling sensitif adalah sistem sintesis jaringan darah (hematopoietik) sehingga biosintesis haema terganggu. Semua sel-sel yang sedang aktif berkembang sensitif terhadap timbal. Timbal juga dapat merusak syaraf.

Keberadaan timbal dalam sayuran dapat dianalisis secara konvensional dan instrumen. Salah satu cara instrumen adalah spektrofotometri AAS. Analisis spektrofotometri membutuhkan sampel dalam bentuk larutan untuk dapat diukur. Proses pelarutan dilakukan melalui cara destruksi. Destruksi yang dilakukan pada penelitian ini adalah destruksi basah.

Metode spektrofotometri AAS bekerja berdasarkan pada pengukuran absorpsi energi cahaya oleh atom-atom netral dan dalam wujud gas. *Hollow cathode* khusus digunakan

sebagai sumber energi untuk transisi elektron atom serta dapat menentukan konsentrasi logam dalam jumlah kecil (ppm sampai ppb) (Hendayana S., 1994).

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis kandungan timbal pada beberapa jenis sayuran di daerah padat lalu lintas. Oleh karena itu peneliti terdorong untuk melakukan penelitian dengan judul **“Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Beberapa Jenis Sayuran Yang Ditanam di Daerah Padat Lalu Lintas”**.

METODE PENELITIAN

a. Bahan

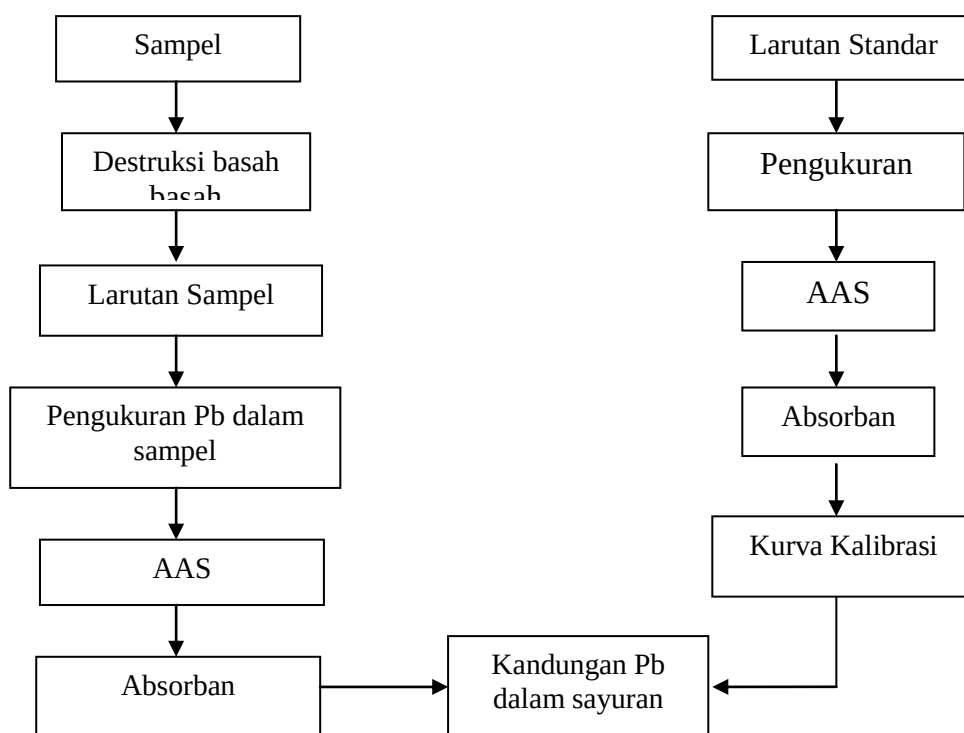
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian: Asam nitrat (HNO_3) pekat, Timbal nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, aquades, sayur sawi putih, sayur kol dan daun bawang.

b. Peralatan

Spektrofotometer serapan atom (AAS), neraca analitik, oven, hot plate, peralatan gelas seperti : Labu ukur 100 mL, dan 50 mL, Pipet ukur 10 mL, pipet volum 1 mL dan 5 mL, beker gelas, pipet tetes, pengaduk, corong pemisah, dan karet penghisap, dan kertas saring.

c. Prosedur

Sub Prosedur 1



Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

Sub Prosedur 2

1. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sayuran kol, daun bawang dan sawi putih yang ditanam di tepi jalan pada perkebunan sayur. Sayur-sayur tersebut kemudian dihomogenisasi. Pengambilan sampel memakai teknik “simplerandom sampling” (pengambilan sampel secara acak sederhana), namun populasi berada di tepi jalan. Pada metode ini anggota sampel dipilih langsung dari seluruh populasi dengan tidak membagi dahulu populasi menurut kelompok-kelompok, karena dianggap memiliki peluang yang sama untuk terpilih (Miller, J.C dan Miller, J. N., 1991).

2. Preparasi Larutan

Penelitian untuk menentukan kadar timbal dalam sayuran membutuhkan beberapa reagen yaitu: larutan blanko dan larutan standar timbal.

3. Preparasi Larutan Blanko

Larutan blanko yang digunakan pada metode AAS adalah semua larutan yang mengandung pelarut dan reagen yang digunakan untuk analisis kecuali analit. Metode AAS disini menggunakan aquabides sebagai larutan blanko.

3.1 Preparasi Larutan Standar Timbal (Pb)

Larutan standar timbal (Pb) yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dari senyawa $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang memiliki massa molekul relatif 331,2. Pertama-tama membuat larutan induk Pb^{2+} yang konsentrasinya 1000 ppm dengan cara melarutkan 0,16 gram $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dalam beker gelas 50 mL. larutan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ tersebut, kemudian dipindahkan dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquabides sampai tanda batas. Larutan 1000 ppm diambil 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL lalu diencerkan sampai tanda batas, sehingga didapatkan larutan standar 10 ppm. Larutan standar 10 ppm diambil 1 mL, 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL dan diencerkan dalam labu ukur 50 mL sampai tanda batas, sehingga diperoleh larutan standar 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm; dan 1 ppm. Masing-masing larutan standar tersebut dibuat tiga kali.

4. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Pembuatan kurva kalibrasi untuk menentukan kadar timbal dalam sayuran dengan metode AAS menggunakan larutan standar timbal dengan konsentrasi 0 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm dan 1 ppm.

4.1 Pembuatan Kurva Kalibrasi pada Metode AAS

Pembuatan kurva kalibrasi pada metode AAS yaitu dengan menggunakan larutan standar pada panjang gelombang 217 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan mengalurkan konsentrasi larutan standar “sumbu x” diplot terhadap absorbannya “sumbu y”, sehingga persamaan regresi liniernya dapat diketahui. Konsentrasi larutan sampel ditentukan dengan mensubstitusikan harga absorbansi sampel pada persamaan garis regresi linier (Miller, J.C., dan Miller, J.N., 1991).

5. Preparasi Larutan Sampel

Sampel yang telah didapat langsung di destruksi secara basah.

5.1 Destruksi Basah

Dekomposisi secara destruksi basah, dilakukan dengan melebur 10 gram sampel dengan asam nitrat pekat (HNO_3) pekat sebanyak 20 mL dalam beker gelas. Dipanaskan di atas Hotplate pada suhu 65°C selama kurang lebih 1 jam sampai tidak terbentuk gas. Setelah semua sampel terdestruksi dan terbentuk larutan kemudian disaring. Larutan yang diperoleh, dituangkan dalam labu ukur 50 mL sambil disaring kemudian diencerkan dengan aquabides sampai tanda batas. Destruksi dilakukan tiga kali ulangan.

Larutan hasil destruksi baik basah selanjutnya diukur kadar timbalnya dengan metode AAS.

6. Pengukuran Kadar Pb dalam Sampel

Pengukuran kadar timbal dilakukan menggunakan kurva kalibrasi, dengan mengukur absorbansi sampel pada AAS. Absoransi yang diukur menggunakan metode AAS menggunakan panjang gelombang 217 nm.

Pengukuran absorbansi untuk larutan sampel dilakukan dengan tiga kali ulangan sehingga nilai absorbansi yang didapatkan merupakan rata-rata dari nilai absorbansi hasil pengukuran. Penentuan kadar timbal dalam sayuran dengan mensubstitusi variabel “y” dari persamaan regresi linier kurva kalibrasi dengan nilai absorbansi larutan sampel.

$$y = mx + a$$

dimana, m = Slope atau kemiringan dari kurva kalibrasi dan y = Intersep atau perpotongan terhadap sumbu y.

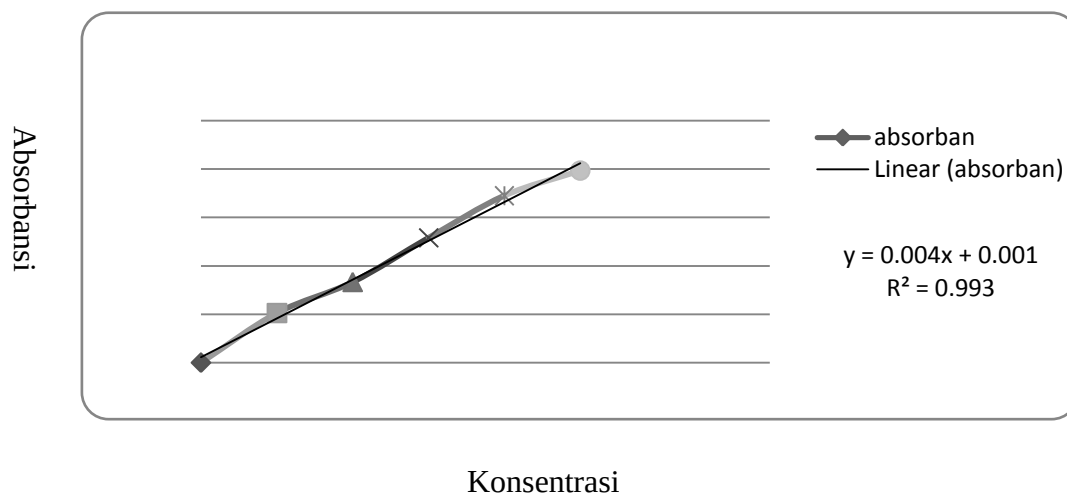
7. Analisis Data

Analisis data kadar timbal pada sayuran sawi putih, kol dan daun bawang dilakukan secara deskriptif melalui data hasil pengukuran dengan menggunakan tabel dan grafik. Hasil analisis timbal pada sampel yang diperoleh dari penelitian akan dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh badan SNI 7387:2009 mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kandungan Logam dalam Sampel

Penentuan kadar Pb secara AAS menggunakan sumber cahaya dari lampu katode (hollow cathode) khusus untuk Pb. Pengukuran diawali dengan mengukur absorbansi larutan standar untuk selanjutnya dibuat kurva kalibrasi. Konsentrasi larutan standar yang digunakan dalam penelitian ini 0 ppm; 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,6 ppm; 0,8 ppm; dan 1 ppm, absorbansi diukur pada panjang gelombang 217 nm, dengan menggunakan spektrofotometer AAS. Kurva kalibrasi larutan standar dengan menggunakan AAS ditunjukkan pada Gambar 2 berikut.



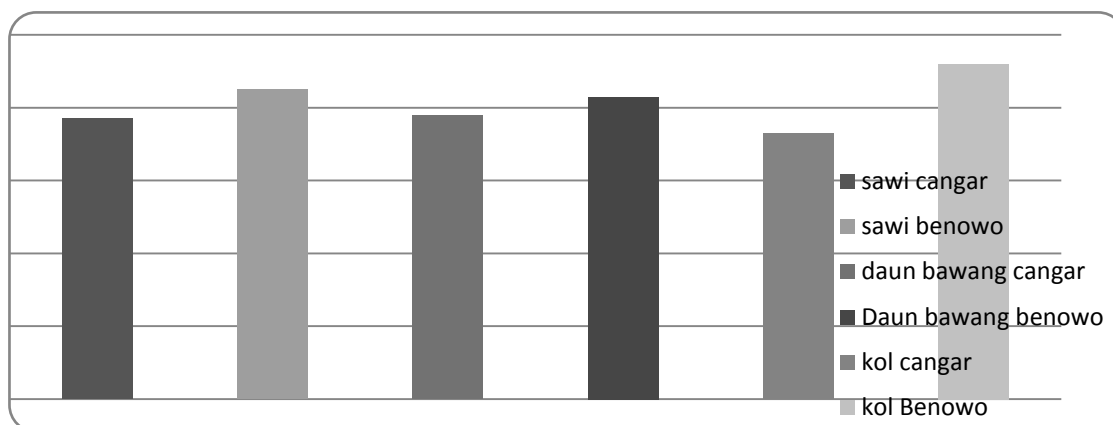
Gambar 2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Berdasarkan gambar grafik di atas, didapatkan persamaan regresi linier yang diperoleh dari kurva kalibrasi adalah $y = 0,007x - 9.10^{-5}$, dimana y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi analit dengan koefisien korelasi = 0,992 artinya $\pm 99\%$ perubahan absorbansi dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi Pb, sedangkan 1% dipengaruhi faktor lain. Persamaan regresi linier yang telah diperoleh selanjutnya digunakan untuk menentukan kadar Pb dalam sampel simulasi dan sampel sayuran secara AAS.

Berdasarkan perhitungan dari persamaan kurva kalibrasi, kadar timbal pada sayuran sawi putih, kol, dan daun bawang di daerah Cangar-Batu berturut-turut adalah sebesar 0,0766 ppm, 0,0738 ppm, dan 0,078 ppm. Sedangkan kadar timbal pada sayuran sawi putih, kol, dan daun bawang di daerah Benowo-Surabaya berturut-turut adalah 0,0853 ppm, 0,0928 ppm, dan 0,0836 ppm.

Meningkatnya jumlah kendaraan yang melewati tempat ditanamnya sayur merupakan salah satu penyumbang logam timbal yang akan mencemari udara di sekitar perkebunan tersebut.

Tanaman sayur akan mengandung logam timbal yang cukup tinggi bila ditanam di dekat jalan raya yang padat lalu lintas. Hal ini disebabkan karena adanya kontaminasi debu dan asap kendaraan dari bahan bakar yang mengandung Pb. Perbandingan kadar logam timbal pada setiap sampel sayur yang ditanam di daerah Cangar- Batu dan Benowo-Surabaya dapat dilihat pada Gambar 3 dari hasil analisis kadar timbal berikut.



Gambar 3. Diagram kandungan timbal pada sayuran Cangar dan Benowo

Besarnya kandungan logam timbal yang terdapat dalam setiap sampel berasal dari gas buangan kendaraan bermotor yang terakumulasi di udara dan sebagian menempel pada tanaman sayur yang berada di pinggir jalan. Logam timbal yang menempel pada tanaman lama-kelamaan akan teradsorpsi dan terakumulasi. Menurut Rina dan Wardani (2005:190), logam berat dapat terakumulasi di lingkungan dan keberadaannya secara alami sulit terurai. Apabila terakumulasi pada tanaman, logam berat dapat membahayakan kesehatan manusia yang mengonsumsi tanaman/sayur tersebut.

Kandungan logam timbal dalam sayuran yang ditanam di daerah Cangar-Batu dan Benowo-Surabaya masih berada dalam ambang batas aman SNI 7387:2009 yaitu sebesar 0,5 ppm. Dengan mengonsumsi sayuran sebagai bahan pangan, maka kandungan logam berat yang terdapat pada sayur tersebut akan berpindah pada makhluk hidup yang memakannya. Logam yang masuk ke dalam tubuh manusia akan melakukan interaksi dengan enzim, protein, DNA serta metabolisme lainnya. Adanya jumlah logam berat berlebih dalam tubuh akan berpengaruh buruk pada manusia. Menurut Widaningrum (dalam Erdayanti, 2015), pada tubuh manusia logam timbal dapat bersenyawa dengan enzim aktif menjadi tidak aktif, sehingga sintesis butiran darah manusia (Hb) dapat dihambat, akibatnya dapat menimbulkan penyakit anemia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis kadar Pb pada beberapa sayuran maka dapat disimpulkan bahwa kadar timbal pada sayuran sawi putih, kol, dan daun bawang di daerah Cangar-

Batu berturut-turut adalah sebesar 0,0766 ppm, 0,0738 ppm, dan 0,078 ppm. Sedangkan kadar timbal pada sayuran sawi putih, kol, dan daun bawang di daerah Benowo-Surabaya berturut-turut adalah 0,0853 ppm, 0,0928 ppm, dan 0,0836 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sampel sayuran baik yang ditanam di daerah Cangar-Batu maupun di daerah Benowo-Surabaya mengandung Pb yang tidak melebihi batas maksimum standar nasional (SNI 7387:2009) yaitu 0,5 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2009. SNI 7387:2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2011. SNI 2354:2011. *Cara Uji Kimia Bagian 5 Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Basset, J. et al, 1994, *Buku Ajar Vogel, kimia Analisis Kuantitatif Anorganik, Edisi 4*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC
- Christian, D.G., 1994, *Analytical Chemistry*, New York: John Wiley and Sons, Inc
- Erdayanti, P., Hanifah, T.A., Anita, S. 2015. *Analisis Kandungan Logam Timbal pada Sayut Kangkung dan Bayam di Jalan Kartama Pekanbaru secara Spektrofotometri Serapan Atom*. *Journal Online Mahasiswa*, (Online) 1 (2): 75-82. (<http://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFMIPA/article/view/4353>), diakses 30 Agustus 2015.
- Gani, A.A., 1997, *Studi Penentuan Kadar Timbal (Pb) dalam Rambut*, Hasil Penelitian Universitas, Jember: Unej
- Hendayana, S., 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, Semarang: IKIP Semarang Press.
- Khopkar, S.M., 2002, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, Jakarta : UI Press
- Mariti, Q. 2005. *Pemeriksaan Cemaran Pb(II) pada Daun Teh (Camellia sinesis L. O. Kuntze) yang Ditanam di Pinggiran Jalan di Daerah Alahan Panjang Sumatra Barat secara Spektrofotometri Serapan Atom*. Skripsi tidak diterbitkan. Padang: FMIPA UM.
- Miller, J.C., dan Miller, J.N., 1991, *Statistik Untuk Kimia Analitik, Edisi 2*, Bandung: ITB
- Mulja, M., 1995, *Analisis Instrumental*, Surabaya: Unair Press
- Palar, H., 1993, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Jakarta: Rineka Cipta
- M., Rina, Wardani, S. *Analisis Logam Berat dalam Sampel Sayuran dengan Metode Analisis Aktivasi Neutron*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir, 2005, (Online), (http://digilib.batan.go.id/ppin/katalog/file/Th.Rina_M._189-196_.pdf), diakses 1 Oktober 2015..
- Skoog, et al, 1992, *Analytical Chemistry an Introduction*, Amerika: Sounders College Publishing
- Triani, I. L. 2010. *Kandungan Pb dan Cd pada Tanaman Kangkung (Ipomea aquatic Forsk) yang Ditanam di Sekitar Jalan Ida Bagus Mantra menuju Klungkung*. Laporan penelitian Dosen Muda. Bali: Universitas Udayana.
- Underwood, A.L., dkk, 1986, *Analisis Kimia Kuantitatif*, Jakarta: Erlangga

UJI POTENSI SUMBER ENERGI LISTRIK ALTERNATIF PADA BUAH - BUAHAN LOKAL DAN PEMANFAATANNYA PADA PRAKTIKUM ELEKTROKIMIA

Anjamputra A. Embisa, Kholifia Indra Rahmawati, Yuski Sudana

S2 Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No 5 Malang

poetra.embisa@gmail.com

ABSTRAK: Indonesia merupakan negara kepulauan dengan iklim tropis. Buah - buahan pada daerah dengan iklim tropis terdiri atas berbagai jenis varietas. Beberapa hasil penelitian telah menemukan bahwa beberapa jenis buah dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik alternatif karena asam sitrat dan mineral yang terkandung didalamnya. Beberapa buah-buahan lokal Indonesia juga memiliki kandungan mineral dan asam sitrat yang tinggi sehingga berpotensi digunakan sebagai sumber energi listrik alternatif dan dimanfaatkan dalam praktikum elektrokimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi buah-buahan lokal sebagai sumber energi listrik alternatif dan untuk mengetahui pemanfaatan buah-buahan lokal sebagai larutan elektrolit ramah lingkungan pada praktikum elektrokimia. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Pengujian potensi sumber energi listrik alternatif dilakukan menggunakan buah-buahan lokal seperti jeruk, apel, nanas, tomat dan sirsak dengan tingkat kematangan yang sama. Elektroda yang digunakan adalah elektroda Zn dan Cu yang telah dibersihkan dan dilakukan penimbangan sebelumnya. Penelitian ini membandingkan lama dan besarnya tegangan listrik yang dihasilkan oleh masing-masing buah lokal. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa buah lokal berpotensi sebagai sumber energi listrik alternatif dan dapat dimanfaatkan sebagai larutan elektrolit ramah lingkungan pada praktikum elektrokimia.

Kata kunci : *Buah-buahan lokal, energi listrik alternatif, elektrokimia*

PENDAHULUAN

Saat ini muncul kecenderungan pada masyarakat global untuk mengurangi seminimum mungkin konsumsi bahan-bahan kimia, mulai dari produk-produk makanan dan minuman hingga pada produk-produk kesehatan. Masyarakat mencoba beralih ke potensi bahan-bahan alami (*back to nature*). Berbagai minuman yang berkhasiat meningkatkan kesehatan diciptakan dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang ada di sekitar kita. Masyarakat mencoba menggali gaya hidup sehat warisan dari nenek moyang kita dahulu.

Salah satu olahan bahan alami yang kini mulai banyak ditemui adalah olahan dari Murbei. Mulai dari buah hingga daunnya mulai dikembangkan di masyarakat. Olahan buah Murbei sudah banyak ditemui, hanya saja untuk olahan dari daun belum banyak ditemui. Olahan daun Murbei yang sudah ada di pasaran ada dalam bentuk teh daun Murbei.

Daun murbei mengandung ecdysterone, lupeol, betasitosterol, rutin, moracetin, isoquersetin, scopolin, alfa, beta hexenal, cis b eta hexenol, cis lamda hexenol, benzaidehide, eugenol, lanaloobenzyl alkohol, butylamine, acetone, trigonelline, cholin, adenin, asam amino, asam folat, copper, zinc, vitamin (A, B1, C dan Karoten), asam klorogenik, asam fumarat, asam formyl tetrahydrofolik, dan mioinositol dan juga mengandung phytoestrogens.

Fakta ilmiah menunjukkan bahwa daun Murbei berkhasiat untuk menjaga kesehatan tubuh dan dapat menyembuhkan berbagai penyakit seperti demam, malaria, peluruh air seni, memperbanyak keluarnya asi, menurunkan tekanan darah tinggi, bisul dan radang kulit, jantung lemah, sumber antioksidan, membantu sistem immune, menyeimbangkan gula darah, camilan sehat, serta mencegah pendarahan dan pembengkakan. Pendapat tersebut telah dibuktikan secara klinis melalui berbagai penelitian berikut ini, diantaranya penelitian pada tikus diabetes millitus, teh daun Murbei mampu mencegah peningkatan kadar glukosa dalam darah(1). Penelitian yang lain menunjukkan bahwa rebusan daun Murbei juga dapat menurunkan kadar asam urat dalam mencit (2).

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak produk makanan maupun minuman yang dikemas praktis supaya mudah dikonsumsi dan dibawa ke mana saja. Selain itu untuk memberikan alternatif bentuk sediaan yang lainnya, pada produk minuman juga disediakan olahan minuman dengan karbonisasi. Keunggulan minuman berkarbonasi ini adalah selain menghilangkan rasa dahaga dan memberikan rasa segar, minuman ini memiliki rasa yang lebih nikmat, dan memberi efek *sparkle*.

Karbonasi dalam minuman dibuat dengan mengabsorbsikan karbondioksida ke dalam air minum. Selain itu karbonasi juga dapat dihasilkan dari penggunaan effervescent. Dasar formula minuman effervescent adalah terjadinya reaksi antara senyawa asam (asidulan) dengan karbonat atau bikarbonat sehingga menghasilkan karbondioksida. Natrium bikarbonat merupakan hablur yang tidak berwarna dan mudah larut dalam air. Pada minuman effervescent natrium bikarbonat berfungsi sebagai penghasil gas dalam larutannya (Kumar et al., 2009). Berdasarkan penjelasan di atas diketahui bahwa konsentrasi asam dan natrium bikarbonat dapat mempengaruhi efek menyegarkan dan pembentukan gas karbondioksida (efek effervescing).

Penelitian ini berusaha menggabungkan pemanfaatan minuman dengan bahan alami dan mengemasnya dengan konsep modern seperti dengan memberikan karbonasi. Salah satu contoh minuman berbahan dasar alami dengan karbonasi yang telah dibuat adalah minuman Rosela (*Hibiscus sabdarifa* L.) berkarbonasi. Dari hasil penelitian terhadap minuman Rosela berkarbonasi ini tidak ditemukan perubahan kandungan bahan kimia yang meliputi kadar antosianin, antioksidan, vitamin C dan pH di dalamnya akibat pemberian karbonasi (3).

Berdasarkan penelitian serupa yang telah dilakukan di atas, di sini kami mencoba membuat minuman berbahan dasar alami yang lainnya dan dikemas juga dengan menggunakan karbonasi. Bahan dasar alami yang dipilih untuk menggantikan Rosela adalah daun Murbei. Hal itu didasarkan pada banyaknya khasiat yang dimiliki oleh daun Murbei. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan vitamin C di dalam minuman daun Murbei baik yang diberikan karbonasi maupun yang tidak. Selanjutnya kandungan vitamin C yang didapatkan akan

dibandingkan untuk melihat ada atau tidaknya perubahan kandungan vitamin C pada minuman daun Murbai dengan karbonasi maupun yang tanpa karbonasi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji titrasi alkalimetri. Alkalimetri merupakan penetapan kadar senyawa-senyawa yang bersifat asam dengan menggunakan larutan baku basa. Alkalimetri termasuk reaksi netralisasi yakni reaksi antara ion hidrogen yang berasal dari asam dengan ion hidroksida yang berasal dari basa untuk menghasilkan air yang bersifat netral. Indikator yang digunakan dalam titrasi ini adalah phenolphthalein yang akan memberikan warna merah muda sebagai tanda akhir titrasi.

Sampel minuman segar daun Murbei diuji duplo dengan dua perlakuan berbeda yaitu tanpa karbonasi dan dengan karbonasi.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam study penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi ini meliputi:

- Aquadest,
- Asam Askorbat, $C_6H_8O_6$ (vitamin C dalam minuman daun Murbai)
- Asam Oksalat, $H_2C_2O_4$
- Natrium hidroksida, NaOH
- Indikator PP

Alat

Alat-alat yang digunakan untuk dalam study penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi antara lain:

1. Buret 50 ml
2. Corong
3. Erlenmeyer
4. Gelas ukur 100 ml
5. Gelas ukur 10 ml
6. Kompor listrik
7. Labu takar 50 ml
8. Labu takar 250 ml
9. Labu takar 1000 ml
10. Labu takar 100 ml
11. Neraca Analitik

12. Pipet tetes
13. Pipet volume
14. Statif dan klem

Prosedur

Prosedur penelitian yang digunakan dalam study penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi ini meliputi:

1. Pembuatan larutan NaOH 0,1 N

Pembuatan larutan NaOH 0,1 N dilakukan dengan cara menimbang 1 g padatan NaOH, selanjutnya melarutkan padatan tersebut dengan air dalam labu ukur hingga volume 250 ml.

2. Pembuatan larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Pembuatan larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dimulai dengan menimbang 0,310 g padatan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan dengan 50 ml air.

3. Pembakuan larutan NaOH oleh larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Pembakuan larutan NaOH dilakukan dengan mentitrasi larutan NaOH yang telah dibuat sebelumnya dengan 5 ml larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan menggunakan indikator phenolptalein.

4. Pembuatan effervescent

Pembuatan effervescent dengan cara mencampurkan asam sitrat dengan asam tartrat dan natrium bikarbonat dengan perbandingan massa 1 : 2 : 1,2

5. Pembuatan sampel minuman segar dari daun murbei

Sampel minuman segar dari daun murbei dibuat dari 20 lembar daun murbei yang sudah dikeringkan ditambah dengan 2L air dan direbus hingga mendidih kemudian setelah mendidih disaring hingga didapatkan larutan daun murbei yang terpisah dari daunnya. Larutan daun murbei yang sudah didinginkan ditambah dengan gula pasir sebanyak 6 sendok makan. Minuman segar daun murbei siap diuji.

6. Uji Vitamin C sampel minuman daun Murbei

Uji vitamin C dalam sampel daun Murbei dilakukan dengan mentitrasi 25 ml sampel daun Murbei dengan menggunakan larutan NaOH 0,0856 N yang telah dibakukan. Titrasi ini menggunakan indikator phenolphthalein untuk menentukan titik akhir titrasi, yaitu pada saat larutan berubah warna menjadi merah muda.

7. Uji Vitamin C sampel minuman daun Murbei + effervescent

Sama seperti pengujian vitamin C pada minuman daun murbai tanpa karbonasi, untuk minuman berkarbonasi juga dilakukan dengan cara mentitrasi 25 ml minuman daun murbai dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator fenofthalein.

8. Uji blanko

Uji blanko ini dilakukan dengan mentitrasi 25 ml larutan blanko dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator penolptalein

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi yang telah dilakukan dapat dilihat dalam table berikut ini.

No.	Prosedur	Volume NaOH (rata-rata duplo)
1.	Pembakuan larutan NaOH oleh larutan standar $H_2C_2O_4$ 0,0984 N	5,75 ml
2.	Uji vitamin C sampel minuman daun Murbei tanpa karbonasi	0,45 ml
3.	Uji vitamin C sampel minuman daun Murbei dengan karbonasi	40,48 ml
4.	Uji blanko vitamin C	39,95 ml

Study penentuan kadar vitamin C dalam minuman segar dari daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi ini bertujuan untuk melihat perbedaan kandungan vitamin C dalam sampel minuman segar daun Murbai dengan karbonasi dan tanpa karbonasi. Metode penelitian ini dilakukan adalah titrasi alkalimetri, sehingga dalam titrasinya diperlukan larutan basa NaOH sebagai bahan untuk mentitrasi sampel. Oleh karena itu langkah pertama yang harus dilakukan adalah pembuatan larutan NaOH.

Pembuatan larutan NaOH dilakukan dengan menimbang 1 gram padatan NaOH, kemudian dilarutkan dengan air hingga volumenya 250 ml dalam labu ukur. Dari prosedur pembuatan NaOH tersebut di harapkan diperoleh larutan NaOH dengan konsentrasi 0,1 N melalui perhitungan berikut ini:

$$\text{Ekivalen NaOH} = 1$$

$$N \text{ NaOH} = M. \text{ ek}$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{\text{mol NaOH}}{\text{volume NaOH}} \times 1 = \frac{\text{massa} / M_r}{\text{volume}} \times 1 = \frac{1 \text{ g} / 40 \text{ g/mol}}{0,25 \text{ L}} \times 1 = 0,1 \text{ N}$$

Akan tetapi untuk membuktikan konsentrasi tersebut benar-benar 0,1 N atau tidak maka larutan NaOH ini harus distandarisasi terlebih dahulu.

Adapun larutan standar yang digunakan untuk menstandarisasi larutan NaOH adalah larutan asam oksalat, $H_2C_2O_4$ 0,0984 N. Larutan asam oksalat, $H_2C_2O_4$ 0,0984 N ini dibuat dengan menimbang 0,310 g padatan $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ kemudian dilarutkan dengan 50 ml air.

Konsentrasiasam oksalat, $H_2C_2O_4$ diberikan sebagaiberikut:

$$\text{Ekivalen } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = 2 \text{ ekivalen}$$

$$N \text{ } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O = M. \text{ ek}$$

$$\begin{aligned} N \text{ } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O &= \frac{\text{mol } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}{\text{volume } H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O} \times 2 \\ &= \frac{\text{massa} / M_r}{\text{volume}} \times 2 = \frac{0,310 \text{ g} / 126 \text{ g/mol}}{0,05 \text{ L}} \times 2 = 0,0984 \text{ N} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh konsentrasi larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ sebesar 0,0984 N

Pembakuan larutan NaOH dengan larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dilakukan dengan mentitrasi larutan NaOH yang telah dibuat sebelumnya dengan 5 ml larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan menggunakan indikator phenolptalein. Ternyata diperlukan rata-rata 5,75 ml larutan NaOH untuk merubah warna larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ menjadi merah muda. Dari hasil percobaan tersebut dapat dihitung normalitas NaOH sbb:

$$\text{mol ek NaOH} = \text{mol ek } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$V. N \text{ NaOH} = V. N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$(5,75 \text{ ml}) N \text{ NaOH} = (5 \text{ ml}) (0,0984 \text{ N})$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{(5 \text{ ml})(0,0984 \text{ N})}{(5,75 \text{ ml})} = 0,0856 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh konsentrasi larutan NaOH sebesar 0,0856 N. Larutan NaOH inilah yang selanjutnya digunakan untuk mentitrasi asam askorbat dalam sampel minuman segar daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi.

Pengujian dimulai dengan menguji kandungan asam askorbat (vitamin C) dalam sampel daun Murbei tanpa karbonasi. Pengujian ini dilakukan dengan mentitrasi 25 ml sampel daun Murbei dengan menggunakan larutan NaOH 0,0856 N yang telah dibakukan atau distandarisasi.. Titrasi ini menggunakan indikator phenolphthalein untuk menentukan titik akhir titrasi, yaitu pada saat larutan berubah warna menjadi merah muda. Ternyata dari hasil titrasi diperoleh data bahwa untuk merubah larutan sampel menjadi merah muda diperlukan NaOH sebanyak 0,45 ml. Dari hasil pengujian tersebut dapat dihitung kandungan asam askorbat (vitamin C) dalam sampel sbb:

$$\Sigma \text{ mol.ek vit C} = \Sigma \text{ mol. ek NaOH}$$

$$V. N \text{ vit C} = V. N \text{ NaOH}$$

$$(25 \text{ ml}) N \text{ Vit. C} = (0,45 \text{ ml}) (0,0856 \text{ N})$$

$$N \text{ Vit C} = \frac{(0,45 \text{ ml})(0,0856 \text{ N})}{(25 \text{ ml})} = 0,00154 \text{ N}$$

$$N \text{ Vit C} = M. \text{ ek Vit C} = \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \times 1 = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \times \frac{1}{M_r}$$

$$\text{Massa Vit C per 100 ml larutan} = N. V. M_r$$

$$= (0,00154 \text{ mol.ek/L}) (0,1 \text{ L}) (176 \text{ g/mol})$$

$$= 0,0271 \text{ g}$$

$$= 27,1 \text{ mg/100ml}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh kandungan vitamin C dalam sampel minuman segar daun Murbei tanpa karbonasi sebesar 27,1 mg/100ml.

Selanjutnya pengujian dilakukan pada sampel minuman segar daun Murbai dengan karbonasi. Prosedur pengujian yang dilakukan sama dengan prosedur pengujian sampel yang tanpa karbonasi yaitu dengan cara mentitrasi 25 ml sampel minuman daun Murbai dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator phenolphthalein. Hasil pengujian menunjukkan

bahwa dibutuhkan rata-rata 40,48 ml larutan NaOH untuk merubah minuman daun Murbai berkarbonasi menjadi merah muda. Sehingga dari percobaan tersebut diperoleh kandungan vitamin C dalam minuman daun murbai berkarbonasi sebesar:

$$\Sigma \text{ mol.ek vit C} = \Sigma \text{ mol. ek NaOH}$$

$$V. N \text{ vit C} = V. N \text{ NaOH}$$

$$(25 \text{ ml}) N \text{ Vit. C} = (40,45 \text{ ml}) (0,0856 N)$$

$$N \text{ Vit C} = \frac{(40,45 \text{ ml})(0,0856 N)}{(25 \text{ ml})} = 0,1385 N$$

$$N \text{ Vit C} = M. \text{ ek Vit C} = \frac{\text{mol}}{\text{volum e}} \times 1 = \frac{\text{massa} / Mr}{\text{volume}} \times 1$$

$$\text{Massa Vit C per 100 ml larutan} = N. V. Mr$$

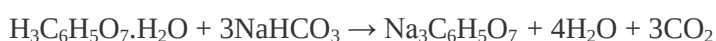
$$= (0,1385 \text{ mol.ek/L}) (0,1 \text{ L}) (176 \text{ g/mol})$$

$$= 2,4376 \text{ g}$$

$$= 2437,6 \text{ mg/100ml}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh kandungan vitamin C dalam sampel minuman segar daun Murbai dengan karbonasi sebesar 2437,6 mg/100 ml

Nilai ini jelas terlalu besar apabila dibandingkan dengan kandungan vitamin C minuman daun Murbai yang tidak dikarbonasi. Akan tetapi perlu di ingat bahwa untuk memberikan karbonasi dalam minuman dapat dilakukan dengan dua cara, yang pertama dengan mengabsorbsikan karbondioksida kedalam air minum dan kedua karbonasi juga dapat dihasilkan dari penggunaan effervescent. Dasar formula minuman effervescent adalah terjadinya reaksi antara senyawa asam (asidulan) dengan karbonat atau bikarbonat sehingga menghasilkan karbondioksida. Hal itu ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut:



Asam sitrat Natrium bikarbonat Natrium sitrat Air Karbondioksida



Asam tartrat Natrium bikarbonat Natrium tartrat Air Karbondioksida

Natrium bikarbonat merupakan hablur yang tidak berwarna dan mudah larut dalam air. Pada minuman effervescent natrium bikarbonat berfungsi sebagai penghasil gas dalam larutannya (Kumar et al., 2009). Konsentrasi asam basa yang memenuhi mutu fisik tablet yang optimum yaitu formula effervescent dengan konsentrasi asam basa 70% (asam sitrat 8,58%, asam tartrat 27,17% dan natrium bikarbonat 34,45%(5). Sebagian besar tablet *effervescent* yang beredar dipasaran menggunakan Vitamin C atau asam askorbat sebagai zat aktif. Asam askorbat adalah vitamin yang sangat larut dalam air, bersifat mengasamkan dan pereduksi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dasar titrasi alkalimetri adalah reaksi penetralan antara larutan asam dengan larutan basa yang telah distandarisasi. Dalam hal ini berarti dalam

pengujian minuman daun Murbai yang dikarbonasi, larutan basa NaOH 0,0856 N selain menetralkan asam askorbat dalam minuman daun Murbai juga menetralkan asam askorbat yang ada dalam effervescentnya, sehingga dibutuhkan volume NaOH yang banyak. Keadaan itu menyebabkan perhitungan kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan dan tanpa karbonasi terpaut sangat jauh.

Untuk mengetahui kandungan vitamin C yang sebenarnya dalam minuman daun Murbai berkarbonasi, maka perlu dilakukan uji blanko. Tujuannya untuk mengetahui kandungan vitamin C dalam effervescent. Apabila kandungan vitamin C dalam effervescent tersebut diketahui maka kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbai berkarbonasi yang sebenarnya dapat diketahui juga. Hasil uji blanko yang dilakukan dengan mentitrasi 25 ml larutan blanko dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator penolptalein menunjukkan bahwa untuk menetralkan asam askorbat dalam larutan blanko diperlukan 39,95 ml. Dari data tersebut diperoleh normalitas larutan blanko sbb.

$$\begin{aligned}\sum \text{mol. ek larutan blanko} &= \sum \text{mol. ek NaOH} \\ V \times N \text{ larutan blanko} &= V \times N \text{ NaOH} \\ (25 \text{ ml}) \times N \text{ larutan blanko} &= (39,95 \text{ ml}) \times (0,0856 \text{ N}) \\ N \text{ larutan blanko} &= \frac{(39,95 \text{ ml}) \times (0,0856 \text{ N})}{(25 \text{ ml})} \\ &= 0,1368 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{Apabila } N \text{ larutan blanko} = M. \text{ ek Vit C} = \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \times 1 = \frac{\text{massa} / M_r}{\text{volume}} \times 1,$$

Maka massa larutan blanko per 100 ml larutan = N. V. Mr

$$= (0,1368 \text{ mol.ek/L}) (0,1 \text{ L}) (176 \text{ g/mol})$$

$$= 2,4075 \text{ g}$$

$$= 2407,5 \text{ mg/100ml}$$

Setelah kandungan vitamin C dalam larutan blanko diketahui, maka jumlah Vitamin C dalam minuman daun murbai berkarbonasi dapat dihitung sebagai berikut
Vit C = 2,4376 g – 2,4075 g = 0,0301 g = 30,1 mg/100 ml. Sehingga hasil pengujian kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi dapat ditunjukkan oleh table berikut.

Tabel hasil pengamatan uji Vitamin C pada sampel daun Murbei dengan atau tanpa karbonasi

Sampel	Kandungan Vitamin C
Sampel Minuman Daun Murbei	27,1 mg/100ml
Sampel Minuman Daun Murbei + effervescent	30,1 mg/100ml

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan vitamin C dalam minuman segar daun Murbei tanpa atau dengan karbonasi tidak menunjukkan hasil yang jauh berbeda.. Pemberian karbonasi tidak merusak ataupun mengurangi kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbei.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, R., Damayanthi, E., Kustiyah, L. dan Kusumorini, N. 2010. Pengendalian Kadar Glukosa Daah oleh Teh Hijau dan atau Teh Daun Murbai pada Tikus Diabetes. *Jurnal Gizi dan Pangan*. Vol. 5 (2). Hal 87-94.
- Priatna, E. Muharam, Aprilianty, Fulvia. 2013. Uji Aktifitas Antihiperurisemia Dari Rebusan Daun Murbei (*Morus alba* L.) Terhadap Mencit Jantan Galur Swiss Webster. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. Vol. 9 Bulan Februari 2013. Hal 42-48.
- Novidahlia, N., Mardiah, dan Mashudi. 2012. Minuman Rosela (*Hibiscus Sabdariffa* L.) berkarbonasi *ready to drink* sebagai minuman fungsional yang kaya antioksidan. *Jurnal Pertanian*. Vol. 3 No. 2 Hal 64 -74.
- Prasetyo, G., Zumroh , I.Z., Etikasari,M., Wajdi, R. F., Widyaningsih, T.D., 2015. Formulasi Serbuk Effervescent Berbasis Cincau Hitam Dengan Penambahan Daun Pandan Dan Jahe Merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 1 p.90-95, Januari 2015
- Kholidah,S., Yuliet , Khumaidi,A. 2014. Formulasi Tablet Effervescent Jahe (*Z Officinale* Roscoe) Dengan Variasi Konsentrasi Sumber Asam Dan Basa. *Online Jurnal of Natural Science*, Vol.3(3): 216 - 229

PEMBUATAN SILIKA DARI ABU SISA PEMBAKARAN BATU BATA DAN APLIKASINYA PADA PEMURNIAN ETANOL

Baiq Fara Dwirani Sofia^{a,*}, Sunniarti Ariani^a, dan Putu Rizky Febrilia^a

^a Pascasarjana Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5, Malang 65145

baiq.fara@gmail.com

ABSTRAK: Silika (SiO_2) merupakan material yang berdaya guna tinggi, aplikasinya sangat luas baik dalam kegiatan industri maupun kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah sebagai silika gel yang banyak digunakan untuk mengurangi kelembaban udara, penyerapan air, adsorben zat warna pada limbah tekstil dan logam berat. Diketahui bahwa abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi, sehingga abu sekam padi dapat dimanfaatkan sebagai sumber silika baru pengganti pasir kuarsa. Penelitian ini bertujuan untuk membuat silika dari abu sekam padi dan menguji keefektifitasnya pada pemurnian etanol. Metode yang digunakan dalam pemisahan silika dari abu sekam padi adalah metode ekstraksi. Silika gel yang dihasilkan sebanyak 78,602 gram dengan rendemen sebesar 39,301%. Silika gel yang dihasilkan diuji efektifitasnya dalam pemurnian etanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa silika gel yang dihasilkan dari abu sekam padi belum efektif untuk digunakan pada proses pemurnian etanol.

Kata kunci: *silika, abu sekam padi, pemurnian etanol.*

ABSTRACT: *Silica (SiO_2) is a material with a powerful high, very broad applications in both the industrial activities as well as everyday life. One is a silica gel which is widely used to reduce air humidity, water absorption, adsorbents dye in textile waste and heavy metals. It is known that rice husk ash has a high silica content, so that the rice husk ash can be used as a source of new replacement silica quartz sand. This research aims to make the silica from rice husk ash and test its effectiveness on ethanol purification. The method used in separation of silica from rice husk ash is a method of extraction. Silica gel produced as many as 78.602 grams with a yield of 39.301 %. The resulting silica gel was tested its effectiveness in ethanol purification. The results showed that the silica gel produced from rice husk ash is not effective for use in the purification process of ethanol.*

Keywords: *silica, rice husk ash, ethanol purification.*

PENDAHULUAN

Silika (silikon dioksida, SiO_2) adalah padatan amorf berwarna putih dengan titik lebur sebesar 1610 °C. Silika tidak larut dalam air dan etanol, tetapi mudah larut dalam basa alkali yang panas [1]. Silika juga relatif tidak larut terhadap asam kecuali terhadap asam fluorida [2]. Silika (SiO_2) merupakan material yang berdaya guna tinggi, aplikasinya sangat luas baik dalam kegiatan industri maupun kehidupan sehari-hari. Salah satunya adalah sebagai silika gel yang banyak digunakan untuk mengurangi kelembaban udara, penyerapan air, adsorben zat warna pada limbah tekstil dan logam berat. Pada umumnya silika gel dibuat dengan melebur pasir kuarsa dengan sodium karbonat pada suhu 1300 °C [3]. Proses ini sangat boros energi dan menimbulkan masalah lingkungan akibat eksploitasi pasir kuarsa yang terus menerus karena tidak dapat diperbaharui.

Oleh karena itu, diperlukan suatu upaya untuk mendapatkan sumber silika baru yang mudah didapat dan dapat diperbaharui.

Sekam padi merupakan produk samping dari industri penggilingan padi. Hingga saat ini sekam padi belum dimanfaatkan secara maksimal. Sekam padi secara umum digunakan sebagai media bercocok tanam, sebagai sumber energi dalam bentuk briket arang sekam, alas pakan ternak [4], atau dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada proses pembakaran batu bata. Selain itu sekam padi juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil abu yang dikenal sebagai RHA (*Rice Husk Ash*) [5].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi, berada pada kisaran 72,285-90% [5-6]. Selain silika, abu sekam padi juga mengandung 0,65% CaO; 0,37% Al₂O₃; 0,32 % Fe₂O₃; dan sisanya adalah zat hilang pijar sebanyak 21,43% [Bakri, 2008]. Kandungan silika tertinggi pada padi terdapat pada sekam bila dibandingkan dengan bagian tanaman lain seperti helai daun, pelepah daun, batang dan akar [7]. Karena mengandung silika yang tinggi, peningkatan nilai ekonomis dari sekam padi dapat dilakukan dengan memanfaatkannya sebagai sumber silika pengganti pasir kuarsa.

Silika dapat dihasilkan dari sekam padi setelah dilakukan pembakaran dengan sempurna [4,8]. Abu sekam padi hasil pembakaran yang terkontrol pada suhu tinggi (500-600 °C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia [9]. Silika yang dihasilkan dari abu sekam padi memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan silika mineral, yaitu memiliki butiran yang lebih halus, lebih reaktif, dapat diperoleh dengan cara yang mudah dengan biaya yang relatif rendah, serta didukung oleh ketersediaan bahan baku yang melimpah dan dapat diperbaharui [8].

Ekstraksi silika dari abu sekam padi banyak dilakukan dengan menggunakan pelarut alkali, kemudian dilanjutkan dengan proses pengendapan silika dilakukan pada pH yang rendah menggunakan larutan asam [8]. Dari proses ini akan dihasilkan silika dalam bentuk SiO₂ [10].

Salah satu tempat penghasil batu-bata di Kabupaten Malang adalah Kecamatan Gondanglegi. Masyarakat sekitar Gondanglegi membuat batu bata sebagai pekerjaan sampingan selain bertani. Limbah sekam padi hasil pertanian tidak dibuang begitu saja, melainkan dimanfaatkan sebagai bahan bakar dalam produksi batu bata. Abu sisa pembakaran batu bata belum digunakan secara optimal, hanya dijual untuk abu gosok pencuci piring.

Penelitian ini difokuskan pada pembuatan silika gel dari abu sekam padi agar dapat memaksimalkan pemanfaatan abu sekam padi sisa pembakaran batu bata. Silika gel yang dihasilkan diuji efektivitasnya sebagai adsorben pada proses pemurnian etanol.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah abu sekam padi sisa pembakaran batu bata yang diperoleh dari

Kecamatan Gondanglegi, Kabupaten Malang, NaOH 2 M, HCl 6 M, Indikator Universal, Etanol 70%, Kertas saring, dan akuades.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, labu destilasi, erlenmeyer, kolom destilasi, kolom adsorpsi, kondensor, neraca analitik, pemanas untuk labu destilasi, *magnetic stirrer*, pipet tetes, termometer, corong Buchner, corong kaca, oven, gelas arloji, batang pengaduk, pengayak, statif dan klem, Alkohometer merk Asistent.

Prosedur

Pemisahan Silika dari Abu Sekam Padi

Abu sekam padi sisa pembakaran batu bata digerus dan diayak. Hasil ayakan kemudian ditimbang sebanyak 200 gram lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia 1000 mL. Larutan NaOH 2 M sebanyak 1000 mL dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi abu sekam padi. Kemudian larutan tersebut dipanaskan hingga mendidih menggunakan *hot plate* sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 3 jam dengan suhu 95 °C. Larutan tersebut didinginkan, lalu disaring dan filtrat yang mengandung silika terlarut ditampung dalam gelas kimia 1000 mL. Silika diendapkan dengan cara ke dalam filtrat ditambahkan larutan HCl 2 M secara bertahap hingga terbentuk endapan. Penambahan HCl 2M dihentikan setelah pH nya berkisar 6,5-7. Endapan disaring dengan corong Buchner. Endapan dicuci dengan akuades panas untuk menghilangkan kelebihan asam dan pengotor-pengotor lain, lalu diaduk. Endapan disaring lagi dengan corong Buchner. Endapan silika yang diperoleh dipanaskan dalam oven pada suhu 70 °C selama $\pm$ 18 jam sampai mendapatkan berat silika konstan.

Karakterisasi Silika Gel

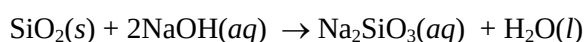
Karakterisasi silika gel dengan mengamati warna dan bentuk dari silika gel hasil sintesis. Silika gel yang dihasilkan kemudian diidentifikasi gugus fungsionalnya menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FT-IR). Karakterisasi menggunakan *Spektrofotometer Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) dilakukan di Laboratorium Mineral Dan Material Maju (Laboratorium Sentral) FMIPA Universitas Negeri Malang (UM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

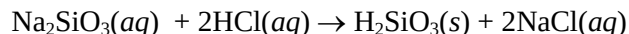
Pemisahan Silika dari Abu Sekam Padi

Kandungan silika pada abu sekam padi dapat diambil dengan melarutkannya ke dalam suatu larutan alkali [8]. Silika dalam abu sekam padi sisa pembakaran batu bata dapat dipisahkan dengan

cara ekstraksi. Pada penelitian ini, ekstraksi dilakukan menggunakan NaOH 2M untuk melarutkan semua garam yang ada dalam abu dan menyisakan residu berupa karbon. Ketika NaOH 2M ditambahkan ke dalam abu sekam padi, terbentuk larutan berwarna cokelat. Setelah dipanaskan sampai mendidih warnanya berubah menjadi hitam. Perubahan warna ini menunjukkan bahwa setelah pemanasan terjadi reaksi pelarutan senyawa-senyawa yang ada dalam abu membentuk garam silikat. Warna hitam berasal dari karbon yang tidak larut. Dalam pelarutan ini terjadi reaksi antara silika dengan NaOH seperti persamaan reaksi berikut.



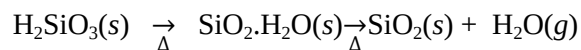
Filtrat yang dihasilkan dari proses ekstraksi selanjutnya ditambahkan dengan HCl untuk mengendapkan silika yang ada. Penambahan HCl dilakukan sampai pH larutan netral, yaitu antara 6,5-7. Silika mulai mengendap pada pH 9. Pada pH netral semua silika yang ada dalam larutan mengendap sedangkan garam-garam lain tetap dalam bentuk larutan. Warna larutan berubah dari hitam menjadi cokelat tua. Endapan yang terbentuk juga berwarna cokelat tua karena masih terdapat pengotor. Endapan yang terbentuk adalah silika dalam bentuk asam silikat, H_2SiO_3 menurut persamaan reaksi berikut.



Gambar 1. Endapan Silika Gel

Setelah disaring, endapan yang dihasilkan dicuci dengan air panas untuk menghilangkan sisa asam dan pengotor lain. Setelah dicuci, warna endapan berubah dari cokelat tua menjadi cokelat muda karena pengotor-pengotor sudah hilang.

Endapan basah merupakan asam silikat, tetapi setelah dikeringkan, endapan berubah menjadi silika monohidrat $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. pemanasan lebih lanjut terhadap silika monohidrat akan menghasilkan silika anhidrat berupa serbuk. Pada proses pemanasan terjadi perubahan warna dari cokelat muda menjadi putih. Hal ini terjadi karena semua air yang ada dalam silika sudah hilang. Reaksi yang terjadi pada proses pemanasan adalah sebagai berikut.

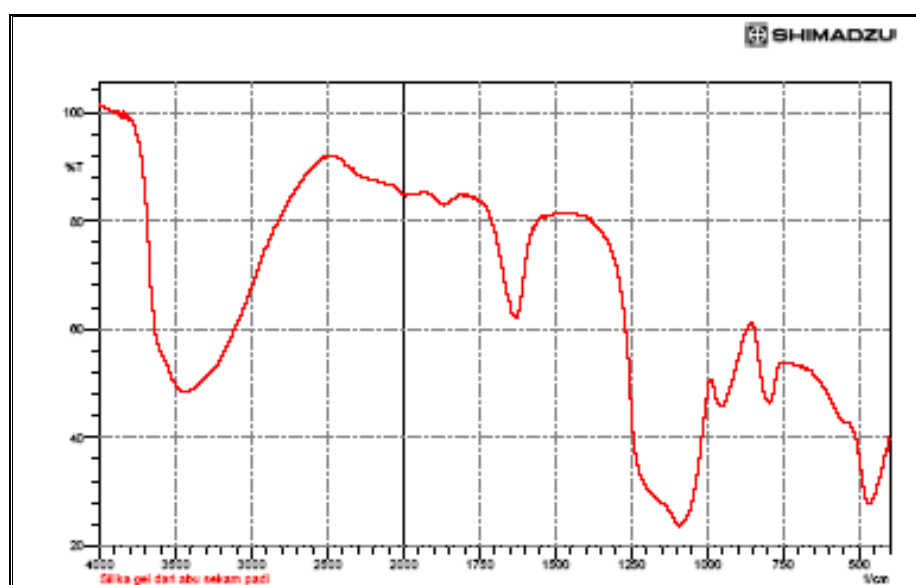


Gambar 2. Silika Gel Hasil Sintesis

Diperoleh silika yang berwarna putih dan berbutiran halus. Jumlah silika yang didapatkan dari 200 gram abu sekam padi sisa pembakaran batu bata adalah 78,602 gram sehingga rendemennya adalah 39,301 %. Kecilnya nilai rendemen silika gel yang dihasilkan kemungkinan disebabkan karena abu sekam padi yang digunakan bercampur dengan abu dari bahan lain yang tidak mengandung silika.

Karakterisasi Silika Gel

Berdasarkan hasil karakterisasi, endapan yang didapatkan merupakan silika karena hasil karakterisasi dengan FT-IR sesuai dengan gugus fungsional silika. Spektrum Silika gel hasil sintesis adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Spektra Inframerah Silika Gel Sintesis

No.	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Jenis Vibrasi
1	3460	Rentangan –OH (Si-OH)
2	1700	Bengkokan –OH (Si-OH)
3	1100	Rentangan asimetris Si-O (Si-O-Si)
4	900	Rentangan –OH (Si-OH)
5	800	Rentangan Asimetri Si-O-Si
6	480	Bengkokan Si-O-Si

Kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan
kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan kesimpulan.

MSDS, 2013, *Material Safety Data Sheet: Silicon dioxide*, (online), <http://www.sciencelab.com/msds.php?msdsId=9924924>, diakses 10 November 2014.

Vogel, 1985, *Analisis Anorganik Kualitatif*. Jakarta: Kalman Media Pustaka.

Priombodo, A., 2008, *Pemanfaatan limbah sekam padi dalam Pembuatan Silika Gel*, (Online), <http://lib.ui.ac.id/file?file=pdf/abstrak-20249647.pdf>, diakses tanggal 5 September 2015.

GINANJAR, R. R., MA'RUF, A., dan MULYADI, A. H., 2014, Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Menggunakan Pelarut NaOH, Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian dan Pengabdian LPPM UMP 2014.

Bakri, 2008, Komponen Kimia dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai SCM Untuk Pembuatan Komposit Semen: *Jurnal Perennial*, Vol. 5 (1): Hal. 9-14.

HUSTON, D. F. 1972. *Rice Chemistry and Technology*. Minnesota: American Association Chemist, Inc.

Soepardi, G., Chaniago, I. A., dan Sudarsono, 1982, Pemanfaatan Sekam, Terak, dan Pasir Kuarsa Sebagai Sumber Silikat Bagi Pertumbuhan Tanaman Padi, Laporan Hasil Akhir Penelitian. LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT, INSTITUT PERTANIAN BOGOR, BOGOR.

AGUNG, G. F., HANAFIE, M. R., dan MARDIANA, P., 2013, Ekstraksi Silika Dari Abu Sekam Padi Dengan Pelarut KOH: *Konversi*, Vol. 2(1): Hal. 28-31.

PUTRO, A. L., dan PRASETYOKO, D., 2007, Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Pada Sintesis Zeolit ZSM-5 Tanpa Menggunakan Templat Organik: *Akta Kimindo*, Vol. 3(1): Hal. 33-36.

MILTAL, D., 1997, Silica From Ash: A Valuable Product From Waste Material, *Resonance*, Vol. 2(7): Hal. 64-66.

PEMBUATAN KERTAS INDIKATOR ALAMI

Heru E. Manafe*, Muhammad Ali Kurniawan, Noni Asmarisa, Sumari

*Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang No.5 Malang*

[*herumanafe@gmail.com](mailto:herumanafe@gmail.com)

ABSTRAK: Kertas lakmus dan indikator universal merupakan indikator yang paling sering digunakan dibandingkan indikator alami. Kurangnya penelitian mengenai indikator alami menyebabkan indikator alami dinilai kurang akurat dan kurang praktis. Padahal indikator alami memiliki harga yang murah dan mudah diperoleh. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas beberapa indikator alami dan membuat indikator alam yang berupa kertas. Prosedur kerjanya diawali dengan melakukan ekstraksi pada daun, bunga, dan buah menggunakan alkohol 70% dan air panas selama 120 menit. Setelah itu dilakukan uji efektivitas hasil ekstraksi ke dalam larutan dengan berbagai pH pada plat tetes. Hasil ekstrak alkohol dari kubis merah, kunyit, dan kembangsepatu menunjukkan perubahan warna yang baik terhadap perubahan pH larutan. Langkah selanjutnya adalah merendam kertas Whatman 1 pada larutan hasil ekstraksi yang telah disiapkan selama 24 jam dan dikeringkan. Tahap terakhir yaitu menguji kertas indikator pada larutan dengan berbagai pH untuk membuat standar warna maka didapatkan kertas indikator berbahan alami.

Kata kunci : *kertas indikator, asam basa*

ABSTRACT: Litmus paper and universal indicator are more common indicator than natural indicators. Natural indicators are considered less accurate and practical due to the lack of research about them. However, natural indicators are cheaper and easier to get than universal indicator. Some natural indicators were made and their effectiveness were studied in this research. Natural indicators were extracted from leaf, flower, and fruit with alcohol 70% and hot water for 120 minutes. A few drops of natural indicators was dropped into solutions with various pH. Natural indicator from red cabbage, turmeric, and hibiscus showed good color changing toward pH variation of solution. Natural indicator paper was made by dipping Whatman 1 paper into natural indicators for 24 hours and dried. The natural indicator was tested in various pH to make color standard.

Keywords: *indicator paper, acid base*

PENDAHULUAN

Asam basa merupakan salah satu materi dalam kimia yang kegunaannya bisa langsung dirasakan. Hal ini menyebabkan asam basa menjadi salah satu materi yang banyak menarik minat siswa. Pembelajaran mengenai asam basa memberikan siswa pengetahuan mengenai sifat suatu zat. Sifat ini harus dipahami agar pemanfaatannya dapat dirasakan.

Untuk mengetahui sifat asam atau basa dari suatu zat, dapat dilihat dari ciri-cirinya. Zat yang tergolong asam memiliki ciri-ciri diantaranya memiliki rasa masam dan bersifat korosif [1]. Sedangkan golongan basa memiliki ciri-ciri diantaranya rasanya pahit dan kaustik [1]. Pengamatan sifat zat berdasarkan rasa ini memiliki banyak keterbatasan, terutama dikarenakan banyak bahan yang beracun atau berbahaya bagi tubuh [2]. Berdasarkan kenyataan ini, para peneliti mencari alat

yang dapat digunakan untuk menentukan keasaman atau kebasaan suatu zat yang disebut dengan indikator.

Indikator adalah zat yang memberikan warna yang berbeda ketika berada pada kondisi asam dan kondisi basa [1,2]. Indikator membantu manusia untuk menentukan keasaman atau kebasaan suatu zat tanpa harus membahayakan tubuh [2]. Indikator untuk membedakan larutan asam atau basa yang paling sering digunakan adalah kertas lakmus. Kertas lakmus dibagi menjadi dua macam yaitu lakmus merah dan lakmus biru. Apabila suatu zat dapat merubah warna lakmus merah menjadi biru, maka zat tersebut bersifat basa. Begitu pula sebaliknya, jika suatu zat dapat merubah warna kertas lakmus biru menjadi merah maka zat tersebut bersifat asam. Indikator lakmus memberikan hasil yang baik untuk menentukan sifat keasaman atau kebasaan suatu zat. Seiring dengan bertambahnya kebutuhan akan informasi mengenai sifat asam maupun basa suatu zat khususnya tingkat keasaman atau kebasaan, lakmus memiliki keterbatasan yaitu tidak dapat membedakan manakah zat yang lebih asam atau basa. Kekurangan indikator lakmus ini kemudian disempurnakan dengan adanya indikator universal. Indikator universal dapat memberikan informasi mengenai pH suatu larutan sehingga tingkat keasaman atau kebasaan suatu zat dapat ditentukan. Indikator universal telah digunakan secara luas untuk menentukan pH larutan baik dalam pembelajaran maupun penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari terkait dengan asam basa. Penggunaan indikator universal secara luas bukan berarti lepas dari kekurangan. Salah satu kekurangan indikator universal yang paling banyak dikeluhkan adalah mahalnnya harga indikator universal.

Salah satu solusi terkait mahalnnya harga indikator universal adalah penggunaan indikator alami. Indikator alami adalah zat yang memberikan warna yang berbeda ketika berada pada kondisi asam dan kondisi basa dan berasal dari alam, biasanya hasil ekstrak bagian dari tumbuhan seperti bunga atau daun. Dari penelitian serupa diketahui beberapa tumbuhan yang dapat digunakan sebagai indikator asam basa seperti, bunga bouganvillea (*Bougainvillea glabra*) [3],kembang sepatu (*Hibiscus rosasinensis*) [3,4],kubis merah (*Brassica oleracea* L.) [5,6], buah jamblang (*Eugenia jambolana*) [7,8], kunyit (*Curcuma longa*) [9,10],daun *Rhoeo discolor* [11], buah murbei (*Morus Alba*) [12], bunga terompet ungu (*Ipomoea biloba*) [13]dan bunga jengger ayam (*Celosia argentea* L.) [14]. Selain berbagai bagian tanaman di atas masih terdapat beberapa tanaman yang dapat dimanfaatkan dan biasa dipakai pada pembelajaran di sekolah sebagai indikator alami asam basa antara lain, daun sirih merah (*Piper ornatum*),dan kulitbuah naga (*Hylocereus polyrhizus*). Indikator alami ini dapat berubah warna pada pH tertentu, oleh karena indikator ini mengandung zat antosianin dan atau curcumin. Antosianin dan curcumin diketahui dapat berubah warna ketika berada pada pH larutan tertentu. Indikator alami telah banyak membantu dalam memberikan informasi mengenai sifat asam basa suatu bahan. Selain itu, indikator alami bersifat ramah lingkungan [13] sehingga hasil buangan atau limbahnya aman.

Kemudahan untuk memperoleh dan murah nya harga membuat indikator alami menjadi pilihan alternatif ketika pendanaan kurang. Namun, bukan berarti indikator alami tidak memiliki kekurangan. Kekurangan indikator alami adalah memiliki trayek pH tertentu dimana tiap tanaman memiliki trayek pH khusus dan kurangnya literatur mengenai trayek pH untuk tiap indikator alami. Hal ini menyebabkan indikator alami biasanya hanya digunakan untuk membedakan sifat asam basa dari suatu larutan. Selain itu, kekurangan indikator alami adalah bentuknya yang berupa cairan. Karena berupa cairan, indikator alami nampak kurang praktis, tidak tahan lama, mudah rusak, dan berbau tidak sedap [15].

Berdasarkan uraian diatas, peneliti telah melakukan penelitian mengenai uji efektivitas beberapa indikator alami serta membuat indikator alami menjadi indikator kering (berbentuk kertas).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah alkohol 70%, HCl, NaOH, aquades, spirtus, kembang sepatu, kunyit, buah naga, daun *Rhoeo discolor*, buah jambang, bunga bougenvil, buah murbei, daun sirih merah, kubis merah, bunga jengger ayam, bunga terompet ungu, whatman 1, dan indikator universal.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah plat tetes, pipet tetes, mortal, pastel, botol semprot, labu takar, pipet volum, pinset, pembakar spirtus, kaki tiga, kasa, pH meter dan beker.

Prosedur

Uji efektivitas indikator alami pada larutan pH 1-14

Daun, bunga, dan buah yang akan diuji dibersihkan terlebih dahulu dan kemudian dihancurkan menggunakan mortal dan pastel. Selanjutnya daun, bunga, dan buah yang telah dihancurkan tersebut diekstraksi menggunakan menggunakan 2 jenis pelarut yakni alkohol dan air panas selama ± 30 menit. Hasil ekstraksi yang didapat di saring dan diuji efektivitas ke dalam larutan dengan berbagai pH (1-14) pada plat tetes.

Pembuatan kertas indikator berbahan alami

Menyiapkan larutan ekstraksi kembang sepatu, kunyit, dan kubis merah menggunakan pelarut alkohol 70%. Kemudian merendam kertas Whatman 1 pada larutan hasil ekstraksi yang telah disiapkan selama $\pm 1 \times 24$ jam. Kertas Whatman 1 yang telah direndam tersebut dikeringanginkan dan dipotong kecil-kecil. Langkah terakhir adalah menguji kertas indikator pada larutan dengan

berbagai pH (pH 1-14) untuk membuat standar perubahan warna.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji efektifitas indikator alami pada larutan pH 1-14

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, diperoleh perubahan warna pada beberapa indikator sebagai berikut.

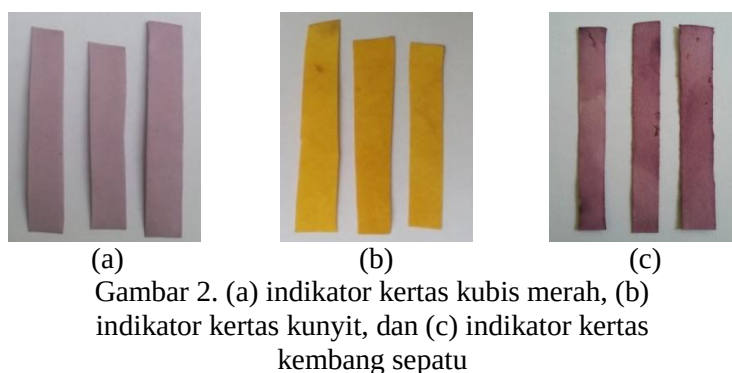
Bunga jengger ayam pada pelarut air	Bunga jengger ayam pada pelarut alkohol
Kunyit pada pelarut air	Kunyit pada pelarut alkohol
Bunga sepatu pada pelarut air	Bunga sepatu pada pelarut alkohol
Bunga bougenvil pada pelarut air	Bunga bougenvil pada pelarut alkohol
Kubis merah pada pelarut air	Kubis merah pada pelarut alkohol
Buah jambulang pada pelarut air	Buah jambulang pada pelarut alkohol
Daun sirih merah pada pelarut air	Daun sirih merah pada pelarut alkohol
Daun <i>Rhoeo discolor</i> pada pelarut air	Daun <i>Rhoeo discolor</i> pada pelarut alkohol
Kulit buah naga pada pelarut air	Kulit buah naga pada pelarut alkohol
Bunga terompet ungu pada pelarut air	Bunga terompet ungu pada pelarut alkohol
Buah murbei pada pelarut air	Buah murbei pada pelarut alkohol

Gambar 1. Perubahan warna dari beberapa indikator alami saat diuji pada pH 1-14. (dari kiri ke kanan)

Perubahan warna di atas menunjukkan setiap indikator dapat bekerja optimum pada pelarut tertentu. Beberapa indikator yang bekerja lebih baik pada pelarut air diantaranya kembang sepatu, kubis merah, dan bunga terompet ungu. Sedangkan indikator yang bekerja optimum pada pelarut alkohol 70% diantaranya jengger ayam, kunyit, bougenvil, daun sirih merah, kulit buah naga, buah jamblang, buah murbei, daun *Rhoeo discolor*. Berdasarkan hasil pengamatan indikator-indikator di atas, peneliti memilih tiga ekstrak tanaman yang akan digunakan dalam pembuatan kertas indikator yaitu ekstrak kunyit, bunga sepatu, dan kubis merah. Pemilihan ketiga ekstrak tanaman ini didasarkan pada perubahan warna yang paling baik terhadap larutan dengan berbagai pH.

Pembuatan kertas indikator berbahan alami

Pembuatan kertas indikator dilakukan dengan perendaman kertas Whatman 1 pada ekstrak tanaman. Sesuai dengan penelitian Nikam [16], kertas Whatman 1 dianggap lebih baik dalam menyerap warna dibandingkan dengan Whatman 41 atau kertas saring biasa. Di sisi lain, pelarut yang digunakan dalam proses perendaman adalah alkohol 70%. Hal ini dikarenakan alkohol 70% lebih cepat menguap dibandingkan air sehingga pengeringan kertas indikator berlangsung lebih cepat. Proses pengeringan dilakukan pada suhu ruang untuk menjaga agar zat warna pada indikator tidak rusak. Kertas indikator yang telah kering dapat dilihat pada gambar berikut.



Langkah terakhir dari pembuatan kertas indikator ini adalah penentuan standar warna untuk masing-masing pH larutan. Standar warna untuk kubis merah, kunyit, dan kembang sepatu dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Indikator kertas yang telah ditetesi dengan larutan ber-pH 1-14 (berturut dari kiri ke kanan larutan pH 1-14 dandari atas ke bawah kertas indikator kubis merah, kunyit, dan kembang sepatu).

Standar warna digunakan untuk menentukan pH larutan yang belum diketahui dengan cara mencocokkan warna pada kertas indikator yang telah dicelupkan. Setiap kertas indikator memiliki

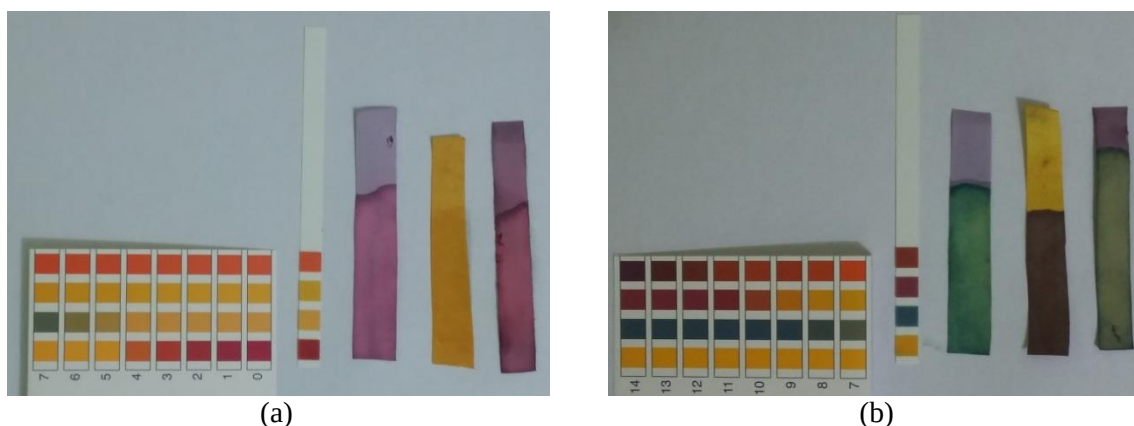
pola perubahan warna yang berbeda. Kertas indikator kubis merah mengalami perubahan warna merah muda (pH 1) – ungu (pH 2-7) – biru (pH 8-11) – hijau (pH 12) dan kuning (pH 13-14). Sedangkan kertas indikator kunyit perubahan warnanya dari kuning (asam) – cokelat (basa). Kertas indikator kembang sepatu perubahan warnanya merah muda (pH 1-2) – ungu (pH 3-7) – biru (pH 8-11) – kuning (12-14).

Tabel 1. Perbandingan warna ekstrak tumbuhan dan kertas indikator pada pH 1 dan 14.

Tumbuhan	Ekstrak tumbuhan			Kertas indikator		
	Warna asli	pH 1	pH 14	Warna asli	pH 1	pH 14
Kubis merah	Ungu	Merah muda	Kuning	Ungu	Merah muda	kuning
Kunyit	Kuning	Kuning muda	Cokelat kehitaman	Kuning	Kuning muda	Cokelat
Kembang sepatu	Ungu	Merah muda	Coklat	Ungu	Merah muda	Kuning kecokelatan

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa kertas indikator dapat bekerja dengan baik. Hal ini dapat dilihat pada perubahan warna kertas indikator pada pH 1 dan 14. Selain itu, kertas indikator yang dihasilkan memiliki warna yang sama dengan warna hasil ekstrak tumbuhan, misalnya kertas indikator dari kubis merah memiliki warna ungu menyerupai warna ekstrak kubis merah. Namun, perubahan warna pada kertas indikator menunjukkan perbedaan dengan hasil ekstrak tumbuhan salah satunya adalah indikator kembang sepatu. Perubahan warna ekstrak kembang sepatu pada pH 1 dan 14 adalah merah muda dan coklat kehitaman, sedangkan kertas indikator memberikan perubahan warna merah muda dan kuning kecokelatan. Akibatnya, dalam penentuan pH menggunakan kertas indikator diperlukan standar warna yang dibuat dengan mengujikan kertas indikator pada berbagai pH.

Untuk menguji keakuratan indikator kertas yang telah dihasilkan maka dibandingkan dengan indikator universal pada dua larutan yang belum diketahui pH. Adapun hasil yang diperoleh sebagai berikut.



Gambar 4. (a) Perubahan warna indikator universal dan kertas indikator alami setelah dicelupkan ke larutan bersifat asam dan (b) perubahan warna indikator universal dan

indikator alami kertas setelah dicelupkan ke larutan bersifat basa.

Larutan bersifat asam yang digunakan adalah larutan cuka dan setelah diukur menggunakan indikator universal didapatkan hasil bahwa larutan tersebut mempunyai pH sebesar 2. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh kertas indikator berbahan kubis, kunyit, dan kembang sepatu, ketika dibandingkan dengan warna standard di atas maka didapatkan hasil pH larutan tersebut adalah 2. Sedangkan untuk larutan basa yang digunakan adalah larutan detergen dan setelah diukur menggunakan indikator universal didapatkan pH larutan tersebut adalah 12. Kertas indikator alami juga didapatkan pH larutan tersebut adalah 12. Berdasarkan hasil percobaan tersebut dapat diketahui bahwa kertas indikator memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dalam menentukan pH larutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa setiap indikator alami dapat bekerja optimum pada pelarut tertentu. Selain itu, hasil uji efektivitas beberapa indikator alami menunjukkan kubis merah, kunyit dan kembang sepatu merupakan indikator alami yang efektif dalam menentukan pH suatu larutan sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kertas indikator.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, R., and Overby, J., 2011, *General Chemistry: The Essential Concept* (6th edition), Mc Grow-Hill Companies, New York, 105.
- Brady, J. E., Jespersen, N. D., and Hyslop, A., 2012, *Chemistry: The Molecular Nature of Matter* (6th edition), John Wiley and Sons Inc., New Jersey.
- Tarnam, Y.A., and Nizwan, Z. S., 2014, Study of invitro antioxidant, anti inflammatory and acid-base indicator properties of flower extracts obtained from five tradisional plants, *International Jurnal of Allied Medical Science and Clinical Research*, Vol. 2(2), 169-179.
- Gupta, P., Jain, P., and Jain, P. K., 2012, Isolation of Natural Acid base indicator from the flower sap of Hibiscus rosasinensis, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, Vol. 4(12), 4957-4960
- Jaspreet, S., Kanika, A., Parminder, N., and Geeta, D., Herbal Indicators as an Upcoming Trend in Titrimetric Analysis, *International Research Journal of Pharmacy*, Vol. 2(4), 177-179
- Pruetong, S., Saijeen, S., and Thongfak, K., 2009, *Prosiding Seminar Internasional: International Conference on the Role of Universities ini Hands On Education Rajamagala University of Technology Lanna*, ISBN: 978-974625-503-5, 363-369.
- Jadhav, R. L., Mahajan, N. S., Pimpodkar, N. V., and Magdum, C. S. A., 2008, Use of Eugenia Jambolana Fruit Extract as a Natural Indicator in Acid Base Titration, *International Journal of Chemical Sciences*, Vol. 6(2): 637-642.
- Singh, S., Bothara, S. B., Singh, Sangeeta, and Patel, R., 2012, Preliminary Pharmaceutical Characterization of Fruits as Natural Indicators: Acid-base Titration, *Inventi Rapid: Pharm Ana & Qual Assur*, Vol. 2012, Issue 2 diakses 17/10/2015 23.00
- http://www.researchgate.net/publication/247158552_Preliminary_Pharmaceutical_Characterization_of_Fruits_as_Natural_Indicators_Acid-base_Titration.
- Breedlove, C. H., 1995, Turmeric as an Acid-Base Indicator, *Journal Chemistry Education*, Volume 72 (6), 540.

- Harjanti, R. S., 2008, Pemungutan Kurkumin dari Kunyit (*Curcuma domestica* val.) dan Pemakaiannya Sebagai Indikator Analisis Volumetri, *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol. 2, No. 2, 49-54 diakses pada 17/10/2015. 23.00<http://journal.ugm.ac.id/jrekpros/article/view/557>
- Padmaningrum, R. T., 2011, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta Karakter Ekstrak Zat Warna Daun Rhoeo Discolor Sebagai Indikator Titrasi Asam Basa*.
- Pathade, K.S., Patil, S.B., Kondawar, M.S., Naikwade, N.S. and Magdum, C.S., 2009, Morus Alba Fruit- Herbal alternative to synthetic Acid Base Indicators, *International Journal of ChemTech Research*, Vol. 1 (3), 549-551
- Abbas, Sajin Kattuvilakam, 2012, Study of acid-base indicator property of flowers of Ipomoea biloba, *International Current Pharmaceutical Journal*, Vol. 1(12), 420-422
- Kawade, R. M., Ghiware, N. B., Dhavan, N. P., Kumare, M. M., Vadvalkar, S. M., and Kale, S. A., 2014, Use of Celosia argentea Linn aqueous Flower Extract as a Natural Indicator in Acid Base Titration, *International Journal of Pharm Tech Research*, Vol. 6(1), 80-83.
- Marwati, S., 2010, *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA: Aplikasi Beberapa Ekstrak Bunga Berwarna sebagai Indikator Alami pada Titrasi Asam Basa*.
- Nikam, Vaibhav G., Kulkarni, Vishal B., Nikam, Prashant D., Mulik, Ganpatrao N., Salunkhe, Suresh T. and Sartape, Ashish S., 2014, Study of Nerium Odoratum as Natural, Economical and Effective Alternative to Synthetic Indicator and Litmus Paper, *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*, Vol. 3 (2), 440-444

STUDI KADAR Aluminium (Al), Besi (Fe), Mangan (Mn), Ion Nitrat (NO_3^-), Ion Nitrit (NO_2^-), Kesadahan (CaCO_3), Ion Klorida (Cl^-), dan pH DALAM AIR MINUM ISI ULANG DI SEKITAR KAMPUS UNIVERSITAS NEGERI MALANG

Okky Krisdiantoro^a, Bayu Bramasta Giri^b, Budi Riani^c, Sumari^d

^a SMA ISLAM YAKIN Tuter Pasuruan

Jl. Gajahmada No. 26 Wonosari, Tuter, Pasuruan, Jawa Timur

^b SMAN 5 Kota Madiun

Jl. Mastrip No. 29 Kota Madiun, Jawa Timur

^c SMKN 1 Kota Madiun

Jl. MH. Thamrin No. 1 Kota Madiun, Jawa Timur

^d FMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5, Malang, Jawa Timur

E-mail : okkykrisdiantoro@gmail.com

ABSTRAK: Air merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Oleh sebab itu hal-hal yang berkaitan dengan masalah air patut dicermati lebih lanjut, terutama untuk kebutuhan air minum. Ditinjau dari sudut ilmu kesehatan masyarakat, penyediaan sumber air bersih harus dapat memenuhi kebutuhan masyarakat karena persediaan air bersih yang terbatas memudahkan timbulnya penyakit di masyarakat. Konsumsi Air Minum Isi Ulang (AMIU) di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir ini mengalami peningkatan. Kondisi ini ditunjang oleh semakin buruknya kondisi air di beberapa kota besar. Tingkat ketergantungan masyarakat pada AMIU semakin tinggi dikarenakan semakin sulitnya penyediaan air layak konsumsi serta modernisasi yang menuntut kepraktisan kebutuhan hidup menyebabkan pergeseran kebiasaan dan perilaku manusia. Kondisi ini menimbulkan banyak berdirinya depo AMIU, namun lemahnya pengawasan produk makanan dan minuman di Indonesia membuka peluang produsen untuk melakukan berbagai kecurangan yang tentunya akan membawa dampak terhadap kesehatan. Penelitian ini bertujuan menentukan kadar Aluminium (Al), Besi (Fe), Mangan (Mn), Ion Nitrat (NO_3^-), Ion Nitrit (NO_2^-), Kesadahan (CaCO_3), Ion Klorida (Cl^-), dan pH dalam Air Minum Isi Ulang di sekitar kampus Universitas Negeri Malang. Pengambilan sampel sebagai sasaran penelitian ini diperoleh dari 5 depo AMIU yang diambil secara acak yang berada disekitar Universitas Negeri Malang. Sampel yang telah diperoleh kemudian dianalisa yang meliputi 8 parameter kimia di laboratorium Dinas Kesehatan Kota Malang dan laboratorium SMKN 3 Kota Madiun. Hasil analisis pada beberapa parameter AMIU di depo sekitar Universitas Negeri Malang meliputi kadar Aluminium (Al), Besi (Fe), Mangan (Mn), Ion Nitrat (NO_3^-), Ion Nitrit (NO_2^-), Kesadahan (CaCO_3), Ion Klorida (Cl^-), dan pH telah memenuhi standart baku mutu air minum sesuai dengan PERMENKES RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010. Dengan demikian, air minum pada depo isi ulang di sekitar kampus Universitas Negeri Malang bisa dijadikan pilihan dalam pemenuhan kebutuhan air minum dengan harga yang lebih terjangkau.

Kata kunci: *Studi kadar, Parameter kimia, Air minum isi ulang*

ABSTRACT: *Water is the most important thing in life after air. Therefore, matters relating to the problem of water deserves further scrutiny, especially for drinking water needs. Evaluated from the aspect science of public health, the provision of clean water sources must be able to meet the needs of the community because of the limited supply of clean water facilitates the onset of disease in the community. Refill Water (AMIU) consumption in Indonesia in recent years has increased. This condition is supported by the worsening water conditions in some major cities. Refill Water (AMIU) community dependence on the higher due to the difficulty of supplying water unfit for consumption as well as the modernization of the necessities of life that demands practicality led to a shift in habits and human behavior. These conditions cause many establishment Refill Water (AMIU) depot, but weak supervision of food and beverage products in Indonesia opened up opportunities for manufacturers perform a variety of fraud, which would certainly have an impact*

on health. This study aims to determine the levels of aluminum (Al), iron (Fe), manganese (Mn), nitrate ion (NO_3^-), Ion Nitrite (NO_2^-), Hardness (CaCO_3), Ion Chloride (Cl), and pH in Water Recharging drink around the campus of the State University of Malang. Sampling as the target of this study was obtained from 5 depots AMIU taken randomly located around the State University of Malang. Samples were obtained and analyzed covering 8 chemical parameters in Malang City Health Department laboratory and laboratory SMK 3 Madiun. Results of analysis on several parameters AMIU at depots around the State University of Malang include levels of aluminum (Al), iron (Fe), manganese (Mn), nitrate ion (NO_3^-), Nitrite ion (NO_2^-), Hardness (CaCO_3), Chloride Ion (Cl), and the pH has met the standard of drinking water quality standards in accordance with PERMENKES No. 492 / Menkes / PER / IV / 2010. Thus, drinking water to refill depots around the campus of the State University of Malang can be a choice in the fulfillment of drinking water needs at a more affordable price.

Keywords : *study of level, chemical parameters, refill water*

PENDAHULUAN

Dewasa ini, air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian yang serius. Untuk mendapat air yang baik sesuai dengan standar tertentu, saat ini menjadi barang yang mahal, karena air sudah banyak tercemar oleh bermacam-macam limbah dari berbagai hasil kegiatan manusia. Sehingga secara kualitas, sumber daya air telah mengalami penurunan. Demikian pula secara kuantitas, yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat.

Saat ini, proses produksi air bersih yang dapat diminum telah menjadi perhatian dunia untuk memenuhi peningkatan populasi dan kebutuhan air bersih yang melebihi persediaan sumber air minum konvensional. Untuk sumber air minum, rumah tangga di Indonesia menggunakan air kemasan, air isi ulang/depo air minum, air ledeng baik dari PDAM maupun membeli eceran, sumur bor/pompa, sumur terlindung, mata air (baik terlindung maupun tidak terlindung), penampungan air hujan dan air sungai/irigasi. Seiring dengan berkurangnya sumber mata air bersih, bisnis depo air minum isi ulang semakin berkembang pesat. Tingginya aktivitas dan kebutuhan akan efisiensi menjadi faktor pendorong diperlukannya air minum yang praktis. Depo air minum isi ulang adalah suatu usaha yang menyediakan air minum yang di isi ulang. Dengan margin profit yang cukup tinggi, mendorong munculnya depo air minum isi ulang dimana mana.

Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, menyatakan bahwa air minum yang aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan 1) Fisik, yaitu air yang memenuhi persyaratan fisik adalah air yang tidak berbau, tidak berasa, tidak berwarna, tidak keruh atau jernih, dan dengan suhu sebaiknya dibawah suhu udara sedemikian rupa sehingga menimbulkan rasa nyaman, dan jumlah zat padat terlarut (TDS) yang rendah (Mandasary,2009); 2) Biologi, air minum harus bebas dari bakteri dan virus; dan 3) kimia, Air minum yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain kesadahan, zat organik (KMnO_4), Besi (Fe), Mangan (Mn), derajat keasaman (pH), dan zat-zat kimia lainnya. Kadar maksimum zat kimia yang diijinkan tercantum dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.

492/Menkes/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum dan Standard Nasional Indonesia. Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material yang digunakan manusia.

Adanya depo isi ulang sangat membantu masyarakat dalam memenuhi kebutuhan air minum. Dengan harga yang relatif terjangkau, air isi ulang ini sangat membantu masyarakat golongan menengah ke bawah dalam memenuhi kebutuhan air minum. Hal ini menjadi peluang usaha yang memiliki prospek yang sangat bagus. Menurut data dari Dinas kesehatan kota malang, Menurut data dinas kesehatan kota malang, ada 161 pelaku usaha depo air minum isi ulang (AMIU) yang berada di kota Malang saat ini. Sumber air baku yang digunakan pada umumnya di peroleh dari sumber air di kabupaten Pasuruan. Dinas kesehatan kota malang menyarankan kepada pelaku usaha untuk melakukan uji kualitas air minum isi ulang (AMIU) secara berkala di laboratorium Uji kualitas air milik dinas kesehatan. Pengujian dilakukan secara rutin setiap 1-3 bulan sekali. Akan tetapi keterlaksanaan pengujian secara berkala ini banyak mengalami kendala sehingga pihak dinas kesehatan kesulitan memantau kelayakan air minum isi ulang yang ada di kota malang.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan tentang gambaran kualitas air minum yang disediakan oleh depo isi ulang ditinjau dari parameter fisika dan kimia. Karena keberadaan depo isi ulang air minum ini sangat membantu ketersediaan air minum bagi masyarakat perkotaan, terutama di daerah padat penduduk seperti kawasan sekitar kampus Universitas Negeri Malang. Sehingga masyarakat bisa memiliki gambaran konkrit kualitas air minum di depo isi ulang ditinjau dari parameter fisika dan kimia.

A. METODE PENELITIAN

1. Strategi Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian observasional dengan pendekatan crossectional yang bertujuan untuk melihat hubungan kualitas air minum isi ulang (AMIU) terutama parameter kimia dengan standar yang telah ditetapkan pemerintah melalui Permenkes.

2. Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah depo isi ulang air minum di sekitar kampus Universitas Negeri Malang. Sampel yang diambil sebanyak lima depo yang tersebar di kelurahan gadingkasri, kelurahan, karangbesuki, kelurahan sumbersari, dan kelurahan ketawanggede.

3. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai dengan Oktober 2015. Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian kualitas air milik Dinas Kesehatan Kota Malang.

4. Teknik Pengujian

Tabel 1. Teknik pengujian kualitas air minum untuk parameter fisika dan kimia

No	Parameter	Teknik Pengujian	Standar SNI
	A. FISIKA		
1	Bau	Organoleptis	
2	Total Zat Padat Terlarut	Elektrometri	
3	Daya Hantar Listrik	Elektrometri	
4	Kekeruhan	Nephelometri	
5	Suhu	Elektrometri	
6	Rasa	Organoleptis	
	B. KIMIA		
1	Aluminium (Al)	Eriokron Sianin	SNI 06-6989(1).35-2005
2	Nitrat (NO_3^-)	Brusin	SNI 06-2480-1991
3	Nitrit (NO_2^-)	Diazotasi	SNI 06-6989.9-2004
4	Besi (Fe)	Fenantrolin	SNI 06-6989.4-2004
5	Mangan (Mn)	Persulfat	SNI 06-6989.22-2004
6	Kesadahan (CaCO_3)	Komplesometri	SNI 06-6989.12-2004
7	Klorida (Cl^-)	Argentometri	SNI 06-6989.19-2004
8	pH	Elektrometri	SNI 06-6989.11-2004
9	Sisa klor	Komparatif	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bedasarkan hasil pengamatan kualitas air minum parameter kimia secara analisis laboratorium pada sampel air yang bersumber dari 5 depo air minum isi ulang yang berada di sekitar Universitas Negeri Malang seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji parameter fisika dan kimia kualitasair minum isi ulang pada depo yang berada di sekitar kampus Universitas Negeri Malang.

Dari data dalam tabel 2 diatas,kadar 8 macam zat yang menjadi parameter kimia berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan dalam PERMENKES RI NO. 492/MENKES/PER/IV/2010. Begitu juga dengan parameter fisika yang telah memenuhi standar baku air minum.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian kualitas air pada kelima sampel diatas, dapat disimpulkan bahwa air minum isi ulang di depo sekitar kampus Universitas Negeri Malang memenuhi standar baku air minum ditinjau dari parameter fisika dan kimia menurut PERMENKES RI NO. 492/MENKES/PER/IV/2010. Dengan harga yang terjangkau dan kualitas air minum isi ulang yang memenuhi standar baku maka air isi ulang pada depo di sekitar kampus Universitas

N O	PARAMETER	SAT	HASIL UJI					BATAS SYARAT AIR MINUM PERMENKES RI NO. 492/MENKES/ PER/IV/2010	METODE	KET
			SAMPEL							
			A	B	C	D	E			
	A. FISIKA									
1	Bau	-	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Tidak Berbau	Organoleptis	MS
2	Total Zat Padat Terlarut	mg/L	111	163	153	144	144	500	Elektrometri	MS
3	Daya Hantar Listrik	μ.mh o	138	203	191	180	181	-	Elektrometri	MS
4	Kekeruhan		0	0	0	0	0	5	Nephelometri	MS
5	Suhu	°C	25	25	25	25	25	Suhu udara ± 3°C	Elektrometri	MS
6	Rasa		Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Tidak Berasa	Organoleptis	MS
	B. KIMIA									
1	Aluminium	mg/L	-	-	-	-	-	0.2	Eriokron Sianin	MS
2	Nitrat (NO ₃ ⁻)	mg/L	3.5498	16.0025	17.9163	6.0292	10.4313	50	Brusin	MS
3	Nitrit (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.0558	0.0207	0.0245	0.0039	0.0054	3	Diazotasi	MS
4	Besi (Fe)	mg/L	0.0001	0.0001	0.0291	0.0001	0.0001	0.3	Fenantrolin	MS
5	Mangan (Mn)	mg/L	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.4	Persulfat	MS
6	Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	94	106	99	101	92	500	Komplesometri	MS
7	Klorida (Cl ⁻)	mg/L	6.8885	6.8885	6.6509	7.3517	7.3517	250	Argentometri	MS
8	pH	-	7.7	6.9	7.7	7.4	7.4	6.5-8.5	Elektrometri	MS
9	Sisa klor	mg/L	-	-	-	-	-	5	Komparatif	MS

Negeri Malang bisa dijadikan salah satu pilihan dalam pemenuhan kebutuhan air minum yang berkualitas.

SARAN

1. Bagi Masyarakat
 - a. Dalam memilih depo tempat mengisi ulang air minum disarankan untuk melihat hasil uji laboratorium yang dimiliki.
 - b. Sebaiknya setelah membeli air minum isi ulang sebelum dikonsumsi haruslah direbus terlebih dahulu
2. Bagi Pelaku Usaha Depo air minum
 - a. Sebaiknya air minum yang diproduksi di analisis dan melaporkan hasilnya secara berkala kepada dinas kesehatan
 - b. Pelaku usaha melakukan perbaikan secara berkala untuk alat yang digunakan.
 - c. Cuci tangan sebelum melakukan pengisian air minum isi ulang
 - d. Tidak menyimpan air minum isi ulang yang diproduksi
3. Bagi Pemerintah
 - a. Selalu melakukan kontrol terhadap kualitas air minum isi ulang
 - b. Melakukan penyuluhan kepada pelaku usaha depo air minum isi ulang

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim , 2006. *Prosedur Pengujian Parameter Kualitas air*. Jurusan Kimia FMIPA. Malang : Universitas Negeri Malang.
- Deril, M., *Uji Parameter Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) Di Kota Surabaya*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan , (6) 1 : 55-60.
- Fadil, M.S 2011. *Kajian Beberapa Aspek Parameter Fisik Kimia Air Dan Aspek Fisiologis Ikan Yang Ditemukan Pada Aliran Buangan Pabrik Karet Di Sungai Batang Arau*. Samarinda : Program Pascasarjana Universitas Mulawarman.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 66 Tahun 2014 Tentang *Kesehatan Lingkungan*.
- Putri, A.D.N. 2013. *Analisis Kandungan Besi Di Badan Air Dan Sedimen Sungai Surabaya*. Skripsi. Malang : Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Sitorus, S. 2009. *Analisis Kualitas Air Minum Melalui Proses Ozonisasi, Ultraviolet Dan Reverse Osmosis*. Jurnal Kimia, Samarinda. : Jurusan Kimia Universitas Mulawarman.
- Sudadi, P., 2003. *Penentuan Kualitas Air Tanah Melalui Analisis Unsur Kimia Terpilih* . Buletin Geologi Tata Lingkungan, (13) 2 . September 2003 : 81-89.

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KARAKTER NANOPARTIKEL γ -Fe₂O₃ PADA SINTESIS SECARA ELEKTROKIMIA

Fauziatul Fajaroh*, I Wayan Dasna

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5 Malang 65145

*Corresponding author's email: fauziatul.fajaroh.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK: Nanopartikel γ -Fe₂O₃ (maghemite) merupakan salah satu material yang banyak dimanfaatkan sebagai adsorben ataupun katalis. Salah satu metode sintesis nanopartikel maghemite adalah metode elektrokimia. Sintesis nanopartikel maghemite secara elektrokimia dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan elektrolit larutan Fe(NO₃)₃ dalam etanol dan electrode karbon pada 40-70V dengan jarak antar electrode 1-3cm. Tujuan penelitian adalah mempelajari pengaruh voltase dan jarak antar electrode terhadap karakter partikel yang dihasilkan. Sintesis dilakukan dengan konsentrasi elektrolit yang konstan (0,02 M). Proses sintesis dilakukan selama 3 jam. Partikel maghemite (γ -Fe₂O₃) terbentuk pada permukaan katoda berupa serbuk coklat. Maghemite (γ -Fe₂O₃) yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*), dan BET (*Brunauer- Emmet-Teller*). Berdasarkan hasil sintesis dan karakterisasi, disimpulkan bahwa : karakter nanopartikel maghemite dipengaruhi oleh voltase dan jarak antar electrode, semakin besar voltase dan semakin kecil jarak antar electrode, semakin besar ukuran partikel yang dihasilkan. Nanopartikel maghemite yang dihasilkan bermorfologi bola, berukuran rata-rata sekitar 18nm dan bersifat ferromagnetik. Nanopartikel yang disintesis pada 40 V dengan jarak antar electrode 1cm menunjukkan luas permukaan spesifik 235,473m²/g. Cara ini merupakan cara sederhana dalam memproduksi nanopartikel, khususnya maghemite.

Kata kunci: γ -Fe₂O₃, nanopartikel, sintesis secara elektrokimia

ABSTRACT: Nanoparticles γ -Fe₂O₃ (maghemite) is one material that is widely used as adsorbent or catalyst. One method of synthesis of the nanoparticles is electrochemical method. Electrochemical synthesis of maghemite nanoparticles in this study was done by using the solution of Fe (NO₃)₃ in ethanol as electrolyte and carbon as electrodes at 40-70V with electrode spacing between 1-3cm. The research objective was to study the effect of voltage and distance between electrodes to the character of the resulting particles. Synthesis was done with a constant electrolyte concentration (0.02M). The synthesis process carried out for 3 hours. Particle of maghemite (γ -Fe₂O₃) was formed on the surface of the cathode in the form of brown powder. Maghemite (γ -Fe₂O₃) was then characterized by XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*), and BET (*Brunauer- Emmet-Teller*). Based on the results of the synthesis and characterization, it was concluded that: the character of maghemite nanoparticles is affected by the voltage and distance between electrodes, the greater the voltage and the smaller the distance between the electrodes, the larger the size of the particles were produced. Maghemite nanoparticles that was produced in spherical morphologies, the average size is approximately 18nm and ferromagnetic. The nanoparticles were synthesized at 40 V with a 1cm electrode spacing showed the specific surface area of 235,473m² / g. This method is a simple way to produce nanoparticles, especially maghemite.

Keywords: γ -Fe₂O₃, nanoparticles, electrochemical synthesis

PENDAHULUAN

Nanosain dan teknologi merupakan ilmu dan rekayasa dalam sintesis material, struktur fungsional, maupun piranti dalam skala nanometer. Material dengan ukuran nanometer memiliki sifat kimia dan fisika yang lebih unggul dibandingkan material berukuran besar (*bulk*). Salah satu nanomaterial yang menarik untuk dikembangkan adalah nanopartikel magnetik, seperti *magnetite* (Fe_3O_4) dan *maghemite* ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [1].

Nanopartikel magnetik memiliki peranan penting dalam perkembangan teknologi. Sifat magnetiknya dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi diberbagai bidang. Dalam dunia industri, nanopartikel magnetik telah digunakan sebagai katalis pada reaksi-reaksi penting, meliputi sintesis NH_3 , desulfurasi gas alam, dehidrogenasi etil benzena menjadi stirena, sintesis Fisher-Tropsch untuk hidrokarbon, oksidasi alkohol, pembuatan butadiena dalam skala besar dan dapat mengkatalisis reaksi oksidasi dan reduksi [2]. Material tersebut juga digunakan sebagai pigmen cat, keramik dan porselen, karena stabil dan tahan terhadap asam dan alkalis [1]. Di bidang lingkungan, nanopartikel magnetik juga dapat diaplikasikan sebagai adsorben dari zat-zat pencemar [3].

Luasnya aplikasi nanopartikel magnetik, khususnya *maghemite*, dalam berbagai bidang tersebut mendorong dikembangkannya berbagai metode sintesis dengan tujuan untuk menghasilkan nanomaterial dengan karakter seperti yang diinginkan. Metode dan kondisi sintesis berpengaruh terhadap karakter partikel tersebut seperti ukuran dan bentuk, distribusi ukuran, sifat permukaan partikel, serta kristalinitas dan kemagnetan dari nanopartikel yang dihasilkan [2]. Metode sintesis nanopartikel *maghemite* yang selama ini banyak dikembangkan adalah ko-presipitasi karena kesederhanaannya dan hasilnya yang memadai. Namun karena sintesis yang dilakukan dengan penambahan alkali pada campuran garam besi (II) dan (III) berlangsung spontan, maka sulit untuk mengontrol proses kristalisasinya sehingga seringkali menghasilkan partikel yang *polidisperse* dan *teraglomerasi*[4].

Sintesis nanopartikel *maghemite* dengan metode elektrokimia menawarkan beberapa keunggulan, antara lain sederhana dan mudah dilakukan, tidak mahal, cepat, tidak memerlukan suhu tinggi, serta mudah dikontrol [3]. *Maghemite* dapat dideposisikan di anode atau katode, sebagai lapisan (nanostruktur) atau partikel (nanopartikel) bergantung pada kondisi reaksi. Pascal dkk mendeposisikan nanopartikel *maghemite* yang bersifat amorf di anode dengan rentang ukuran 3-8 nm dengan cara elektro-oksidasi besi dalam larutan tetraoktilamonium bromida yang dilarutkan dalam *N,N*-dimetilformamida (DMF) pada voltase 1,8 sampai 4 V dengan besi sebagai electrode [5]. Selain berperan sebagai elektrolit, ion tetraoktilsekaligus bertindak sebagai surfaktan yang akan teradsorpsi pada permukaan partikel sehingga partikel terhindar dari aglomerasi. Dengan demikian dapat diperoleh partikel-partikel yang monodispersi. Namun di sisi lain, adsorpsi surfaktan pada

permukaan justru menurunkan performansi partikel dalam berbagai aplikasi. Untuk menghindari hal ini, diperlukan suatu tindakan khusus (misalnya pemanasan) untuk menghilangkan surfaktan tersebut.

Sintesis maghemite secara elektrokimia tanpa surfaktan telah dilakukan oleh Park dkk yang menggunakan larutan FeCl_3 sebagai elektrolit dengan baja sebagai elektrode dengan rapat arus $150 - 2000 \text{ mA cm}^{-2}$ [3]. Hasil yang diperoleh adalah partikel maghemite yang berdiameter $7 - 23 \text{ nm}$ yang bersifat feromagnetis yang kemudian diaplikasikan sebagai adsorben dari As (V).

Berdasarkan kedua penelitian di atas, tampak bahwa parameter elektrokimia, seperti jenis dan konsentrasi elektrolit, jenis elektrode, voltase atau rapat arus yang diaplikasikan berpengaruh terhadap produk yang dihasilkan. Parameter-parameter elektrokimia ini, termasuk jarak antar elektrode, juga ditemukan berpengaruh terhadap karakter nanopartikel magnetite (Fe_3O_4) yang dihasilkan dari elektro-oksidasi besi dalam air [6-8]. Itulah sebabnya masih terbuka peluang untuk melakukan studi pengembangan sintesis nanopartikel, khususnya nanopartikel *maghemite*, secara elektrokimia, dengan jalan mengontrol parameter sintesis. Oleh karena itu sangat beralasan bila dilakukan studi tentang “Faktor-faktor yang Mempengaruhi Karakter Nanopartikel $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ pada Sintesis secara Elektrokimia”. Sintesis ini memanfaatkan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ dalam etanol sebagai elektrolit dan elektrode karbon. Penggunaan etanol sebagai pelarut diharapkan menghasilkan rapat arus rendah sehingga memungkinkan terbentuk nanopartikel. Etanol juga dipilih sebagai pelarut agar tidak terjadi *electroplating* di katode.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Aldrich; p.a), etanol (Merck; absolut), dan aquades.

Peralatan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian yaitu gelas kimia 100 mL, elektrode grafit berukuran panjang 5,0 cm dan diameter 0,5 cm, *Power supply* CDC 20, 40, dan 70 V, *amperemeter*, labu takar 100 mL, corong kaca, kaca arloji, pipet tetes, spatula, kabel, alumunium foil, pengaduk magnet, *magnetic stirrer*, neraca analitik Sartorius Element ELT103, seperangkat alat XRD *Powder Cell* (Panalytical X-Pert PRO), seperangkat alat FTIR (Prestige 21, Shimadzu), seperangkat alat SEM (*Type Inspect S50*, FEI), seperangkat alat yang digunakan untuk

penentuan luas permukaan dengan metode BET (Nova 1200, Quantachrome) dan seperangkat alat VSM (*Type 1.2H VSM*, Oxford).

Prosedur

Sintesis Nanopartikel Maghemit

Langkah pertama yang dilakukan adalah sintesis nanopartikel maghemit melalui proses elektrolisis dengan elektrode karbon dalam gelas kimia dengan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 0,02 M dalam etanol sebagai elektrolit. Variasi sel elektrolisis disajikan pada Tabel 1. Elektrolisis dilakukan selama 3 jam. Setelah proses elektrolisis dihentikan, produk hasil sintesis yang berupa endapan pada katode dipisahkan dan dikeringkan dengan oven 40-50°C selama 15 menit. Endapan dipisahkan menggunakan magnet dengan tujuan endapan bersifat magnetis yang dikarakterisasi.

Tabel 1 Variasi Kondisi Sel Elektrolisis pada Proses Sintesis

Jarak (cm) \ Voltage (V)	1	2	3
40			
60			
70			

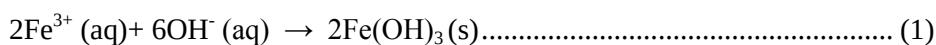
Karakterisasi

Karakterisasi dilakukan melalui analisis:

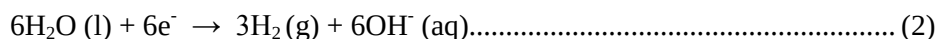
1. XRD, bertujuan mengidentifikasi jenis fasa dan kristalinitas partikel.
2. SEM, bertujuan menentukan morfologi, ukuran partikel dan distribusi ukuran partikel
3. BET, bertujuan menentukan diameter partikel rata-rata dengan cara mengukur luas permukaan menggunakan metode adsorpsi gas pada bahan yaitu BET. BET didasarkan pada adsorpsi nitrogen pada bahan pada suhu tetap sebagai fungsi tekanan uap relatif.
4. VSM, bertujuan mempelajari kemagnetan partikel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

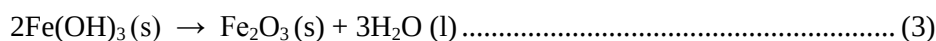
Selama proses sintesis, dilakukan pengamatan terhadap perubahan warna larutan elektrolit. Warna larutan elektrolit berubah dari *orange* jernih menjadi coklat kemerahan menandakan mulai terbentuknya $\text{Fe}(\text{OH})_3$ di sekitar katode dari reaksi antara Fe^{3+} dengan OH^- , sesuai dengan persamaan (1).



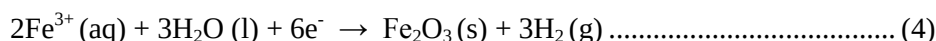
Ion OH^- dihasilkan dari reduksi air yang terkandung pada larutan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. Persamaan reaksi reduksi air pada katode tersebut diberikan pada persamaan (2).



Terbentuknya gas H_2 ditandai dengan adanya gelembung-gelembung udara pada permukaan katode selama proses elektrolisis berlangsung. Selanjutnya, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang dihasilkan akan terkonversi membentuk *maghemite*, sesuai dengan persamaan (3).

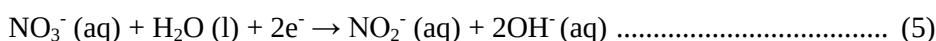


Sehingga secara keseluruhan reaksi pembentukan *maghemite* di katode disajikan pada persamaan reaksi (4).

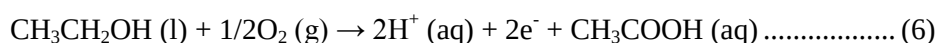


Pembentukan *maghemite* pada proses elektrolisis ditandai dengan berubahnya warna larutan elektrolit menjadi coklat tua dan keruh.

Reaksi lain yang berlangsung pada permukaan katode adalah reaksi reduksi nitrat menjadi nitrit yang juga menghasilkan ion OH^- , disajikan pada persamaan (5).



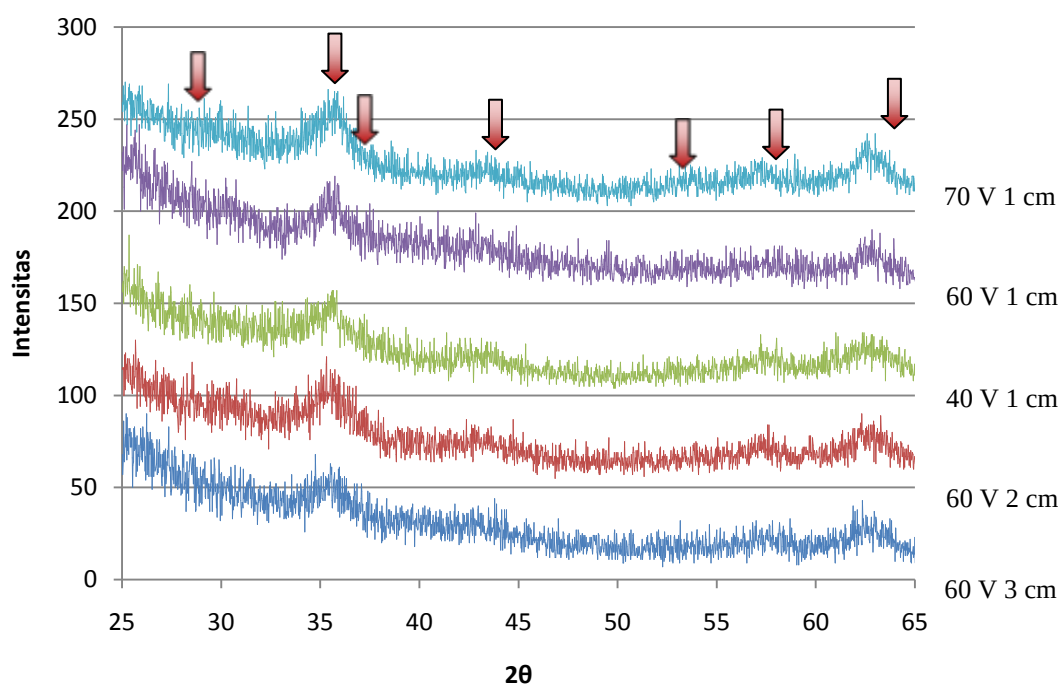
Reaksi pada anode adalah reaksi oksidasi etanol sebagai pelarut, menghasilkan H^+ dan asam karboksilat seperti ditunjukkan oleh persamaan (6).



pH pada daerah sekitar anode adalah 3, hal ini menunjukkan bahwa daerah di sekitar anode bersifat asam sesuai dengan reaksi (6). Reaksi-reaksi yang terjadi pada anode dan katode dimungkinkan seluruhnya terjadi, karena voltase yang diberikan besar.

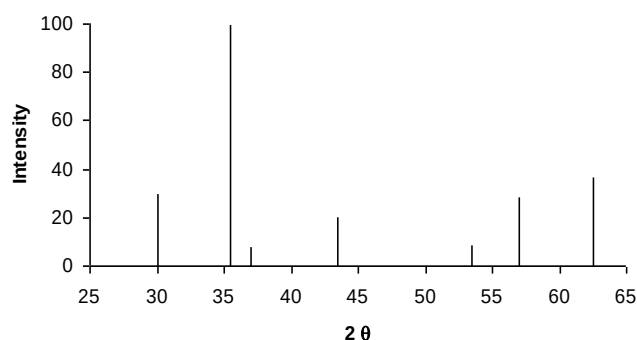
Hasil Analisis XRD

Pola puncak difraksi nanopartikel *maghemite* yang dihasilkan disajikan pada Gambar 2. Pola-pola yang tampak sesuai dengan pola difraksi standar untuk *maghemite* atau $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (JCPDS No. 39-1346), Gambar 3.



Gambar 2 Pola XRD produk $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ Hasil Sintesis Secara Elektrokimia

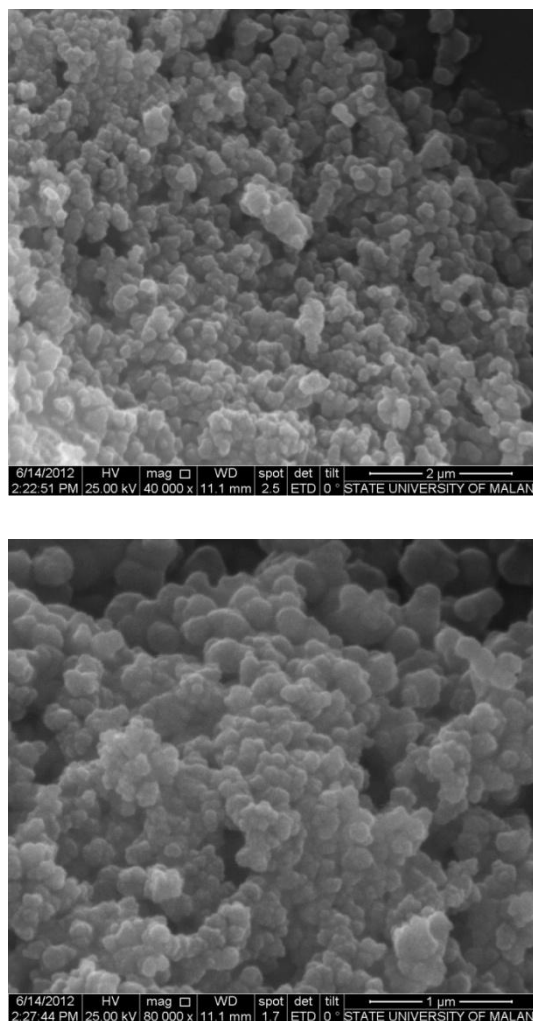
Pola XRD produk sintesis *maghemite* yang dihasilkan sesuai dengan pola standard. Hal ini menunjukkan bahwa hasil sintesis dengan metode elektrokimia sederhana adalah *maghemite* ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Pola difraksi ini sesuai dengan yang diperoleh Park dkk (2008) yang memanfaatkan elektrolit sejenis (larutan FeCl_3 dalam air) sebagai precursor dan baja sebagai elektrode. Intensitas puncak dari sampel yang dihasilkan pada berbagai kondisi hampir sama, karena itu ukuran kristal yang disintesis pada berbagai kondisi menjadi sulit dibandingkan melalui XRD.



Gambar 3 Pola XRD Standar Maghemit (JCPDS No. 39-1346)

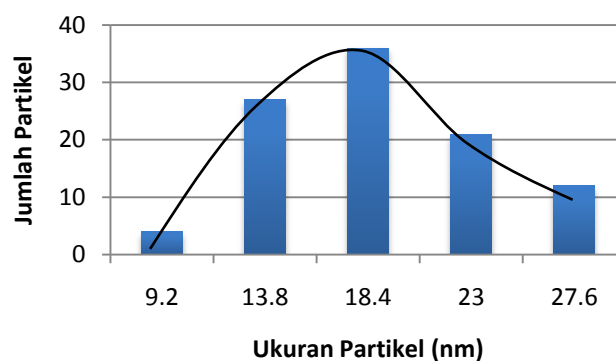
Hasil Analisis SEM

Foto SEM untuk produk $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ yang dihasilkan pada sintesis dengan jarak antar elektrode 2 cm dan voltase 60 V untuk perbesaran 40.000 dan 80.000 kali disajikan pada Gambar 4. Penentuan morfologi, rerata ukuran partikel dan distribusi ukuran partikel *maghemite* dilakukan dengan menganalisis hasil SEM.



Gambar 4 Foto SEM $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ pada Jarak Antar Elektrode 2 cm dan Voltase 60 V dengan: (a) Perbesaran 40.000 kali dan (b) Perbesaran 80.000 kali

Nanopartikel *maghemite* yang dihasilkan dengan variasi sintesis jarak antar elektrode 2 cm dan voltase 60 V menunjukkan morfologi sferik dan masih *polidisperse* dan *teraglomerasi*. Pada kondisi ini diperoleh rerata ukuran partikel 18,4 nm dan standar deviasi 7,3 nm. Distribusi untuk 100 partikel disajikan dalam Gambar 5. Jika ditinjau dari rerata ukuran partikel yang dihasilkan, *maghemite* telah berukuran nanopartikel, sehingga dapat disimpulkan bahwa nanopartikel *maghemite* dapat disintesis dengan metode elektrokimia sederhana.



Gambar 5 Distribusi Ukuran Partikel $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ (Jarak Antar Elektrode 2 cm dan Voltase 60V)

Penentuan diameter partikel rata-rata *maghemite* yang dihasilkan dari sintesis secara elektrokimia dilakukan dengan mengukur luas permukaan spesifik menggunakan metode BET. Setelah luas permukaan spesifik didapatkan, diameter partikel dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Diameter partikel Rata-rata (nm)} = \frac{6}{\rho \times \text{Luas Permukaan Spesifik}}$$

Densitas (ρ) *maghemite* adalah $4,87 \text{ g/cm}^3$. Hasil penentuan diameter rata-rata ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Besar Luas Permukaan Spesifik (m^2/g) dan Diameter Partikel Rata-rata (nm) dari Nanopartikel *Maghemite* ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Hasil Sintesis

Voltase (V)	Jarak antar Elektrode (cm)	Luas Permukaan Spesifik (m^2/g)	Diameter Partikel Rata-rata (nm)
40	1	235,473	5,232
60	1	199,083	6,189
60	3	222,089	5,547

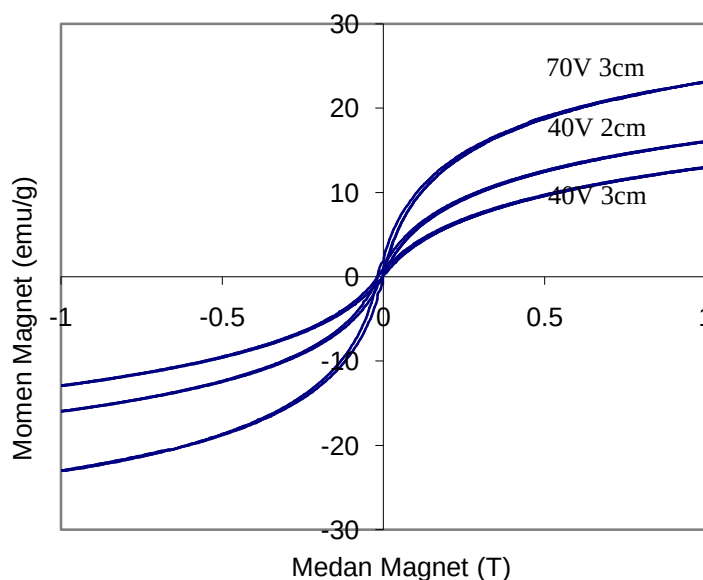
Sampel dengan variasi voltase 40 V dan 60 V dengan jarak antar elektrode yang sama 1 cm, menunjukkan diameter partikel rata-rata 5,232 nm dan 6,189 nm. Makin besar voltase, maka diameter partikel *maghemite* yang dihasilkan makin besar. Makin besar voltase, laju reaksi makin besar karena rapat arus makin besar, nukleasi dan pertumbuhan partikel makin cepat, sehingga diameter partikel makin besar. Jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh oleh Pascal dkk [5], dan juga Park dkk [3], partikel yang diperoleh dalam penelitian ini relatif lebih kecil ukurannya. Kemungkinan penyebabnya adalah pada penelitian ini digunakan medium (etanol) yang memiliki

daya hantar listrik rendah, sedangkan pada penelitian Pascal dkk dan Park digunakan medium dengan daya hantar yang lebih tinggi.

Sampel dengan variasi jarak antar elektrode 1 dan 3 cm dengan voltase yang sama 60 V, menunjukkan bahwa makin dekat jarak antar elektrode, diameter partikel yang dihasilkan lebih besar. Besar arus yang ditransfer per luasan elektrode berpengaruh pada makin banyak elektron yang dilepaskan. Sesuai dengan hukum Coulomb, makin besar arus yang diberikan maka elektron yang ditransmisikan juga makin banyak. Elektron-elektron selanjutnya akan berperan pada reaksi reduksi air di katode yang menghasilkan OH^- . OH^- yang banyak bereaksi dengan ion Fe^{3+} membentuk $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dengan lebih cepat. Hal ini menyebabkan nukleasi dan pertumbuhan makin cepat sehingga diameter partikel makin besar.

Hasil Analisis VSM

Penentuan sifat kemagnetan nanopartikel *maghemite* ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) hasil sintesis secara elektrokimia dilakukan dengan menggunakan alat VSM. Sampel yang ditentukan sifat kemagnetannya hanya perwakilan yaitu sampel yang dihasilkan dengan variasi voltase 40 V pada jarak antar elektrode 2 cm dan 3 cm dan sampel dengan voltase 70 V pada jarak antar elektrode 3 cm. Ketiga sampel tersebut telah mewakili untuk mengetahui pengaruh variasi voltase dan jarak antar elektrode terhadap sifat kemagnetan nanopartikel *maghemite* ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$). Hasil analisis sifat kemagnetan menghasilkan kurva histeresis masing-masing sampel yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 6 Kurva Magnetisasi $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ pada Voltase 40 V dan 70 V dengan Jarak antar Elektrode 2 cm dan 3 cm

Kurva histeresis yang dihasilkan menunjukkan perbedaan nilai M_s untuk sampel dengan variasi kondisi sintesis menggunakan voltase yang sama 40 V dan jarak antar elektrode yang

berbeda 2 cm dan 3 cm. Makin kecil jarak antar elektrode 2 cm, nilai M_s lebih besar yaitu 16,06 emu/g dan sebaliknya makin lebar jarak antar elektrode 3 cm, nilai M_s yang dihasilkan lebih kecil yaitu 12,96 emu/g. Perbedaan nilai M_s pada sampel disebabkan adanya perbedaan ukuran partikel *maghemite* yang dihasilkan. Ukuran partikel dari kedua sampel dapat dilihat pada perbedaan variasi jarak antar elektrode pada proses sintesis. Makin kecil jarak antar elektrode, makin besar ukuran partikel yang dihasilkan dan sebaliknya makin besar jarak antar elektrode, makin kecil ukuran partikel yang dihasilkan. Sampel dengan ukuran partikel yang lebih besar, menyebabkan makin banyak jumlah domain dalam kristal. Makin banyak domain yang disearahkan, sehingga bahan menjadi lebih sulit termagnetisasi, yang ditunjukkan dengan nilai M_s yang lebih besar. Makin kecil ukuran kristal, maka makin kecil nilai M_s dan makin mudah termagnetisasi.

Sampel dengan variasi voltase 70 V dan jarak antar elektrode 3 cm menunjukkan nilai M_s yang lebih besar yaitu 23,13 emu/g dibandingkan dengan sampel dengan jarak antar elektrode yang sama tetapi voltase berbeda 40 V. Sampel dengan voltase besar akan menghasilkan ukuran partikel yang lebih besar, sehingga lebih sulit termagnetisasi dengan nilai M_s yang besar dan sebaliknya sampel dengan voltase kecil akan menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil, sehingga mudah termagnetisasi yang ditunjukkan dengan nilai M_s yang kecil. Besar medan saturasi (M_s) pada masing-masing sampel dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Besar Medan Saturasi (M_s) dari Beberapa Nanopartikel Maghemite ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) Hasil Sintesis

Voltase (V)	Jarak antar Elektrode (cm)	M_s (emu/g)
40	2	16,06
40	3	12,96
70	3	23,13

Jika dibandingkan dengan hasil yang didapatkan oleh Park dkk kemagnetan partikel yang diperoleh dalam penelitian ini relatif lebih rendah [3]. Maghemite dengan ukuran 23,5 nm yang disintesis Park dkk menunjukkan M_s sebesar 60 emu g⁻¹. Perbedaan ukuran partikel menjadi penyebab perbedaan kemagnetan ini. Kesamaan hasil penelitian ini dengan yang diperoleh Park dkk adalah diperolehnya partikel yang bersifat feromagnetis.

KESIMPULAN

Karakter nanopartikel maghemite dipengaruhi oleh voltase dan jarak antar elektrode, semakin besar voltase dan semakin kecil jarak antar elektrode, semakin besar ukuran partikel yang dihasilkan. Nanopartikel maghemite yang dihasilkan bermorfologi bola, berukuran rata-rata sekitar 18nm dan bersifat feromagnetik. Nanopartikel yang disintesis pada 40 V dengan jarak antar elektrode 1cm menunjukkan luas permukaan spesifik 235,473m²/g. Cara ini merupakan cara sederhana dalam memproduksi nanopartikel, khususnya maghemite.

DAFTAR PUSTAKA

- Cornell, RM, Schwertmann, U, 2003, *The Iron Oxides*, , WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA.
- Teja, A.S. & Koh, P.Y. 2009. Synthesis, properties, and applications of magnetic iron oxide nanoparticles. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*, 55: 22-45.
- Park, H, Ayala, P, Deshusses, MA, Mulchandani, A, Choi, H, Myung, NV, 2008, Electrodeposition of maghemite (γ -Fe₂O₃) nanoparticles, *Chemical Engineering Journal*, 139, pp. 208-212.
- Mohapatra dkk, (2010) Penulis 1, X., and Penulis 2, Y., tahun, *Judul buku*, penerbit, kota, hal.
- Mohapatra, M. & Anand, S. 2010. Synthesis and applications of nano-structured iron oxides/hydroxides-a review. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2 (8): 127-146.
- Pascal, C, Pascal, JL, Favier, F, 1999. Electrochemical Synthesis for the Control of γ -Fe₂O₃ Nanoparticle Size. Morphology, Microstructure, and Magnetic Behavior, *Chem. Matter*, 11, pp. 141-147.
- Fajaroh, F, Setyawan, H, Winardi, S, Widiyastuti, W, 2012, Synthesis of magnetite nanoparticles by surfactant-free electro-chemical method in an aqueous system *Advanced Powder Technology*, 23, pp. 328–333.
- Setyawan, H, Fajaroh, F, Winardi, S, Widiyastuti, W, Lenggono, W, 2012, One-step synthesis of silica-coated magnetite nanoparticles by electrooxidation of iron in sodium silicate solution *Journal of Nanoparticles Research*, 14, 807 doi 10.1007/s1 1051-012-0807-7.
- Setyawan, H, Fajaroh, F, Pusfitasari, M, Yuwana, M, Afandi, S, 2014, A facile method to prepare high-purity magnetite nanoparticles by electrooxidation of iron in water using a pulsed direct current *Asia-Pac. J. Chem. Eng.* 9: pp. 768–774.

UJI EFEKTIVITAS KURKUMIN *FAMILY ZINGIBERACEAE* SEBAGAI INDIKATOR ALAMI IDENTIFIKASI BORAKS

Agtri Wulandari*, Dayu Ardhiyatmita Nur R., Nur Hikmah, Sumari
Program Studi Pendidikan Kimia Pascasarjana, Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

agtriwulandari11@gmail.com

ABSTRAK: Rimpang kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur mengandung senyawa kurkumin yang mudah bereaksi dengan senyawa boraks. Reaksi antara kurkumin dan boraks memberikan warna merah kecoklatan. Ekstraksi kurkumin menggunakan etanol 96% dilakukan selama 4 jam. Tujuan penelitian adalah mengetahui bahwa *family Zingiberaceae* dapat mengidentifikasi senyawa boraks dan menentukan anggota *family Zingiberaceae* yang paling efektif sebagai indikator alami. Konsentrasi masing-masing sampel yang digunakan adalah 33,23% w/v. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keefektifan anggota *family Zingiberaceae* yang dapat digunakan sebagai indikator alami identifikasi boraks berturut-turut adalah kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur. Indikator alami yang paling efektif dalam identifikasi boraks adalah kunyit.

Kata Kunci: Kurkumin, Indikator Alami, Boraks

ABSTRACT: Turmeric, ginger, white turmeric, and galangale contain compounds that react readily with borax compound. The reaction between curcumin and borax gives a brownish red color. Curcumin extraction using 96% ethanol was carried out for 4 hours. The purposes of the research were to know that the *Zingiberaceae* family can identify borax compound and determine *Zingiberaceae* family's member was the most effective as a natural indicator. The concentration of each sample was 33,23% w/v. The results showed that the effectiveness of *Zingiberaceae* family used as natural indicator for identifying borax compound from best to worst were turmeric, ginger, white turmeric, and galangale. The most effective of natural indicator for identifying borax compound was turmeric.

Keywords: Curcumin, Natural Indicator, Borax

PENDAHULUAN

Seiring dengan tuntutan kebutuhan hidup manusia yang semakin meningkat, maka tentu berbagai usaha dilakukan oleh manusia dalam menciptakan produk yang berkualitas dan efisien salah satunya dengan menambahkan bahan tambahan makanan pada bahan makanan tertentu. Berdasarkan Permenkes RI No. 772/ MENKES/PER/IX/88, bahan tambahan makanan adalah bahan yang biasanya tidak digunakan sebagai makanan dan biasanya bukan merupakan ingredien khas makanan, mempunyai atau tidak mempunyai nilai gizi, yang dengan sengaja ditambahkan ke dalam makanan untuk maksud teknologi (termasuk organoleptik) pada pembuatan, pengolahan, penyediaan, perlakuan, pewadahan, pembungkusan, penyimpanan atau pengangkutan makanan untuk menghasilkan atau diharapkan menghasilkan (langsung atau tidak langsung) suatu komponen yang mempengaruhi sifat khas makanan. Dengan semakin berkembangnya teknologi, penggunaan bahan tambahan makanan sintetis lebih banyak diminati oleh masyarakat daripada bahan tambahan makanan alami.

Berdasarkan hasil investigasi dan pengujian laboratorium yang dilakukan oleh BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan) di Surabaya, ternyata masih banyak penggunaan bahan tambahan makanan sintetis yang berbahaya di masyarakat. Salah satu bahan tambahan makanan berbahaya yang masih sering digunakan masyarakat adalah boraks. Padahal boraks yang mempunyai nama ilmiah natrium tetraborat dekahidrat ini, merupakan salah satu bahan makanan berbahaya yang telah dilarang penggunaannya sebagai bahan tambahan pangan dalam Permenkes RI No. 1168/ MENKES/PER/X/1999. Dalam dunia industri, boraks dimanfaatkan sebagai bahan solder, bahan pembersih, pengawet kayu, antiseptik kayu, dan pengontrol kecoa. Namun boraks telah disalahgunakan sebagai bahan pengawet dan pengenyal makanan. Penggunaan boraks dalam makanan bertujuan untuk memberikan aroma dan rasa khas di samping mengenyalkan dan membuat adonan mengembang. Tekstur dan rupa makanan pun menjadi bagus. Mengonsumsi makanan yang mengandung boraks memang tidak serta berakibat buruk terhadap kesehatan tetapi boraks akan menumpuk sedikit demi sedikit karena diserap dalam tubuh secara kumulatif. Boraks yang terserap dalam tubuh ini akan disimpan secara akumulatif di dalam hati, otak, dan testis (buah zakar). Pada anak kecil dan bayi, boraks sebanyak 5 gram di dalam tubuhnya dapat menyebabkan kematian. Sedangkan kematian pada orang dewasa terjadi jika dosisnya mencapai 10-20 gram atau lebih. Kurangnya pengetahuan masyarakat mengenai dampak negatif penggunaan boraks sebagai bahan tambahan makanan inilah yang menyebabkan boraks masih marak digunakan oleh masyarakat.

Kurkumin merupakan salah satu indikator alami yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi boraks. Kurkumin adalah senyawa yang terkandung dalam sebagian besar anggota famili *Zingiberaceae* seperti kunyit, temulawak, temu kunci, dan kencur. Kurkumin bereaksi dengan asam borat menghasilkan senyawa berwarna merah yang disebut rososiania. Selama ini, kurkumin yang digunakan sebagai indikator alami identifikasi boraks diekstrak dari rimpang kunyit. Kadar senyawa kurkumin terbesar terdapat dalam rimpang kunyit [1]. Sehingga dalam penelitian ini, peneliti tertarik untuk membandingkan efektivitas kurkumin dalam beberapa anggota famili *Zingiberaceae* dalam mengidentifikasi senyawa boraks.

Berdasarkan permasalahan yang dipaparkan sebelumnya, maka penulis bermaksud melakukan penelitian mengenai "*Uji Efektivitas Kurkumin Family Zingiberaceae sebagai Indikator Alami Identifikasi Boraks*" sebagai bahan pertimbangan dalam mencari solusi dari permasalahan yang telah dikemukakan sebelumnya.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kunyit, kunyit putih, temulawak, kencur, aquades, boraks, larutan asam sulfat pekat, etanol 96%, kertas saring, dan larutan natrium

asetat 0,5 M.

Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau, neraca analitik, gelas kimia 100 mL, cawan porselen, gelas ukur 25 mL, gelas ukur 250 mL, oven, corong, gelas arloji, spatula, ayakan, blender, labu ukur 100 mL, tabung reaksi, pengaduk kaca, gelas kimia 500 mL, dan pipet tetes.

Prosedur

Preparasi sampel

Membersihkan kulit sampel, mencuci sampel hingga bersih serta memotong sampel menjadi bagian-bagian kecil. Mengeringkan sampel selama 6 hari kemudian sampel di oven dengan suhu 50°C selama 4 jam untuk menghilangkan kadar airnya. Memblender sampel menjadi serbuk halus dan diayak. Sampel dimaserasi menggunakan pelarut etanol 96% dengan rasio 1:3 di dalam botol gelap dan menyaring sampel menggunakan kertas saring untuk memperoleh ekstrak.

Pembuatan larutan boraks dengan konsentrasi 0,1M, 0,5M, dan 1M

Menimbang kristal $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 3,814 gram, 19,07 gram, dan 38,14 gram untuk masing-masing konsentrasi berturut turut 0,1M, 0,5M, dan 1M. Melarutkan masing-masing kristal $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ke dalam gelas kimia 100 mL dengan aquades kemudian memindahkan larutan ke dalam labu takar 100 mL dan mengencerkan sampai tanda baca pada labu takar, tutup dan kocok hingga homogen.

Uji Nyala Larutan Boraks

Memasukkan larutan boraks 0,5 M sebanyak 1 mL ke dalam cawan porselen. Menambahkan 1 mL asam sulfat pekat dan 5 mL etanol 96%, dan membakar larutan tersebut menggunakan korek api serta mengamati warna nyala api yang dihasilkan.

Uji Larutan Boraks Menggunakan Kertas Saring

Memotong kertas saring menjadi empat bagian. Memberi nama masing-masing potongan kertas saring dengan nama kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur. Tetesi masing-masing kertas saring dengan tiga tetes larutan boraks 1 M kemudian mengeringkan kertas saring dalam oven dengan suhu 70°C. Setelah itu meneteskan kertas saring dengan larutan indikator ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur masing-masing satu tetes sesuai dengan nama kertas saring. mengamati perubahan warna yang terjadi.

Uji Larutan Natrium Asetat dan Larutan Boraks

Memasukkan 1 mL larutan natrium asetat 0,5 M dan 1 mL larutan boraks 0,5 M masing-masing dalam tabung reaksi. Menambahkan masing-masing dua tetes larutan indikator ekstrak kunyit dalam kedua tabung reaksi, dan mengamati perubahan warna yang terjadi. Mengulangi prosedur 1-3 dengan mengganti larutan indikator ekstrak kunyit dengan larutan indikator ekstrak temulawak, kunyit putih, dan kencur.

Uji Efektifitas Family Zingiberaceae sebagai Indikator Alami dalam Identifikasi Boraks

Pembuatan Larutan Kontrol Positif dengan cara memasukan 1/4 mL larutan boraks ke dalam tabung reaksi. Menambahkan ekstrak kunyit hingga terjadi perubahan warna menjadi merah kecoklatan. Mengamati perubahan warna larutan yang terjadi. Menghitung volume ekstrak kunyit yang digunakan. Sedangkan uji efektifitas dilakukan dengan cara memasukan 1/4 mL larutan boraks ke dalam tabung reaksi. menambahkan ekstrak sampel hingga terjadi perubahan warna menjadi merah kecoklatan sesuai perubahan warna larutan kontrol positif (ekstrak kunyit). Mengamati perubahan warna larutan yang terjadi. Menghitung volume ekstrak sampel yang digunakan. Mengulangi langkah 1-4 untuk setiap jenis sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui bahwa *family Zingiberaceae* dapat digunakan sebagai indikator alami dalam identifikasi boraks, dan menentukan anggota *family Zingiberaceae* yang paling efektif dalam identifikasi boraks. Sampel *family Zingiberaceae* yang digunakan yaitu kunyit, kunyit putih, temulawak, dan kencur. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang. Sebelum dilakukan uji efektifitas maka dilakukan preparasi sampel, pembuatan larutan boraks dengan konsentrasi 0,1M, 0,5M, dan 1M, uji nyala larutan boraks, uji larutan boraks menggunakan kertas saring, uji larutan natrium asetat dan larutan boraks, kemudian dilakukan uji efektifitas *family Zingiberaceae* sebagai indikator alami dalam identifikasi boraks.

Pada tahapan preparasi sampel, terlebih dahulu sampel dibersihkan kulitnya, dicuci hingga bersih, dan dipotong menjadi bagian-bagian kecil serta mengeringkan sampel selama 6 hari. Sampel di oven dengan suhu 50°C selama 4 jam untuk menghilangkan kadar airnya. Setelah kering sampel diblender menjadi serbuk halus dan diayak sehingga serbuk yang diperoleh memiliki ukuran yang sama. Pada umumnya penyarian akan bertambah baik bila permukaan serbuk simplisia yang bersentuhan dengan cairan penyari semakin luas [2]. Hal ini dilakukan karena setelah dihaluskan perlakuan selanjutnya adalah ekstraksi.

Ekstraksi atau penyarian merupakan peristiwa perpindahan massa zat aktif yang semula berada di dalam sel tanaman ditarik oleh cairan hayati. Metode ekstraksi dipilih berdasarkan

beberapa faktor, seperti sifat dari bahan mentah tanaman dan daya penyesuaian dengan tiap macam metode ekstraksi dan kepentingan dalam memperoleh ekstrak dari tanaman. Sifat dari bahan mentah tanaman merupakan faktor utama yang harus dipertimbangkan dalam memperoleh metode ekstraksi [3]. Pada penelitian, sampel yang digunakan mengandung masing-masing mengandung kurkumin. Kurkumin tidak dapat larut dalam air, tetapi dapat larut dalam etanol dan aseton [4]. Salah satu cara pengambilan kurkumin dari rimpangnya adalah dengan cara ekstraksi. Metode ekstraksi yang dipilih adalah metode maserasi.

Maserasi merupakan cara penyarian yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam bubuk simplisia dalam cairan penyari. Cairan penyari akan menembus dinding sel yang mengandung zat aktif. Zat aktif akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa ini terus berlanjut sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar dan di dalam sel [2]. Keuntungan dari metode ini adalah cara pengerjaan dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan [5]. Sampel dimaserasi menggunakan pelarut etanol 96% dengan rasio 1:3. Pelarut etanol 96% digunakan karena hemat dan senyawa kurkumin dapat larut dengan baik dengan etanol 96% [5]. Sebanyak 83,3 gram dari masing-masing sampel dilarutkan dalam 250 mL etanol 96%. Konsentrasi masing-masing ekstrak sampel dinyatakan dalam bentuk persen berat per volume (%w/v). Persen berat per volume adalah jumlah gram zat terlarut dalam tiap mL larutan. Sehingga konsentrasi masing-masing sampel yang digunakan yaitu 33,23% dalam 250 mL etanol 96%. Kemudian sampel dan pelarutnya dimasukkan ke dalam botol gelap agar senyawa kurkumin tidak rusak terkena cahaya serta didiamkan selama 4 jam. Setelah dilakukan maserasi maka setiap sampel disaring menggunakan kertas saring. Hal ini bertujuan untuk memisahkan hasil ekstrak dari ampasnya sehingga diperoleh ekstrak sampel untuk dilakukan pengujian selanjutnya.

Sebelum dilakukan pengujian selanjutnya, maka dilakukan pembuatan larutan boraks dengan berbagai konsentrasi. Kristal $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 3,814 gram, 19,07 gram, dan 38,14 gram untuk masing-masing konsentrasi berturut turut 0,1M, 0,5M, dan 1M. Kemudian larutkan masing-masing kristal $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ke dalam gelas kimia 100 mL dengan aquades, setelah itu pindahkan larutan ke dalam labu takar 100 mL, encerkan sampai tanda baca pada labu takar, tutup dan kocok hingga homogen serta diberikan label.

Pada uji nyala, larutan boraks 0,5 M dimasukkan sebanyak 1 mL ke dalam cawan porselen. Kemudian ditambahkan 1 mL asam sulfat pekat dan 5 mL etanol 96%. Tujuan penambahan 1 mL asam sulfat pekat (asam kuat) yaitu memberikan suasana asam pada larutan dan membantu melarutkan garam boraks menjadi asam borat [6]. Setelah diberikan etanol 96% kemudian dinyalakan menggunakan korek api sehingga terbentuk nyala yang pinggirnya hijau yang menunjukkan bahwa larutan tersebut positif mengandung boraks. Hal ini terjadi dikarenakan terbentuknya etil borat $\text{B}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$. Selain itu, sampel yang dilarutkan dengan metanol dalam

wadah (cawan penguap) kemudian di bakar akan menghasilkan warna api hijau yang menunjukkan terdapat senyawa boraks [7].

Persamaan reaksi antara boraks dengan etanol sebagai berikut:



Adapun pada uji boraks menggunakan kertas saring di mana kertas saring yang semula berwarna putih berubah warna menjadi merah kecokelatan untuk indikator ekstrak kunyit dan temulawak, kuning untuk indikator ekstrak kunyit putih, dan tidak mengalami perubahan warna untuk indikator ekstrak kencur. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar kurkumin terbesar di antara ke empat indikator tersebut adalah indikator ekstrak kunyit dan temulawak. Hasil penelitian tersebut sesuai dengan kajian teori yang telah dijelaskan bahwa kadar kurkumin pada kunyit 4% [4-5], temulawak 3,3% [9], kunyit putih 3% [10], dan kencur 0,006% [11]. Seperti yang telah diketahui bahwa kurkumin dalam anggota *familyZingiberaceae* dapat bereaksi dengan boraks menghasilkan senyawa *rosocyanine* yang berwarna merah kecokelatan [12]. Kadar kurkumin dalam kunyit putih 3% [10], dan kencur 0,006% [11] sehingga belum memberikan perubahan warna yang signifikan seperti pada indikator ekstrak kunyit dan temulawak. Berikut gambar perubahan warna yang terjadi pada kertas saring ketika ditetesi larutan ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur.

Hasil uji larutan natrium asetat dan larutan boraks disajikan pada tabel 1.

Tabel 1 Uji larutan natrium asetat dan larutan boraks

Ditetesi Larutan Indikator Ekstrak	Perubahan Warna	
	Natrium Asetat 0,5 M	Boraks 0,5 M
Kunyit	Kuning	Merah Kecokelatan
Temulawak	Kuning	Merah Kecokelatan
Kunyit Putih	Kuning pucat	Kuning pucat
Kencur	Putih	Putih

Pada uji larutan natrium asetat dan larutan boraks, larutan natrium asetat 0,5 M yang tidak berwarna ditetesi ekstrak kunyit dan temulawak berubah warna menjadi kuning dan larutan boraks 0,5 M yang ditetesi ekstrak kunyit dan temulawak berubah warna menjadi merah kecokelatan. Larutan natrium asetat 0,5 M maupun larutan boraks 0,5 M yang ditetesi ekstrak kunyit putih berubah warna menjadi kuning pucat dan larutan natrium asetat 0,5 M maupun larutan boraks 0,5 M yang ditetesi ekstrak kencur berubah warna menjadi putih susu. Hal ini menunjukkan bahwa hasil positif pembentukan senyawa *rososianin* hanya terdapat pada larutan boraks yang ditetesi larutan ekstrak kunyit dan temulawak yang ditandai dengan terjadinya perubahan warna larutan dari tidak berwarna menjadi merah kecokelatan. Boron dalam suatu senyawa seperti boraks menyebabkan terbentuk senyawa *rososianin* yang berwarna merah kecokelatan [12]. Adapun larutan

boraks yang ditetesi larutan ekstrak kunyit putih dan kencur tidak berubah warna menjadi merah kecoklatan karena kadar kurkumin dalam kedua ekstrak tersebut sangat kecil sehingga sulit untuk digunakan sebagai identifikasi senyawa boraks. Larutan natrium asetat yang ditetesi larutan ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur tidak membentuk larutan yang berwarna merah kecoklatan karena tidak terbentuk senyawa rososianin. Berikut merupakan gambar beberapa larutan natrium asetat 0,5 M dan boraks 0,5 M yang ditetesi dengan larutan ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur.

Kurkuminoid adalah kelompok senyawa fenolik yang terkandung dalam rimpang tanaman *Family Zingiberaceae* [9]. Kurkumin akan memberikan warna kuning atau kuning jingga pada saat direaksikan dalam suasana asam dan berwarna merah pada saat direaksikan dalam suasana basa [13]. Hal ini dapat terlihat saat kurkumin bereaksi dengan boraks (Natrium Boraks) akan memberikan perubahan warna merah kecoklatan yang mudah diamati secara langsung. Adanya perubahan warna yang mencolok menjadi acuan pembuatan indikator alami dalam identifikasi boraks dengan memanfaatkan tanaman *Family Zingiberaceae* yang mengandung senyawa kurkumin.

Pada penelitian ini digunakan tiga variasi konsentrasi larutan boraks dengan tujuan untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh perbedaan konsentrasi boraks terhadap perubahan warna yang diberikan saat direaksikan dengan ekstrak sampel yang mengandung kurkumin. Hasil penelitian berdasarkan tiga variasi konsentrasi larutan boraks disajikan pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4.

Tabel 2 Uji efektivitas indikator alami menggunakan boraks 0,1 M (1/4 mL)

Sampel	Volume Sampel	Perubahan Warna
Kunyit	1 tetes	bening → merah kecoklatan
Temulawak	2 tetes	bening → merah kecoklatan
Kunyit Putih	4 mL	bening → coklat susu
Kencur	6 mL	bening → coklat keruh

Tabel 3 Uji efektivitas indikator alami menggunakan boraks 0,5 M (1/4 mL)

Sampel	Volume Sampel	Perubahan Warna
Kunyit	1 tetes	bening → merah kecoklatan
Temulawak	2 tetes	bening → merah kecoklatan
Kunyit Putih	3 mL	bening → coklat susu
Kencur	5 mL	bening → coklat keruh

Tabel 4 Uji efektivitas indikator alami menggunakan boraks 1 M (1/4 mL)

Sampel	Volume Sampel	Perubahan Warna
Kunyit	1 tetes	bening → merah kecoklatan
Temulawak	1 tetes	bening → merah kecoklatan
Kunyit Putih	2 mL	bening → coklat susu
Kencur	4 mL	bening → coklat keruh

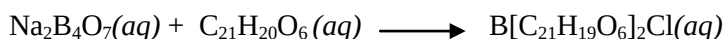
Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa jumlah volume sampel yang dibutuhkan untuk berubah warna menjadi merah kecoklatan semakin sedikit seiring dengan semakin besarnya konsentrasi larutan boraks yang digunakan. Hal ini terlihat pada ketiga tabel hasil penelitian di atas. Pada sampel kunyit dan temulawak, volume sampel yang digunakan bersifat konstan pada konsentrasi boraks 0,1 M, 0,5 M dan 1 M. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi ekstrak sampel yang sangat pekat dan juga kandungan kurkumin pada sampel kunyit dan temulawak yang cukup tinggi sehingga hanya dibutuhkan jumlah ekstrak sampel yang sangat sedikit untuk berubah warna. Sedangkan pada sampel kunyit putih, volume sampel yang digunakan semakin berkurang seiring dengan bertambah besarnya konsentrasi boraks yang digunakan, yaitu pada konsentrasi 0,1 M digunakan 4 mL, konsentrasi 0,5 digunakan 3 mL, dan pada konsentrasi 1 M digunakan 2 mL. Adapun pada sampel kencur, volume yang digunakan juga semakin berkurang seiring dengan bertambahnya konsentrasi boraks, yaitu pada konsentrasi 0,1 M digunakan 6 mL, konsentrasi 0,5 M digunakan 5 mL, dan pada konsentrasi 1 M digunakan 4 mL ekstrak kencur.

Berdasarkan hasil penelitian terlihat perubahan warna larutan boraks saat ditambahkan ekstrak kunyit maka larutan berubah menjadi merah kecoklatan. Saat ditambahkan ekstrak temulawak, larutan berubah menjadi merah kecoklatan juga. Pada saat ditambahkan ekstrak kunyit putih, maka larutan berubah warna menjadi coklat susu. Sedangkan untuk penambahan ekstrak kencur, larutan berubah warna menjadi coklat keruh. Pada tinjauan pustaka sebelumnya telah diketahui bahwa kunyit akan memberikan perubahan warna kecoklatan saat direaksikan dengan boraks [12], sehingga pada penelitian ini ekstrak kunyit menjadi larutan kontrol terkait perubahan warna yang terjadi ketika sampel direaksikan dengan boraks.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada saat larutan boraks ditambahkan ekstrak sampel, ekstrak kunyit memberikan perubahan warna yang paling cepat dengan jumlah volume yang sangat sedikit. Berdasarkan volume ekstrak sampel yang digunakan untuk berubah warna menjadi merah kecoklatan, maka urutan ekstrak sampel yang paling cepat berubah warna yaitu ekstrak kunyit, kemudian ekstrak temulawak, ekstrak kunyit putih, dan terakhir ekstrak kencur.

Berdasarkan kajian teori pada pembahasan sebelumnya, diketahui bahwa jumlah kandungan kurkumin pada tanaman kunyit sebesar 4% [4-8], sedangkan pada temulawak mengandung kurkumin sekitar 3,3% [9]. Adapun kandungan kurkumin pada kunyit putih sebesar 3% [10] dan kencur sebesar 0,06% [11]. Persentase kandungan kurkumin pada sampel yang digunakan berbanding lurus dengan jumlah volume sampel yang digunakan untuk berubah warna menjadi merah kecoklatan pada saat direaksikan dengan larutan boraks, dimana semakin besar persentase kandungan kurkumin suatu sampel, maka jumlah volume sampel yang digunakan untuk berubah warna menjadi merah kecoklatan semakin sedikit sehingga dapat disimpulkan bahwa diantara anggota *family Zingiberaceae* yang digunakan sebagai sampel, kunyit merupakan indikator alami identifikasi boraks yang paling efektif, kemudian disusul oleh tanaman temulawak, kunyit putih, dan terakhir tanaman kencur.

Secara umum, reaksi larutan boraks saat ditambahkan sampel yang mengandung kurkumin sebagai berikut:



Rosocyanine (Merah Kecoklatan)

Adapun hasil pengamatan perubahan warna larutan boraks saat ditambahkan ekstrak sampel sebagai berikut:



Gambar 1 Penambahan larutan boraks 0,1 M dengan ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur.



Gambar 2 Penambahan larutan boraks 0,5 M dengan ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur.



Gambar 3 Penambahan larutan boraks 1 M dengan ekstrak kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keefektifan anggota *family Zingiberaceae* yang dapat digunakan sebagai indikator alami identifikasi boraks berturut-turut adalah kunyit, temulawak, kunyit putih, dan kencur dengan konsentrasi masing-masing sampel adalah 33,23% w/v. Indikator alami yang paling efektif dalam identifikasi boraks adalah kunyit.

DAFTAR PUSTAKA

Wadiyati, Tatiek., dkk. 2012. *Koleksi dan Identifikasi Temulawak (Curcuma Xanthorrhiza, Roxb.) dan Kunyit (Curcuma Domestica) di Jawa dan Madura: 1. Pengaruh Lingkungan Terhadap Bobot Rimpang dan Kadar Kurkumin*, (Online),

- (<http://tatiekw.lecture.ub.ac.id/2012/03/koleksi-dan-identifikasi-temulawak-curcuma-xanthorrhiza-roxb-dan-kunyit-curcuma-domestica-di-jawa-dan-madura-1-pengaruh-lingkungan-terhadap-bobot-rimpang-dan-kadar-kurkumin/>), diakses 25 September 2015.
- Ansel, H.C. 1989. *Pengantar Bentuk Sediaan Farmasi*. Edisi 4. Jakarta: UI Press.
- Harborne, J.B. 1999. *The Handbook Of Natural Flavonoid*. New York: John & Wiley Product.
- Joe, B., M. Vijaykumar and B.R.Lokesh. 2004. *Biological Properties of Curcumin-Cellular and molecular Mechanisms of Action*. Critical Review in Food Science and Nutrition 44 (2): 97-112.
- Aini, S. 2013. *Ekstraksi Senyawa Kurkumin dari Rimpang Temulawak dengan Metode Maserasi*. Skripsi tidak diterbitkan. Bogor: IPB.
- Triatama, Joni. 2014. *Identifikasi Kandungan Boraks pada Keripik Usus Ayam (Berizin) yang dijual di Pasar Besar Kota Kuala Kapuas Kalimantan Tengah*. Skripsi tidak diterbitkan. Palangkaraya: Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.
- Roth, H.J. 1988. *Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Eigner, D and D. Schulz. 1999. *Ferulaasa-foetida and Curcuma Longan in Traditional Medical Treatment and Diet in Nepal*. J. Ethnopharmacol 67: 1-6.
- Kristina, N.N,dkk. 2012. *Peluang Peningkatan Kadar Kurkumin Pada Tanaman Kunyit Dan Temulawak*. Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik.
- Yerma. 2011. *Kunyit Putih dan Pemanfaatannya*. Info Pangan dan Kesehatan. (Online) <http://www.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 16 Oktober 2015.
- Balitra. 2009. *Kandungan Zat Bioaktif Berbagai Jenis Herbal*. Yogyakarta: Laboratorium Kimia FMIPA UGM.
- Kewitz, S.,dkk. 2013. *Curcuma Contra Cancer? Curcumin and Hodgkin's Lymphoma*. (Online) <http://www.la-press.com>. Diakses pada tanggal 15 Oktober 2015.
- Rahayu, H.D.I., 2010. *Pengaruh Pelarut Yang Digunakan Terhadap Optimasi Ekstraksi Kurkumin pada Kunyit*. Skripsi tidak diterbitkan. Surakarta: Fakultas Farmasi UMS. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2015.

OPTIMASI PEMURNIAN ENZIM PROTEASE ALKALI *Bacillus brevis* MENGUNAKAN METODE FRAKSINASI AMONIUM SULFAT

Apriana Wike N.M, Suharti

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang
Jalan Terusan Ambarawa Gang 3 No.6, Malang

Email: aprianawike@gmail.com

ABSTRAK: Protease merupakan kelompok enzim yang mengkatalisis reaksi hidrolisis ikatan pada protein. Enzim ini banyak dimanfaatkan dalam bidang industri, antara lain industri deterjen, penyamakan kulit, dan tes. Pada penelitian sebelumnya, protease dari *Bacillus brevis* telah dicoba dimurnikan tetapi memiliki aktivitas spesifik yang masih rendah sehingga perlu dilakukan perbaikan metode pemurnian. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pemurnian protease alkali dari *Bacillus brevis* dengan metode fraksinasi amonium sulfat. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen laboratoris. Penelitian dilakukan dalam empat tahap, yaitu (1) regenerasi bakteri *Bacillus brevis* dari media padat NA + susu skim; (2) produksi ekstrak kasar protease dari *Bacillus brevis*; (3) pemurnian enzim dengan metode fraksinasi amonium sulfat, dan (4) penentuan aktivitas dan kadar protein enzim. Penentuan aktivitas protease dilakukan dengan metode Anson pada pH 9 dan penentuan kadar protein ditentukan dengan metode Lowry. Pengendapan amonium sulfat dilakukan pada fraksi 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, dan 80-100%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas protease alkali tertinggi diperoleh pada konsentrasi amonium sulfat 60-80% dengan aktivitas spesifik enzim sebesar 2,81 U/mg, tingkat kemurnian sebesar 3,28 kali ekstrak kasar, dan *yield* sebesar 7,79 %. Namun, nilai aktivitas spesifik dan tingkat kemurnian tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai aktivitas spesifik dan tingkat kemurnian pada fraksi 40-80% yaitu berturut-turut sebesar 2,48 U/mg dan 2,806 kali ekstrak kasar. Sedangkan pada penelitian sebelumnya diperoleh aktivitas spesifik dan tingkat kemurnian berturut-turut sebesar 0,245 U/mg dan 1,26 kali ekstrak kasar.

Kata kunci: protease alkali, *Bacillus brevis*, pemurnian, fraksinasi amonium sulfat, aktivitas spesifik

ABSTRACT: Protease is an enzyme which catalyzes hydrolysis of peptide bonds in proteins. The enzyme is widely used in industry, for example as additive agent in detergent, dehairing, and diagnostic test. Previous research showed that *Bacillus brevis* produced alkaline protease. However, its specific activity is relatively low. Therefore, the enzyme needs to be purified. This study aims to purify the enzyme by ammonium sulfate fractionation. This study is an experimental research laboratory. The study was conducted in four stages: (1) regeneration of *Bacillus brevis* bacteria on solid media NA containing skim milk; (2) production of crude extract protease from *Bacillus brevis*; (3) purification of the enzyme by ammonium sulfate fractionation method, and (4) enzyme activity and protein concentration measurements. Protease activity was measured using Anson method at pH 9 and total protein concentration was determined using Lowry method. Ammonium sulfate precipitation was performed at concentration of 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80% and 80-100%. The results showed that the highest alkaline protease activity was achieved at ammonium sulfate concentration of 60-80 % which yielded enzyme specific activity of 2,81 U/mg, enzyme purity of 3.28 times the crude extract, and the yield of 7.79%. The value of specific activity and purity levels are not much different from its compare to purified enzyme at ammonium sulfate concentration of 40-80%, which has specific activity and purity the 2,48 U/mg and 2.806 times the crude extract, respectively. However, overall results are better compare to previous purification results of which only purified the enzyme at 1.26 times the crude extract with specific

activity of alkaline protease 0,245 U/mg.

Keywords: *alkaline protease, Bacillus brevis, purification, ammonium sulfate fractionation*

PENDAHULUAN

Protease adalah enzim yang dapat menghidrolisis protein menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti peptida kecil dan asam amino. Berdasarkan aktivitasnya pada pH optimum, protease digolongkan menjadi tiga, yaitu protease asam yang mempunyai aktivitas optimum pada rentang pH 2-5, protease netral mempunyai aktivitas optimum pada pH 7, dan protease alkali yang mempunyai aktivitas optimum pada pH 8 dan atau lebih besar dari 8 (Khan *dkk*, 2011). Enzim protease alkali saat ini menguasai pasaran enzim karena pemanfaatannya yang sangat tinggi pada industri deterjen, pengempukan daging, *dehairing* pada industri kulit, dan industri farmasi (Rao *dkk*, 1998).

Protease dapat diisolasi dari berbagai organisme seperti bakteri, jamur, tanaman, dan hewan (Ohta *dkk*, 1966). Protease dari bakteri merupakan jumlah yang paling banyak dibandingkan dengan sumber lain, yaitu protease dari tumbuhan dan hewan. Protease bisa diisolasi dari bagian ekstrasel dan intrasel (Michael *dkk*, 1988). Bakteri penghasil protease, khususnya protease ekstraseluler banyak diproduksi oleh spesies *Bacillus* (Akcan & Uyar, 2011).

Suharti, *dkk*. (2013) telah berhasil mengisolasi bakteri penghasil protease alkali ekstraseluler dari limbah penyamakan kulit yang dinamakan isolat 2B. Hasil analisis fenotip menunjukkan bahwa isolat tersebut kemungkinan besar adalah *Bacillus brevis*. Isolat 2B mampu menghasilkan zona bening dan aktivitas protease pada pH 9 lebih tinggi dibandingkan dengan isolat lain hasil isolasi dari limbah yang sama. Oleh sebab itu, isolat 2B berpotensi tinggi menjadi sumber protease alkalofil. Enzim protease alkali dari yang diproduksi oleh *Bacillus brevis* tersebut dapat dilakukan pemurnian untuk mendapatkan enzim yang lebih murni dengan beberapa cara, antara lain pengendapan, gel filtrasi, dan kromatografi penukar ion. Cara sederhana yang paling umum digunakan yaitu metode pengendapan dengan konsentrasi garam amonium yang tinggi atau dengan menggunakan pelarut organik.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pemurnian enzim protease alkali dengan metode pengendapan oleh garam amonium sulfat, namun dari pemurnian tersebut diperoleh aktivitas spesifik dan *yield* protein yang sangat rendah. Hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor mekanik, suhu, maupun pH. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan enzim yang murni dengan aktivitas yang tinggi yaitu dengan merubah konsentrasi buffer yang digunakan untuk resuspensi pelet.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan meliputi bahan yang berderajat p.a., antara lain: KH_2PO_4 , CH_3COONa , sukrosa, kasein, TCA (*Trichloroacetic Acid*), reagen Folin, *tris-base*, kalsium(II) klorida dihidrat, tembaga(II) sulfat, kalium natrium tartrat, natrium karbonat, natrium hidroksida, amonium sulfat, BaSO_4 . Sedangkan bahan yang tidak berderajat p.a., antara lain bubuk kedelai, aquades, membran dialisis semipermeabel, tirosin, BSA (*Bovine Serum Albumin*), serta biakan murni bakteri *Bacillus brevis* yang diperoleh dari *stabculture* hasil penelitian Suhartidkk (2013).

Peralatan

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang meliputi peralatan preparatif, yaitu: spatula, batang pengaduk, gelas arloji, corong kaca, lampu spiritus, tabung mikro dengan kapasitas volume 1,5 mL, kawat ose ujung lingkaran, kapas, kasa, plastik wrap, dan aluminium foil. Peralatan ukur berbagai ukuran, meliputi: gelas ukur, pipet volum, pipet ukur, pipet mikro, dan pipet tip. Peralatan gelas berbagai ukuran, meliputi: tabung reaksi, gelas beaker, labu takar, labu Erlenmeyer. Serta peralatan instrumen, meliputi: autoklaf Tomy, inkubator *Eyela Soft Incubator*, lemari es, neraca analitik *Acis*, *Shaker waterbath Eyela Uni Thermo Shaker*, Sentrifugator *Dynamica*, Spektrofotometer UV-VIS *Shimadzu 1700*, dan pH meter.

Prosedur

Regenerasi Biakan Murni *Bacillus brevis*

Peremajaan bakteri digunakan untuk meremajakan bakteri agar bakteri terjaga dari kematian bakteri. Peremajaan biakan murni *Bacillus brevis* dilakukan secara aseptis. Meja kerja dan udara sekitar disterilkan dengan penyemprotan alkohol 70 % serta pemanasan dengan lampu spiritus selama bekerja. Ujung jarum ose dipijarkan dalam bara api, setelah dingin ujung kawat digoreskan pada biakan murni *Bacillus brevis* dan diinokulasi ke dalam media NA padat yang mengandung susu skim. Setelah itu, media tersebut diinkubasi pada suhu ruang selama 1 sampai 2 hari hingga terbentuk koloni tunggal dari *Bacillus brevis*.

Produksi Ekstrak Kasar *Protease* dari *Bacillus brevis*

Produksi ekstrak kasar enzim digunakan untuk memproduksi protease alkali dari *Bacillus brevis*. Pada produksi ekstrak kasar, digunakan media *pre-culture* dengan tujuan untuk memperpendek fase *lag* pada produksi. Media yang digunakan untuk pembuatan *pre-culture* dan produksi mempunyai komposisi yang sama. Media tersebut mengandung KH_2PO_4 1 gram/L, Na-asetat 0,1 gram/L, sukrosa 10 gram/L, dan bubuk kedelai 1 gram/L. Media yang telah steril dan dingin selanjutnya ditambah CaCl_2 dan MgSO_4 sampai konsentrasi akhir sebesar 0,5 mmol

CaCl₂ dan 0,4 mmol MgSO₄. Kedua garam tersebut tidak ditambahkan sebelum sterilisasi untuk menghindari pengendapan CaPO₄ dan MgPO₄. *Pre-culture* dibuat dengan menginokulasikan satu ose sel ke dalam 50 mL media secara aseptis, setelah itu diinkubasi pada suhu 37°C dengan kecepatan aerasi 100 rpm *overnight* (±18 hingga 20 jam). Selanjutnya sebanyak 1% v/v *pre-culture* diinokulasikan ke dalam 200 mL media kedelaicair. Kultur pada media cair ini diinkubasi pada temperatur 37°C dengan kecepatan aerasi 100 rpm selama 120 jam (Andriyani, 2014). Kultur hasil inkubasi selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada temperatur ±4°C untuk memisahkan sel dari larutan ekstrak kasar enzim. Supernatan yang diperoleh merupakan ekstrak kasar enzim protease ekstraseluler yang dihasilkan oleh *Bacillus brevis*. Ekstrak kasar enzim tersebut selanjutnya ditentukan aktivitas dan kadar proteinnya.

Pemurnian Protease dengan Fraksinasi Amonium Sulfat

Pemurnian enzim protease ini dilakukan dengan metode fraksinasi menggunakan pengendapan garam amonium sulfat. Tabel penambahan amonium sulfat pada masing-masing tingkat kejenuhan terdapat pada Lampiran 4. Sebanyak 166 mL ekstrak kasar protease dari *Bacillus brevis* ditambahkan dengan garam amonium sulfat sedikit demi sedikit hingga tingkat kejenuhan 20% (dengan massa garam total 17,596 gram) sambil diaduk perlahan dengan *magnetic stirrer* pada suhu dingin (±4 °C). Larutan enzim dibiarkan selama semalam pada temperatur 4°C untuk memaksimalkan pengendapan. Enzim yang mengendap dipisahkan dengan cara disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm. Pelet dari hasil sentrifugasi kemudiandiresuspensi dengan campuran buffer tris-HCl 50 mM pH 9 yang mengandung 2 mM CaCl₂. Hasil suspensi merupakan fraksi amonium sulfat dengan konsentrasi 0-20%. Supernatan diperlakukan sama untuk mendapatkan fraksi amonium sulfat pada konsentrasi 20-40%, 40-60%, 60-80%, dan 80-100%. Kelima larutan hasil resuspensi tersebut didialisis menggunakan membran selofan yang mampu dilewati oleh protein dengan ukuran 3,5 kDa. Dialisis dilakukan dengan menggunakan campuran buffer tris-HCl 50 mM pH 9 dan larutan CaCl₂ 2 mM pada suhu dingin (±4 °C) disertai dengan pengadukan secara perlahan. Dialisis dilakukan selama 12 jam dengan 4 kali pergantian buffer setiap selang waktu 3 jam. Selanjutnya kelima fraksi tersebut ditentukan aktivitas dan kadar proteinnya.

Uji aktivitas protease alkali

Uji aktivitas digunakan untuk mengetahui keberadaan aktivitas protease alkali dalam larutan ekstrak kasar. Sebanyak 5 mL kasein dalam tris-HCl pH 9 dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian diinkubasi selama 5 menit pada temperatur 40°C. Larutan tersebut selanjutnya ditambahkan dengan 1 mL ekstrak kasar dan dihomogenisasi dengan vortex. Larutan selanjutnya diinkubasi selama 10 menit pada suhu 40°C, ditambahkan 5 mL TCA 0,11 M dan buffer Tris-HCl

pH 9 sebanyak 1 mL kemudian dihomogenisasi dengan vortex. Larutan tersebut kemudian disentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm sehingga dihasilkan pelet dan supernatan. Supernatan diambil sebanyak 2 mL kemudian ditambahkan dengan 5 mL Na_2CO_3 dan 1 mL reagen Folin. Larutan tersebut selanjutnya diinkubasi pada suhu 40°C selama 30 menit. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 660 nm. Data absorbansi yang diperoleh dimasukkan pada persamaan regresi kurva standar tirosin untuk memperoleh data konsentrasi tirosin dalam sampel. Untuk larutan kontrol perlakuannya hampir sama hanya saja larutan ekstrak kasar diganti dengan buffer.

Uji Kadar Protein dengan Metode Lowry

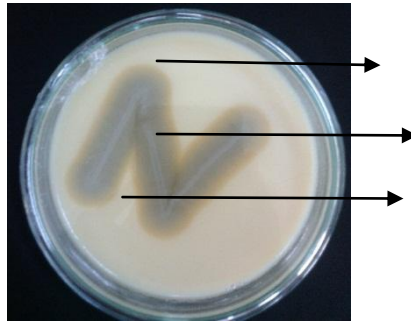
Uji kadar protease digunakan untuk mengetahui kadar protein dari protease alkali dan digunakan untuk menentukan total protein. Sebanyak 1 mL ekstrak kasar dimasukkan dalam tabung reaksi. Ekstrak kasar tersebut kemudian ditambahkan dengan 5 mL reagen Lowry dan dihomogenisasi dengan menggunakan vortex, kemudian diinkubasi selama 10 menit pada suhu ruang. Setelah inkubasi, dilanjutkan dengan penambahan 0,5 mL reagen Folin, dihomogenisasi dengan vortex, kemudian diinkubasi selama 30 menit pada temperatur ruang. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 590 nm. Data absorbansi yang diperoleh dimasukkan pada persamaan regresi kurva standar BSA untuk memperoleh data kadar protein dalam sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Regenerasi Biakan Murni *Bacillus brevis*

Bakteri *Bacillus brevis* yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari hasil penelitian sebelumnya oleh Suharti dkk (2013). Peremajaan bakteri bertujuan untuk meremajakan bakteri agar bakteri terjaga dari kematian bakteri dan untuk mendapatkan bakteri yang sehat serta produktif. Hasil peremajaan bakteri ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Media yang digunakan untuk regenerasi merupakan media NA yang mengandung susu skim. Susu skim mengandung kasein yang berfungsi sebagai substrat protease alkali. Penambahan susu skim akan menyebabkan media berwarna keruh. Warna keruh tersebut disebabkan oleh adanya kasein di dalam susu skim. Sifat kasein yang tidak dapat larut dalam air menyebabkan terbentuknya emulsi kasein pada media.



Gambar 4.1 Hasil Regenerasi *Bacillus brevis*

Gambar 4.1 menunjukkan adanya zona bening yang terbentuk di sekitar koloni yang disebabkan oleh kasein yang terdapat dalam susu skim didegradasi oleh enzim protease ekstraseluler. Selanjutnya, kultur bakteri dari media padat ini diinokulasikan pada media *pre-culture*. Media *pre-culture* tersebut kemudian diinokulasikan ke dalam media produksi yang mempunyai komposisi yang sama dengan media *pre-culture* untuk memproduksi ekstrak kasar enzim protease. Media *pre-culture* ini mengandung kedelai yang merupakan sumber nitrogen bagi mikroba dan sukrosa sebagai sumber karbon.

Produksi Ekstrak Kasar Protease dari Bacillus brevis

Kultur media pada penelitian ini mempunyai volume 200 mL. Pada hari ke-5 kultur media ini disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm pada temperatur 4°C sehingga diperoleh supernatan dan pelet. Supernatan yang diperoleh berwarna kuning kecoklatan seperti pada gambar 4.2. Supernatan yang diperoleh mempunyai volume 176 mL.

Supernatan yang diperoleh merupakan ekstrak kasar enzim protease yang selanjutnya digunakan untuk pemurnian dengan pengendapan oleh garam amonium sulfat. Ekstrak kasar selanjutnya diambil 10 mL kemudian diuji aktivitas dan kadar proteinnya untuk mengetahui kadar tirosin dan kadar protein.



Gambar 4.3 Ekstrak Kasar Enzim Protease Alkali

Berdasarkan uji aktivitas dan kadar protein, ekstrak kasar memiliki aktivitas enzim dan kadar protein berturut-turut sebesar 0,615 U/mL dan 719,2 mg/mL dengan aktivitas spesifik enzim

sebesar 0,00085 U/mg. Sedangkan aktivitas total ekstrak kasar sebesar 102,18 U. Hasil tersebut selanjutnya dibandingkan dengan nilai dari tiap-tiap fraksi amonium sulfat yang diperoleh pada pemurnian.

Pemurnian Protease dengan Fraksinasi Amonium Sulfat

Tahap selanjutnya adalah pemurnian protease dengan pengendapan amonium sulfat. Fraksinasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah fraksi 0-20%, 20-40%, 40-60%, 60-80%, dan 80-100%. Data hasil pemurnian protease dengan metode pengendapan amonium sulfat dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data dan Perhitungan Aktivitas Total, Aktivitas Spesifik, Tingkat Kemurnian, dan Yield Tiap Fraksi

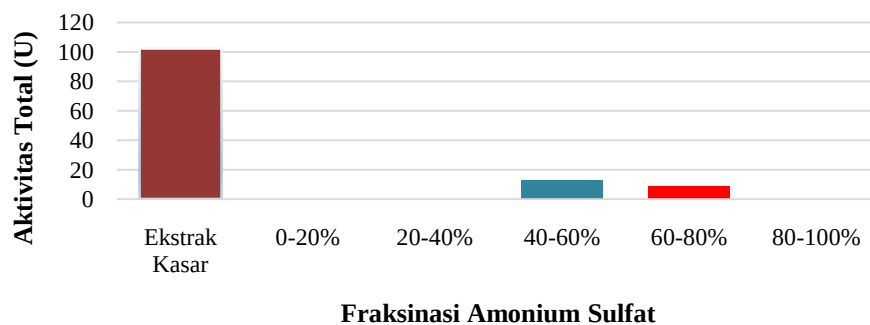
Fraksi (%)	Aktivitas Enzim (U/mL)	Vol (mL)	Aktivitas Total (U)	Total Protein (mg)	Aktivitas Spesifik Enzim (U/mg)	Tingkat Kemurnian	Yield (%)
Ekstrak Kasar	0,615	166	102,18	119,387	0,85	1	100
0-20	0	0	0	0	0	0	0
20-40	0	0	0	0	0	0	0
40-60	0,864	15	12,96	5,208	2,48	2,91	11,96
60-80	0,889	9,5	8,45	3,003	2,81	3,28	7,79
80-100	0	0	0	0	0	0	0

Berdasarkan Tabel 4.1 ekstrak kasar mempunyai nilai aktivitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai aktivitas pada fraksi lain karena ekstrak kasar tersebut masih banyak mengandung protein-protein selain protease yang dapat mengganggu aktivitas katalitik enzim. Pada penelitian ini, fraksi 60-80 % memiliki nilai aktivitas tertinggi disebabkan protein enzim lebih banyak yang terpisah dari protein-protein lain melalui pengendapan. Pada fraksi tersebut, enzim protease alkali dari *Bacillus brevis* yang berhasil diendapkan memiliki aktivitas spesifik 3,29 kali lebih besar dibandingkan dengan aktivitas spesifik ekstrak kasar. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Sari (2014) yang memurnikan enzim protease alkali dengan tingkat kejenuhan optimum amonium sulfat 50-75% memiliki aktivitas spesifik enzim 1,26 kali lebih besar dari ekstrak kasarnya, sedangkan tingkat kemurnian pada penelitian ini 2,806 kali lebih besar dari penelitian sebelumnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh antara penelitian ini dengan penelitian Sari (2014) lebih baik. *Yield* yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 19,75%. Jumlah *yield* yang kecil menunjukkan banyak enzim protease yang hilang selama proses pemurnian. Hal ini diduga antara lain disebabkan (1) autolisis dan (2) denaturasi selama pemurnian.

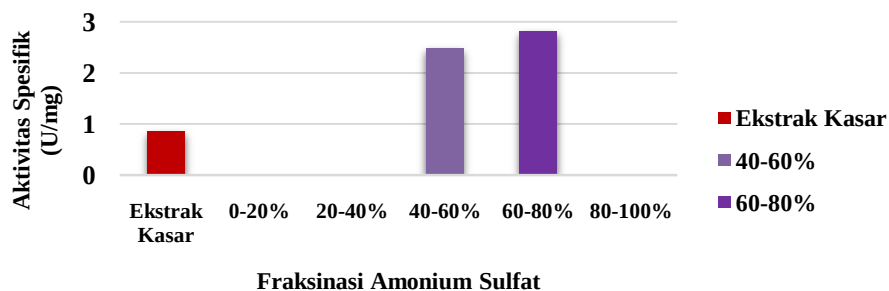
Berdasarkan Tabel 4.4 terlihat bahwa aktivitas total pada ekstrak kasar memiliki nilai tertinggi yaitu 102,18 U. Pada fraksi 0-20%, 20-40%, dan 80-100% tidak terdapat aktivitas total. Tabel tersebut juga menunjukkan adanya penurunan aktivitas total yaitu dari fraksi 40-60% yang

memiliki nilai aktivitas total sebesar 12,96 U mengalami penurunan pada fraksi 60-80% menjadi 8,45 U. Hal tersebut menunjukkan bahwa enzim telah terendapkan maksimum pada fraksi tersebut.

Gambar 4.5 menunjukkan tingkat aktivitas spesifik pada tiap-tiap fraksi. Fraksi 0-20%, 20-40%, dan 80-100% tidak memiliki nilai aktivitas spesifik. Fraksi 40-60% memiliki nilai aktivitas spesifik sebesar 2,48 U/mg, sedangkan fraksi 60-80% memiliki nilai aktivitas tertinggi sebesar 2,81 U/mg. Hal ini menunjukkan bahwa protease terendapkan maksimum pada fraksi 60-80%.



Gambar 4.4 Diagram Aktivitas Total Fraksinasi Protease Alkali dengan Amonium Sulfat



Gambar 4.5 Diagram Aktivitas Spesifik Fraksinasi Protease Alkali dengan Amonium Sulfat

Hilangnya aktivitas pada fraksi 80-100 % menunjukkan bahwa tidak ada protein enzim protease yang terendapkan pada fraksi tersebut atau terendapkan dalam jumlah yang sangat kecil karena protein enzim telah terendapkan pada fraksi sebelumnya. Akibatnya nilai aktivitas enzim kecil karena konsentrasi protein enzim yang rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan hasil sebagai berikut (1) Rentang konsentrasi amonium sulfat optimum yang dapat mengendapkan protease alkali dari *Bacillus brevis* adalah fraksi 60-80% dan (2) Aktivitas spesifik, tingkat kemurnian, dan *yield* pada fraksi 60-80% berturut-turut 2,81 U/mg; 3,28 kali ekstrak kasar; dan 7,79%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amid, Mehrnoush., Manap, M. Y. Abd., & Zohdi, N. K. 2014. Purification and characterization of Alkaline-Thermostable Protease Enzyme From Pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) Waste: A potential Low Cost of the Enzyme. Hindawi Publishing Corporation. 2014 : 1-8.
- Andriyani, D. D. 2014. Optimasi Produksi dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Protease Alkali dari Bakteri Isolat 2B Hasil Isolasi Limbah Penyamakan Kulit. Malang: Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Adinarayana, K. 2003. Purification and characterization of thermostable serine alkaline protease from a newly Isolated *Bacillus subtilis*. PE-11. AAPS Pharmasitech. 56 : 245-250
- Bradford, MM. 1967. A rapid and aensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal Biochem*. 72 : 234-254.
- Femi-Ola. T. O., &Oladokun. D.O. 2012. Partial purification and characterization of a thermostable alkaline protease from *Lactobacillus brevis*. *Malaysian Journal of Microbiology*, 8 (1): 1-5.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., & Randall, R. J. 1951. Protein Measurement with Folin Phenol Reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193 (1): 265-275
- Rao, M.B., Tanksale, A.M., Ghatge, M.S. & Deshpande, V.V. 1998. Molecular and Biotechnological Aspects of Microbial Proteases. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 1998, 62(3):597.
- Sari, S. R. N. L. 2014. Pemurnian Protease Alkali dari *Bacillus brevis* dengan Metode Fraksinasi Amonium Sulfat. Malang: Jurusan Kimia FMIPA UM.
- Sigma Aldrich. Enzymatic Assay of Protease Using Casein as a Substrate. (Online), (<http://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/protocols/biology/enzymatic-assay-of-protease-casein-as-a-substrate.html>), diakses 22 Januari 2015.
- Suharti, Surjani, & Susanti, E. 2013. *Eksplorasi, Karakterisasi & Pemanfaatan Alkaline Protease dari Mikroba sebagai Bioaktif Detergent*. Laporan penelitian tidak diterbitkan. Malang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengeta Suhartono MT. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Bogor: Departemen Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Bioteknologi Institut Pertanian Bogor.

UJI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS DAYA BASMI BUBUK BIJI PEPAYA VARIETAS THAILAND, BIJI PEPAYA VARIETAS CALIFORNIA DAN BIJI PARE TERHADAP JENTIK NYAMUK

Arvinda C Lalang *, Herlina Apriani, Lukmanul Hakim, Sumari

Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

Lalang.arvinda@gmail.com

ABSTRAK: Salah satu penyakit di Indonesia yang masih merupakan masalah kesehatan adalah demam berdarah yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Sampai sekarang upaya pemberantasan nyamuk yang sering dilakukan masih dititikberatkan pada insektisida kimia melalui pemberantasan sarang nyamuk dengan *fogging* dan penggunaan larvasida dengan abatisasi. Penggunaan abatisasi secara terus-menerus dan berulang-ulang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena mengandung bahan kimia yang sulit terdegradasi di alam, kematian berbagai jenis makhluk hidup dan resistensi terhadap vektor. Melihat berbagai alasan tersebut maka perlu dilakukan suatu usaha mendapatkan larvasida alami dari tanaman yang beracun terhadap larva tetapi tidak mempunyai efek samping terhadap lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas daya basmi dari larvasida alami terhadap jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Larvasida alami yang digunakan dalam penelitian adalah bubuk biji pepaya varietas thailand, biji pepaya varietas california dan biji pare. Data hasil penelitian dianalisis dengan menghitung jumlah kematian larva dari tiap konsentrasi perlakuan uji coba yang dinyatakan dalam satuan persentase kematian larva (%) dengan waktu kontak 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bubuk biji pepaya varietas thailand, biji pepaya varietas california dan biji pare dapat digunakan sebagai larvasida alami secara efektif.

Kata Kunci : Larvasida alami, *Aedes aegypti*

ABSTRACT: One of disease in Indonesia is still be a health problem is the dengue fever that is transmitted through the bite of the mosquito *Aedes aegypti*. Until now, efforts to eradicate the mosquito that is often done is still focused on chemical insecticides through mosquito eradication by fogging and larviciding with abatisasi. Using of abatisasi continuously and repeatedly can cause environmental pollution because it contains chemicals that are difficult degraded in nature, the death of various organism and the resistance to the vector. Looking at the various reasons that there should be an effort to get a natural larvicidal of plants that are poisonous to the larvae but does not have adverse effects on the environment and are not harmful to humans. This study aimed to determine the destroy power effectiveness of natural larvicidal against larvae of *Aedes aegypti*. Natural larvicides used in the study is a powder thailand varieties of papaya seeds, california varieties of papaya seeds and bitter gourd seeds. The data was analyzed by counting the number of dead larvae of each treatment trial concentration expressed in larval mortality percentage (%) with a contact time of 24 hours. The results showed that the powder thailand varieties of papaya seeds, california varieties of papaya seeds and bitter gourd seeds effectively used as a natural larvicidal.

Keywords : natural larvicidal, *Aedes aegypti*

PENDAHULUAN

Keberadaan nyamuk yang berdekatan dengan kehidupan manusia dan hewan menimbulkan masalah yang cukup serius. Hal tersebut disebabkan nyamuk bertindak sebagai vektor beberapa penyakit yang sangat penting dengan tingginya tingkat kesakitan dan kematian yang

ditimbulkannya. Di Indonesia salah satu penyakit yang ditularkan oleh nyamuk masih merupakan masalah kesehatan adalah demam berdarah yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. Selain merupakan vektor penyakit demam berdarah, *Aedes aegypti* juga merupakan vektor penyakit demam kuning (*yellow fever*) dan chikungunya [1].

Upaya pengobatan telah dilakukan dengan melaksanakan pengobatan masal, pengobatan selektif, dan pengobatan individual [2]. Sedangkan upaya pemberantasan nyamuk dilakukan dengan pemberantasan sarang nyamuk dan larvasida. Sampai saat ini, pemberantasan sarang nyamuk masih dititikberatkan pada insektisida kimia karena dianggap efektif, dan hasilnya dapat diketahui dengan cepat. Pemberantasan sarang nyamuk dilakukan dengan *fogging* sedangkan larvasida dilakukan dengan abatisasi.

Abatisasi dilakukan untuk mengendalikan larva nyamuk dan dosis yang dipakai cenderung lebih rendah dengan alasan air yang ditaburi abate berbau kurang sedap, karena ini memang adalah salah satu kelemahan formulasi temefos SG. Lebih tingginya frekuensi abatisasi ini dapat mendorong terjadinya resistensi pada populasi nyamuk. Penggunaan abatisasi secara terus-menerus dan berulang-ulang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena mengandung bahan kimia yang sulit terdegradasi di alam, kematian berbagai jenis makhluk hidup dan resistensi terhadap vektor [3]. Dampak negatif lain dari penggunaan insektisida kimia adalah pencemaran lingkungan, kematian predator, resistensi serangga sasaran, dapat membunuh hewan peliharaan, bahkan mengganggu kesehatan manusia. Selain itu, adanya kecenderungan masyarakat menggunakan pembasmi serangga aerosol dan lotion penolak nyamuk untuk mencegah gigitan nyamuk tetapi bersifat racun karena mengandung propoxur, DDVP dan DEET sehingga dapat menimbulkan berbagai penyakit [4].

Melihat berbagai alasan tersebut maka perlu dilakukan suatu usaha mendapatkan larvasida alami, yakni larvasida yang dihasilkan oleh tanaman beracun terhadap larva tetapi tidak mempunyai efek samping terhadap lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia. Larvasida alami dapat ditemukan dalam tumbuhan yang didalamnya terkandung senyawa yang berfungsi sebagai larvasida, diantaranya adalah golongan sianida, saponin, tanin, flavonoid, alkaloid, steroid dan minyak atsiri [5]. Beberapa tanaman yang dipercaya dapat digunakan sebagai larvasida alami yakni biji pepaya (*Carica Papaya Linnaeus*) dan biji pare (*Momordica Charantia L*). Biji pepaya merupakan bagian yang mengandung senyawa kimia golongan alkaloid, saponin, flavonoid [6]. Biji pare mengandung senyawa kimia alkaloid, saponin dan triterpenoid yang bersifat racun terhadap serangga [7]. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk membandingkan efektifitas daya basmi bubuk biji pepaya varietas thailand, biji pepaya varietas california dan biji pare terhadap jentik nyamuk.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain sebagai berikut : biji pepaya varietas Thailand, biji papaya varietas California, biji pare, aquades, bubuk Abate, jentik nyamuk *Aedes sp.* Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain sebagai berikut : kassa, benang, lumpang dan alu, gelas beker ukuran 1 liter, neraca digital, cawan petri, spatula, kertas label. Prosedur penelitian yang digunakan sebagai berikut : membersihkan biji buah dari daging buah, meringkan biji di bawah sinar matahari selama satu hari, menumbuk masing-masing biji sampai halus, menimbang serbuk biji masing-masing sebanyak 25 gram, 10 gram, 5 gram dan 1 gram, menimbang serbuk abate sebanyak 0,005 g, memasukkan masing-masing serbuk biji dan serbuk abate ke dalam kain kasa yang berbeda sesuai dengan jumlah yang telah ditimbang, mengikat masing-masing ujung kassa dengan benang, menyiapkan 0,5 L aquades masing-masing dalam 13 erlenmeyer, memasukkan 10 ekor jentik nyamuk ke dalam masing-masing erlenmeyer, memasukkan bungkus bubuk ke dalam masing-masing erlenmeyer dan tandai dengan kertas label, membiarkan selama 24 jam, mengamati jentik setelah 24 jam, menghitung dan catat jumlah jentik nyamuk yang masih hidup pada masing-masing erlenmeyer, membuat perbandingan bahan dengan dosis yang paling banyak membunuh jentik nyamuk, mengulangi percobaan sebanyak tiga kali. Data yang diperoleh selama penelitian uji coba laboratorium dianalisis dengan menghitung jumlah kematian larva dari tiap konsentrasi perlakuan uji coba yang dinyatakan dalam satuan persentase kematian larva (%) dengan waktu kontak 24 jam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aedes sp adalah jenis nyamuk yang awalnya ditemukan di daerah tropis, namun kini telah menyebar hingga ke semua benua kecuali Antartika. *Aedes* berasal dari bahasa Yunani yang berarti “tidak menyenangkan” atau “najis”. Disebut demikian karena banyak penyakit yang disebarkan oleh nyamuk jenis ini diantaranya adalah DBD dan yellow fever [8]. Di Indonesia *Aedes sp* tersebar luas di seluruh wilayah hampir semua provinsi, umumnya ditemukan di pemukiman yang padat penduduk [9]. Tempat perindukan utama *Aedes sp.* adalah air bersih yang tenang dan di tempat gelap di daerah pada penduduk yang rumahnya saling dekat satu sama lain [10]. Suhu untuk perkembangbiakan nyamuk *Aedes sp.* berkisar antara 25°C – 35°C. Larva akan mati pada suhu 10°C atau lebih dari 40°C. Nyamuk dapat berkembang pada pH antara 4-9 dan dapat hidup optimal pada kelembaban udara berkisar 81,5-89,5% [11]. *Aedes sp* mengalami metamorfosis lengkap. Siklus hidupnya terdiri dari telur, larva (jentik) pupa (kepompong) dan nyamuk dewasa. Metamorfosis nyamuk *Aedes aegypti* mulai dari telur sampai menjadi larva memakan waktu kurang lebih 2 hari, dari larva menjadi pupa membutuhkan waktu 6-8 hari dan sampai menjadi nyamuk dewasa selama 2 hari [12].

Metode yang paling efektif untuk mengendalikan nyamuk vektor demam berdarah adalah dengan cara membunuh jentiknya. Larvasida merupakan salah satu insektisida yang dapat menjadi alternatif pengendalian demam berdarah. Larvasida alami dapat ditemukan dalam tumbuhan yang didalamnya terkandung senyawa yang berfungsi sebagai larvasida, diantaranya adalah golongan sianida, saponin, tanin, flavonoid, alkaloid, steroid dan minyak atsiri [5]. Larvasida alami dihasilkan oleh tanaman, yang beracun terhadap serangga tetapi tidak mempunyai efek samping terhadap lingkungan dan tidak berbahaya bagi manusia. Pada penelitian ini bagiantanaman yang digunakan yakni biji pepaya varietas Thailand, pepaya varietas California dan pare.

Berdasarkan uraian di atas maka dibuatlah suatu penelitian yang bertujuan untuk menguji efektivitas daya serbuk biji pepaya varietas Thailand, pepaya varietas California dan pare terhadap jentik nyamuk *Aedes sp.* Data hasil penelitian disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Perbandingan daya basmi terhadap jentik nyamuk berdasarkan jumlah kematian jentik

Ulangan	Kontrol Abate (g)	Serbuk biji papaya Thailand (g)				Serbuk biji papaya California (g)				Serbuk biji pare (g)			
	0,005	1	5	10	25	1	5	10	25	1	5	10	25
I	10	2	4	5	9	1	3	6	8	1	2	5	6
II	10	2	3	6	9	1	3	5	9	1	2	6	7
III	10	1	3	6	8	2	3	6	8	1	3	4	6

Tabel di atas menunjukkan jumlah jentik nyamuk yang mati pada setiap perlakuan. Dari hasil perhitungan maka didapatkan persentase efektivitas daya basmi terhadap jentik nyamuk yang disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2. Perbandingan persentase daya basmi terhadap jentik nyamuk

Ulangan	Kontrol Abate (g)	Serbuk biji papaya Thailand (g)				Serbuk biji papaya California (g)				Serbuk biji pare (g)			
	0,005	1	5	10	25	1	5	10	25	1	5	10	25
I	10	2	4	5	9	1	3	6	8	1	2	5	6
II	10	2	3	6	9	1	3	5	9	1	2	6	7
III	10	1	3	6	8	2	3	6	8	1	3	4	6
Σ	30	5	10	17	26	4	9	16	20	3	7	15	19
rata-rata	10	1.7	3.3	5.7	8.7	1.3	3	5.3	6.7	1.0	2.3	5	6.3
%	100	16.7	33.3	56.7	86.7	13.3	30.0	56.7	83.3	10.0	23.3	50.0	63.3

Efektivitas daya basmi adalah kemampuan serbuk biji biji papaya varietas Thailand, pepaya varietas California dan pare dalam membunuh jentik nyamuk dalam waktu kontak

24 jam dan dikategorikan menjadi :

- a) Efektif (Bila membunuh lebih dari 50% jumlah jentik)
- b) Tidak Efektif (Bila membunuh kurang dari 50% jumlah jentik)

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa serbuk biji pepaya varietas Thailand, pepaya varietas California dan pare efektif membasmi jentik nyamuk *Aedes sp* pada dosis minimal 10 g. Daya basmi biji papaya terhadap jentik nyamuk lebih besar dibandingkan pare. Perbedaan daya basmi tersebut dipengaruhi oleh kandungan kimia yang terdapat dalam biji masing-masing buah.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, larvasida alami dapat ditemukan dalam tumbuhan yang didalamnya terkandung senyawa golongan sianida, saponin, tanin, flavonoid, alkaloid, steroid dan minyak atsiri. Secara umum, biji buah pepaya terdapat senyawa aktif diantaranya mengandung alkaloid, steroid, tanin dan minyak atsiri. Dalam biji pepaya mengandung senyawa-senyawa steroid. Kandungan biji dalam buah pepaya kira-kira 14,3 % dari keseluruhan buah pepaya [13]. Kandungannya berupa asam lemak tak jenuh yang tinggi, yaitu asam oleat dan palmitat [14]. Selain mengandung asam-asam lemak, biji pepaya diketahui mengandung senyawa kimia lain seperti golongan fenol, alkaloid, terpenoid dan saponin [15]. Zat-zat aktif yang terkandung dalam biji pepaya tersebut bisa berefek sitotoksik, anti androgen atau berefek estrogenic. Biji pare juga mengandung alkaloid, saponin dan triterpenoid [16]. Buah pare dapat bermanfaat sebagai antibakteri, antibiotik, antidiabetes, antiinflamasi, antimikroba, antileukimia, antioksidan, antitumor, antivirus, obat pencacah, afrodisiak, astringen, karminatif, sitostatik, sitotoksik, hipoglikemik, imunostimulan, insektisida, stomatik, dan tonik [17]. Senyawa flavonoid, alkaloid, dan tanin buah pare dapat dipakai sebagai antiseptik dan antimikroba (bakteri dan virus) [18].

Berdasarkan kandungan senyawa yang terdapat dalam biji, biji pepaya lebih banyak mengandung senyawa yang dapat digunakan sebagai larvasida alami dibanding biji pare. Senyawa dalam biji papaya yang dapat digunakan sebagai larvasida alami yaitu alkaloid, steroid, tanin, steroid, terpenoid dan saponin. Senyawa dalam biji pare yang dapat digunakan sebagai larvasida alami yaitu alkaloid, saponin, flavonoid dan tanin. Perbedaan jumlah jenis kandungan senyawa yang dapat digunakan sebagai larvasida alami dalam biji pepaya dan biji pare menyebabkan perbedaan daya basmi biji pepaya dan biji pare.

Secara umum, kandungan senyawa dalam biji pepaya varietas Thailand dan pepaya varietas California sama. Varietas tanaman hanya membedakan kedua papaya tersebut

secara genotif tetapi kedua pepaya tersebut tetap memiliki jenis dan spesies yang sama. Persamaan jenis dan spesies menyebabkan kandungan kimia juga sama. Hal tersebut menyebabkan daya basmi kedua varietas tersebut tidak berbeda secara signifikan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bubuk biji pepaya varietas thailand, biji pepaya varietas california dan biji pare efektif digunakan sebagai larvasida alami minimal pada dosis 10 g setiap 0,5 L. Biji pepaya lebih efektif digunakan sebagai larvasida alami dibandingkan biji pare dengan perbandingan persentase daya basmi sebesar 4 : 3.

DAFTAR RUJUKAN

- Chahaya, I. 2011. Pemberantasan Vektor Demam Berdarah Di Indonesia. (Online) (<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/3715/1/fkm-indra%20c5.pdf>.) Diakses tanggal 6 September 2015.
- Kurniawan, L. 2008. Filariasis - Aspek Klinis, Diagnosis, Pengobatan Dan Pemberantasannya Artikel. Pusat Penelitian Penyakit Menular, Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan RI, Jakarta. <http://Downloads.Ziddu.Com/Downloadfile/2097074/Kakigajah1.Pdf.Html> diakses 30 Agustus 2015
- Yunita E.A, Suprati N.H, dan Hidayat J.W. 2009. Pengaruh Ekstrak daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*. Bioma vol. 11, No. 1, Hal. 11-17. Jurusan Biologi FMIPA
- Kardinan, A. 2007. Potensi selasih sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Littri* Vol.13 No.2, Juni 2007 : 39–42. (Online) (<http://perkebunan.litbang.deptan.go.id/upload.files/File/publikasi/jurnal/Jurnal%202007/Artikel%201321-AGU%20KARDINAN.pdf>.) diakses 30 Agustus 2015
- Kardinan, A. 2000. Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi. Jakarta :Penebar Swadaya.
- Hutari, Yusrudiarti & Mualim, 2014. Efektivitas Bubuk Biji Pepaya (*Carica Papaya Linnaeus*) sebagai Larvasida *Aedes SP INSTAR III*. (Online) (<http://keslingbengkulu.blogspot.com/2014/08/efektivitas-bubuk-biji-pepaya-carica.html>) diakses 30 Agustus 2015
- Kardinan, A. 2003. Mengenal lebih dekat tanaman pengusir dan pembasmi nyamuk. Jakarta: Agromedia.
- Van den berg, H., dkk. 2013. *Regional Framework for Surveillance and Control of Invasive Mosquito v Vectors and Re-emerging Vector-Borne Disease 2014-2020*. WHO Press.
- Mulyaningsih, B. 2001. Deteksi Dini Status Resistensi Nyamuk Vektor Penyakit Demam Berdarah Dengue terhadap Insektisida Organofosfat di Daerah Endemis di Yogyakarta dengan Uji Biokemis. Artikel Ilmiah. Lembaga Penelitian UGM: Yogyakarta
- Supartha, W. I. 2008. Pengendalian Terpadu Vektor Virus Demam Berdarah Dengue, *Aedes aegypti* (Linn) dan *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae). Artikel Ilmiah. Denpasar: Dies Natalis Universitas Udayana
- Yudhastuti, R., dkk. 2005 Hubungan Kondisi Lingkungan, Kontainer, dan Perilaku Masyarakat dengan Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes aegypti* di Daerah Endemis Demam Berdarah dengue Surabaya. Artikel Karya Ilmiah. Surabaya: Kesehatan Lingkungan FKM Unair
- Adifian, dkk. 2013. Kemampuan Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* dalam Berkembang Biak Berdasarkan Jenis Air. Artikel Karya Ilmiah. Bagian Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat. Makasar: Universitas Hassanudin
- Satriyasa, B. K. dan Pangkahila, W. 2010. Fraksi heksan dan fraksi metanol ekstrak

Prosiding

Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP) 2015

Malang, 31 Oktober 2015

biji pepaya muda menghambat spermatogonia mencit (*Mus Musculus*) jantan. *Jurnal Veteriner*. Denpasar-Bali. 11 (1):37-39.

Yuniwati, M dan Purwanti, A. 2008. Optimasi kondisi proses minyak biji pepaya.

Jurnal Teknologi Technoscientia. Jurusan Teknik Kimia. Yogyakarta IST Akprind. 1(1): 76

Warisno, 2003. *Budidaya Pepaya*. Yogyakarta: Kanisius

Bahatyanusa, R. 2009. *Pengaruh ekstrak biji pare (*Momordica charantia* L.) Terhadap mortalitas larva *Aedes Aegypti**. (Online)

(<http://library.uns.ac.id/digilib/dokumen/abstrak/10957/Pengaruh-ekstrak-biji-pare-momordica-CHARANTIA-l-Terhadap-mortalitas-larva-aedes-AEGYPTI-l>). Diakses

tanggal 6 September 2015.

Karou, D. Aly, S. Antonella, C. Saydou, Y Alfred ST. 2006. Antibacterial Activity of Fenom Alkaloid from The Imported Fire and Solepnosis Invicta Buren. *Amerikan society for Microbiologi*: 2 (4): 291-293

Chambbell. 2002. *Tanaman Pare*. Jakarta: Erlangga.

EFEKTIVITAS DAUN SELEDRI (*Apium graveolens* L.) SEBAGAI ANTIBAKTERI TERHADAP KETAHANAN TAHU

Eris Ratnawati*, Noor Fathi M, Yessita Puspaningrum, Halimah Mustika N, Sumari

Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur 65145

erisriris91@gmail.com

ABSTRAK: Seledri (*Apium graveolens* L) memiliki kandungan kimia flavonoid, saponin, tannin 1%, minyak atsiri 0,033%, flavo-glukosida (apiin), apigenin, kolin, lipase, asparagin, zat pahit, vitamin (A, B, dan C), telah terbukti memiliki aktivitas sebagai antibakteri. Pada penelitian ini, dikaji mengenai penggunaan seledri (*Apium graveolens* L) sebagai antibakteri tahu. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah 1) mengetahui efektifitas ekstrak seledri terhadap kualitas tahu; 2) Mengetahui perbedaan efektifitas ekstrak seledri terhadap ketahanan tahu dengan menggunakan teknik rendaman dan non-rendaman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan eksperimen murni. Ekstraksi daun seledri dilakukan dengan metode maserasi menggunakan etanol 96% dilanjutkan dengan *rotary evaporator*. Perlakuan dibagi menjadi dua untuk masing – masing teknik yakni kontrol positif (pemberian ekstrak daun seledri pada rendaman tahu dan pemberian ekstrak daun seledri pada komposisi tahu) dan kontrol negatif (tahu biasa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ekstrak seledri dalam adonan tahu (teknik non-rendaman) dapat meningkatkan ketahanan tahu sampai dua hari dibandingkan dengan tahu yang direndam ekstrak seledri (teknik rendaman) dan tahu biasa.

Kata kunci : Seledri (*Apium graveolens* L.), tahu, antibakteri

ABSTRACT: Celery (*Apium graveolens* L) contains chemical substance such as flavonoid, saponin, tannin 1%, volatile oil 0.033%, flavo-glucoside (apiin), apigenin, kolin, lipase, asparagin, bitter substance, vitamin (A, B and C), have been proven that it had activity as antibacteria agent. In this research, usage of celery (*Apium graveolens* L) as antibacteria for was examined. The aims of this experiment were to 1) to the effectivity of celery extract to tofu quality; 2) know the difference of celery extract to tofu endurance by using bath technique and non-bath technique. Method used in this research was pure experiment. Celery leaves extraction was done by maceration method using ethanol 96% then continued with rotary evaporator. Treatment was divided into two for each technique were positive control (giving of celery leaf extract on tofu bath and giving celery leaf extract on tofu ingredients) and negative control (general tofu). Results of research showed that addition of celery leaf extract in the ingredients (non-bath technique) could increase tofu quality till two days than tofu with bath technique and general tofu.

Keywords: celery (*Apium graveolens* L.), tofu, antibacteria

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu bahan makanan pokok yang termasuk dalam empat sehat lima sempurna. Tahu juga merupakan makanan sehari-hari yang sering dikonsumsi dalam bentuk makanan ringan seperti gorengan yang mengandung banyak gizi dan mudah diproduksi. Tahu adalah ekstrak protein kedelai yang telah digumpalkan dengan menggunakan bahan penggumpal protein seperti asam, garam kalsium, atau bahan penggumpal lainnya.

Salah satu upaya yang dilakukan oleh produsen untuk menghindari kerugian akibat kerusakan tekstur tahu antara lain berjamur, berlendir, sehingga menimbulkan bentuk, warna, rasa

dan bau berubah adalah dengan menambahkan pengawet. Penambahan bahan pengawet ini kadang menjadi kurang aman jika yang digunakan bukan merupakan bahan pengawet yang dianjurkan untuk makanan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan masa simpan tahu menjadi lebih panjang. Pengawet yang biasa digunakan oleh para pembuat tahu adalah boraks. Adapun alasan penggunaan boraks adalah harganya yang murah dan boraks berfungsi juga sebagai pengental. Konsumsi boraks dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan penyakit.

Oleh karena itu, diperlukan adanya alternatif bahan pengawet alami yang lebih aman untuk mengawetkan daging dan salah satu bahan yang dapat dijadikan pengawet alami tersebut adalah seledri. Seledri merupakan tanaman yang dapat tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Di Indonesia, daun seledri dimanfaatkan sebagai pelengkap sayuran^[1]. Menurut Ixoranet dalam Nadinah, seledri mengandung flavonoid, saponin, tanin, apiin, minyak atsiri, apigenin, kolin, vitamin A, B, C, zat pahit asparagin^[2]. Diantara kandungan yang dimiliki seledri, flavonoid, saponin, dan tanin merupakan senyawa yang bersifat antibakteri^[3]. Setiap 100 g seledri mengandung air sebanyak 93 ml, protein 0,9 g, lemak 0,1 g, karbohidrat 4 g, serat 0,9 g, kalsium 50 mg, besi 1 mg, fosfor 40 mg, yodium 150 mg, kalium 400 mg, magnesium 85 mg, vitamin A 130 IU, vitamin C 15 mg, riboflavin 0,05 mg, tiamin 0,03 mg, dan nikotinamid 0,4 mg. Akar seledri mengandung asparagin, manit, zat pati, lendir, minyak atsiri, pentosan, glutamin, dan tirosin. Biji seledri mengandung apiin, minyak menguap, apigenin, dan alkaloid^[4].

Seledri memiliki banyak manfaat bagi kesehatan manusia. Seledri berkhasiat sebagai obat penurun tekanan darah dan kadar asam urat darah^[5]. Manfaat seledri yang lainnya ditunjukkan dari penelitian Rusdiana *et al.* bahwa ekstrak seledri dapat digunakan sebagai gel antioksidan^[6]. Hasil penelitian Rachmawati *et al.* menunjukkan bahwa ekstrak daun seledri dapat menghambat pertumbuhan *Candida albicans In Vitro*^[7]. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Majidah *et al.* juga menunjukkan bahwa seledri memiliki daya antibakteri terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Daya antibakteri *Streptococcus mutans* masih terlihat dengan konsentrasi 12,5% ekstrak daun seledri^[8]. Berdasarkan hasil penelitian Nadinah, ekstrak daun seledri memiliki daya antibakteri terhadap pertumbuhan *S. mutans* dan konsentrasi terendah dari ekstrak daun seledri yang masih memiliki daya antibakteri terhadap pertumbuhan *S. mutans* adalah konsentrasi 12,5%^[2]. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diharapkan dengan penggunaan daun seledri yang memiliki senyawa antimikroba dapat berpotensi mempertahankan kualitas tahu.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu bahan pembuatan tahu dan bahan pembuatan ekstrak seledri. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan tahu meliputi kedelai, air, cuka, dan ekstrak daun seledri. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan untuk

pembuatan ekstrak seledri meliputi daun seledri, akuades, dan etanol 96%.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu peralatan pembuatan tahu dan peralatan pembuatan ekstrak seledri. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan tahu meliputi ember besar, tampah, kain penyaring, pengaduk, cetakan, keranjang, rak bambu, tungku/kompor, dan penggiling kedelai. Sedangkan peralatan yang digunakan untuk ekstraksi daun seledri meliputi tampah, oven, timbangan, blender, ayakan berukuran 50 mesh, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, kertas saring, pengaduk, penyaring *buchner*, dan *rotary evaporator*.

Prosedur

Pembuatan Tahu untuk Teknik Non-Rendaman

Pembuatan tahu untuk teknik non-rendaman diawali dengan memilih kedelai yang besar dan sehat, kemudian dicuci bersih. Kedelai bersih tersebut kemudian direndam dalam air bersih (3 liter air bersih untuk 1 kg kedelai bersih) selama 8 jam. Setelah 8 jam perendaman, kedelai dicuci bersih dan digiling hingga halus. Selama proses penggilingan juga ditambahkan air hangat sedikit demi sedikit hingga berbentuk bubur. Bubur kedelai ini kemudian dimasak pada suhu 700 – 800 °C hingga matang. Setelah bubur kedelai matang, bubur disaring dan diendapkan airnya menggunakan cuka (3 ml cuka untuk 1 liter bubur kedelai). Endapan bubur kedelai diambil kemudian ditambahkan dengan ekstrak seledri dan diaduk hingga merata. Kemudian endapan bubur kedelai diambil kemudian dipress dan dicetak. Setelah itu, tahu yang sudah terbentuk direbus dengan suhu 50 – 60 °C.

Pembuatan Tahu untuk Teknik Rendaman

Pembuatan tahu untuk teknik rendaman hampir sama seperti pembuatan tahu untuk teknik rendaman yaitu diawali dengan memilih kedelai yang besar dan sehat, kemudian dicuci bersih. Kedelai bersih tersebut kemudian direndam dalam air bersih (3 liter air bersih untuk 1 kg kedelai bersih) selama 8 jam. Setelah 8 jam perendaman, kedelai dicuci bersih dan digiling hingga halus. Selama proses pengilingan juga ditambahkan air hangat sedikit demi sedikit hingga berbentuk bubur. Bubur kedelai ini kemudian dimasak pada suhu 700 – 800 °C hingga matang. Setelah bubur kedelai matang, bubur disaring dan diendapkan airnya menggunakan cuka (3 ml cuka untuk 1 liter bubur kedelai). Endapan bubur kedelai diambil kemudian dipress dan dicetak. Setelah itu, tahu yang sudah terbentuk direbus dengan suhu 50 – 60 °C. Tahu yang sudah terbentuk kemudian direndam dengan ekstrak seledri selama 8 jam.

Ekstraksi Daun Seledri Metode Maserasi

Pembuatan ekstrak daun seledri dilakukan dengan mencuci 1 kg seledri hingga bersih dengan air mengalir dan kemudian di tiriskan. Daun seledri yang sudah bersih tersebut kemudian dipotong-potong lalu dimasukkan ke dalam oven selama 20 jam pada suhu 50 °C. Daun seledri yang sudah kering ini ditimbang, selanjutnya diserbukkan dengan cara diblender. Serbuk seledri ini kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran 50 mesh. Serbuk halus seledri ini kemudian direndam dengan etanol 96% pada toples kaca tertutup dengan perbandingan 1: 10 b/v selama 16 jam. Hasil rendaman ini kemudian disaring dan diambil filtratnya. Filtrat ini kemudian dimaserasi menggunakan etanol 96%. Semua maserat yang dihasilkan kemudian dievaporasi pada suhu 40-50 °C selama 3 jam menggunakan *rotary evaporator*. Hasil proses evaporasi inilah yang ditambahkan ke dalam tahu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan penelitian ketahanan tahu dapat diketahui bahwa tahu dengan ekstrak seledri rata-rata memiliki ketahanan yang lebih lama daripada yang tahu tanpa perlakuan. Berikut ini pengamatan ketahanan tahu disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengamatan Ketahanan Tahu

Waktu (Hari)	Tahu Asli (Perubahan)	Tahu dengan Perlakuan (Perubahan)			
		Non Rendaman rebus	Non rendaman rebus +Air	Non rendaman non rebus	Rendaman
0	Dalam keadaan baik	Dalam keadaan baik	Dalam keadaan baik	Dalam keadaan baik	Dalam keadaan baik
1	Berlendir dan bau (+++)	Tidak bau, sedikit berlendir(+)	Tidak bau, tidak berlendir	Tidak bau, sedikit berlendir(+)	Bau dan berlendir
2	Berlendir dan bau (++++)	Agak bau, sedikit berlendir(+), kuning	Tidak bau, sedikit berlendir(+)	Bau, sedikit berlendir(+), kuning(+), berjamur(+)	-
3	Berlendir (++), bau (+++), ada warna kuning kemerahan	Bau (++), agak berlendir (++), kuning (++), berjamur	Bau (+), agak berlendir (++), berjamur	Bau (++), berlendir (++), kuning (++), berjamur (++)	-

Pemberian ekstrak seledri yang menunjukkan ketahanan yang baik adalah tahu dengan pencampuran ekstrak langsung ke adonan tahu dan setelah pengepresan direbus dan disimpan

dengan penambahan air. Ketahanan masing-masing tahu (dalam hari) ditunjukkan dalam tabel 2 berikut.

Tabel 2 Hasil Penelitian

Jenis Tahu	Biasa	Non rendaman rebus	Non rendaman rebus+air	Non rendaman non rebus	Rendaman
Ketahanan (hari)	<1	1	2	1	<1

Tahu tanpa perlakuan hanya dapat tahan 1 hari bahkan kurang. Sedangkan pada tahu yang diberi ekstrak seledri dapat tahan 1-2 hari tergantung perlakuan yang diberikan. Untuk penambahan ekstrak dengan perendaman tidak sampai tahan sehari. Sedangkan untuk penambahan ekstrak seledri ke dalam adonan sebelum pengepresan dapat tahan sampai 2 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak pada rendaman kurang efektif untuk meningkatkan daya tahan tahu. Teknik rendaman ini kurang efektif karena air rendaman mengandung zat organik, yaitu ekstrak seledri itu sendiri, zat organik tersebut ketika berinteraksi dengan udara lebih mudah untuk terkontaminasi sehingga menimbulkan bau.

Pada tahu yang diberi penambahan ekstrak seledri ke dalam adonan, setelah tahu dipres diberi dua perlakuan, yaitu perebusan dan tanpa perebusan. Perebusan dilakukan untuk mematangkan tahu setelah pengepresan sehingga tahu tidak mudah busuk dan aman untuk dikonsumsi. Hasil perlakuan tahu yang tidak direbus setelah pengepresan menunjukkan bahwa tahu tersebut hanya tahan sehari yang ditandai dengan timbulnya bau, dan berlendir pada hari kedua. Sedangkan tahu yang direbus menunjukkan ketahanan yang lebih lama. Daya tahan tahu yang belum direbus lebih rendah daripada yang direbus, karena pada tahu yang belum direbus masih mentah sehingga lebih memungkinkan terjadinya proses pembusukan.

Tahu yang diberi penambahan ekstrak seledri dengan teknik non rendaman kemudian direbus namun tidak memakai air untuk penyimpanan dapat tahan 1 hari. Hal ini telah menunjukkan bahwa metode penyimpanan tanpa air ini kurang efektif untuk meningkatkan ketahanan tahu. Sedangkan tahudengan perlakuan yang sama namun dalam penyimpanannya memakai air memiliki ketahanan yang lebih lama yaitu 2 hari. Hal ini dikarenakan penggunaan air dapat mengurangi interaksi tahu dengan udara secara langsung. Selain itu, penggunaan air dapat menjaga tekstur tahu agar tidak berongga sehingga dapat terisi udara yang banyak mengandung bakteri.

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa untuk meningkatkan ketahanan tahu dengan ekstrak seledri yang paling efektif adalah dengan mencampurkan ekstrak seledri langsung ke adonan (teknik non rendaman) dan direbus setelah dipress mengontaminasi saat proses pengepresan, dan memberikan air untuk menyimpan tahu. Hal ini bertujuan agar antibakteri yang terkandung dalam ekstrak seledri dapat tersebar merata diseluruh tahu, untuk menghilangkan

bakteri yang mungkin, dan agar bakteri tidak langsung mengontaminasi tahu.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan mengenai penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah penambahan ekstrak seledri dengan teknik non rendaman dan penyimpanan menggunakan air dapat meningkatkan kualitas tahu yang dapat diamati dari ketahanan tahu yang semakin lama. Adapun efektivitas ekstrak seledri terhadap ketahanan tahu dengan menggunakan teknik ditambahkan langsung ke adonan (non rendaman) paling efektif untuk meningkatkan ketahanan tahu dari pada teknik yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- ^[1]Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). 2009. *Pengobatan Alternatif dengan Tanaman Obat*. UPT Balai Informasi Teknologi LIPI
- ^[2]Nadinah. 2008. *Kinetika Inhibisi Ekstrak Etanol Seledri (Apium graveolens L.) dan Fraksinya Terhadap Enzim Xantin Oksidase Serta Penentuan Senyawa Aktifnya*. Tesis. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- ^[3]Sukandar EY, Suwendar, Ekawati, E. 2006. *Aktivitas Ekstrak Etanol Herba Seledri (Apium graveolens) dan Daun Urang Aring (Eclipta prostrata L.) terhadap Pityrosporum ovale*. Majalah Farmasi Indonesia
- ^[4]Harborne, Jeffrey. B. 1988. *The Flavonoids: Advances in Research Since 1980*. London: Chapman and Hall.
- ^[5]Pertamawati & Yulianto, Eka. 2009. *Senyawa Flavonoid dari Herba Seledri*. Prosiding II Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXXVII halaman 319-328 Tanggal 11-12 November 2009
- ^[6]Rudiana, Taofik, Musfiroh, Ida, A. Nawang. 2009. *Formulasi Gel Antioksidan dari ekstrak Seledri dengan Menggunakan AQUPEC HV-505*. (Online) (http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/02/formulasi_gel_antioksidan_dari_ekstrak_seledri1.pdf), diakses 27 September 2015.
- ^[7]Rachmawati, Ika, Karyadi, Edi, Entin, Sartari. 2014. *PENGARUH KONSENTRASI EKSTRAK ETANOL DAUN SELEDRI (Apium graveolens) TERHADAP HAMBATAN PERTUMBUHAN Candida albicans In Vitro*. (Online) (http://eprints.ums.ac.id/29066/9/NASKAH_PUBLIKASI.pdf), diakses 27 September 2015.
- ^[8]Majidah, Dewi. 2014. *Daya Antibakteri Ekstrak Daun Seledri Terhadap Pertumbuhan Streptococcus mutans Sebagai Alternatif Obat Kumur*. Artikel Ilmiah. Jember: Universitas Jember.

OPTIMASI PEMURNIAN PROTEASE ALKALI DARI *Bacillus brevis* MENGGUNAKAN METODE FRAKSINASI ETANOL

Wahidatul Ainia Rosyai, Suharti, Eli Hendrik Sanjaya
Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang

Email : wahida.neea@gmail.com

Abstrak: Protease alkali merupakan enzim yang banyak dimanfaatkan dalam bidang industri, antara lain industri deterjen, *dehairing* pada industri kulit, dan industri farmasi. Enzim ini dapat diperoleh dari *Bacillus brevis* akan tetapi aktivitas ekstrak kasar protease alkali dari *Bacillus brevis* masih rendah. Maka perlu dilakukan pemurnian enzim. Etanol telah diketahui memiliki potensi sebagai agen pengendap dalam pemurnian protease alkali dari *Bacillus brevis*. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rentang konsentrasi etanol yang mampu mengendapkan alkali protease dari *Bacillus brevis* dalam jumlah besar. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas spesifik, tingkat kemurnian, dan *yield* protease alkali tertinggi diperoleh pada konsentrasi optimum etanol 60-80 %. Berdasarkan data penelitian, *yield* pemurnian protease alkali dari *Bacillus brevis* menggunakan fraksinasi etanol relatif rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemurnian lanjutan dengan metode lainnya seperti metode pengendapan dengan amonium sulfat atau kromatografi fasa terbalik.

Kata kunci : protease alkali, *Bacillus brevis*, pemurnian, fraksinasi etanol

PENDAHULUAN

Protease merupakan enzim yang berfungsi untuk menghidrolisis ikatan peptida pada protein menjadi oligopeptida dan asam amino. Berdasarkan fungsi tersebut protease banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang industri. Protease merupakan salah satu golongan enzim yang paling penting dalam bidang industri karena mencapai sekitar 60 % dari total penjualan enzim di dunia (Rao *dkk.*, 1998). Beberapa tahun terakhir, penggunaan protease dalam berbagai proses industri seperti detergen, makanan, kulit, dan sutera sangat meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi.

Mikroorganisme utama yang banyak menghasilkan protease adalah dari genus *Bacillus* (Akcan & Uyar, 2011). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan (Banarjee *dkk.*, 1999), salah satu spesies *Bacillus* yang dapat menghasilkan protease alkali ekstraseluler adalah *Bacillus brevis*. Suharti *dkk.* (2013) dalam penelitiannya telah berhasil mengisolasi bakteri penghasil protease ekstraseluler dari limbah penyamakan kulit. Bakteri tersebut secara fenotif diidentifikasi sebagai *Bacillus brevis* yang telah diketahui mampu menghasilkan protease alkali. Bakteri ini mampu menghasilkan protease alkali yang memiliki aktivitas optimum pada temperatur 40°C dan pH 9 (Andriyani, 2014). Enzim ekstraseluler yang dihasilkan oleh mikroorganisme dapat diisolasi dengan cara memisahkan sel secara sentrifugasi dan selanjutnya pemurnian dilakukan dengan cara pengendapan. Pengendapan dapat dilakukan menggunakan pelarut organik. Pelarut organik dapat menurunkan kelarutan dan menyebabkan terjadinya endapan protein akibat perubahan konstanta dielektrik pada larutan (Deutcher, 1990). Penurunan kelarutan disebabkan gaya elektrostatik yang melindungi gugus fungsi yang polar dan bermuatan pada protein menurun. Interaksi antar molekul

protein lebih disukai dibandingkan interaksi antara molekul protein dengan air sehingga protein dapat mengendap.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa etanol memiliki potensi sebagai reagen pengendap dalam pemurnian protease alkali dari *Bacillus brevis*. Enzim protease alkali mampu diendapkan dengan konsentrasi etanol tertentu (Romadhoni, 2015; Naiola & Widhyastuti, 2007). Pemurnian menggunakan pengendapan etanol dapat meningkatkan aktivitas spesifik enzim dari ekstrak kasarnya. Berdasarkan penelitian tersebut, dapat dilakukan optimasi pemurnian protease alkali dari *Bacillus brevis* menggunakan metode fraksinasi etanol. Pemurnian dengan metode fraksinasi bertujuan untuk mencari konsentrasi optimum untuk mengendapkan protein yang diinginkan, sehingga diperoleh aktivitas spesifik, tingkat kemurnian, dan *yield* protease alkali setelah pemurnian.

METODE

Regenerasi Kultur Murni *Bacillus brevis*

Regenerasi kultur murni *Bacillus brevis* dilakukan secara aseptis dalam LAF (*Laminar Air Flow*). Meja kerja dan udara sekitar disterilkan dengan penyemprotan alkohol 70 % serta pemanasan dengan lampu spiritus selama bekerja. Ujung jarum ose dipijarkan dalam bara api, setelah dingin ujung kawat digoreskan pada biakan murni *Bacillus brevis* dan diinokulasi kedalam media *Nutrien Agar* yang mengandung 5 % susu skim. Selanjutnya media tersebut diinkubasi pada temperatur ruang selama 1 sampai 2 hari hingga terbentuk koloni tunggal dari *Bacillus brevis*.

Produksi Ekstrak Kasar Protease Alkali

Produksi ekstrak kasar protease alkali diawali dengan pembuatan starter. Pembuatan starter dilakukan dengan cara mengambil satu ose penuh kultur murni bakteri *Bacillus brevis* kemudian diinokulasikan dalam 50 mL media kedelai cair . Media kedelai cair mengandung bubuk kedelai 1 gram/L, sukrosa 10 gram/L, KH_2PO_4 1 gram/L, Na-asetat 0,1 gram/L, 0,5 mmol CaCl_2 , dan 0,4 mmol MgSO_4 . Inokulum tersebut kemudian diinkubasi pada temperatur 37°C diiringi aerasi dengan kecepatan 100 rpm dengan *shaker incubator*. Kultur yang telah diinkubasi selama *overnight* ($\pm$ 18-20 jam) kemudian diambil 1 % v/v dan diinokulasikan ke dalam 100 mL media kedelai cair. Kultur bakteri pada media kedelai cair ini kemudian diinkubasi pada temperatur 37oC diiringi aerasi dengan kecepatan 100 rpm dengan *shaker incubator* hingga 120 jam (Andriyani, 2014). Larutan enzim disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm selama 10 menit pada temperatur 4°C untuk mengisolasi enzimnya. Supernatan yang dihasilkan merupakan ekstrak kasar enzim protease alkali yang akan digunakan untuk permurnian berikutnya.

Pemurnian dengan Fraksinasi Etanol

Pemurnian enzim protease alkali ini dilakukan dengan metode fraksinasi etanol. Ekstrak

kasar protease dari *Bacillus brevis* ditambahkan volume tertentu etanol 96 % dingin secara perlahan hingga tingkat kejenuhan 20 % sambil diaduk perlahan. Larutan diaduk selama ± 1 jam untuk memaksimalkan pengendapan. Enzim yang mengendap dipisahkan dengan cara sentrifugasi dingin selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm. Pelet yang diperoleh kemudian diresuspensi dengan larutan 50 mM buffer tris-HCl pH 9 yang mengandung 2 mM CaCl_2 (Sari, 2014). Suspensi hasil pengendapan adalah fraksi etanol 0-20 %. Supernatan ditambah etanol dingin sampai tingkat kejenuhan 40 %. Selanjutnya larutan dipisahkan dengan cara sentrifugasi dingin. Pelet diresuspensi hingga diperoleh fraksi 20-40 %. Supernatan diperlakukan dengan cara yang sama sampai diperoleh fraksi 40-60 % dan 60-80 %. Fraksi-fraksi yang diperoleh diuji aktivitas dan kadar proteinnya.

Uji Aktivitas Protease Alkali

Pengujian aktivitas protease merujuk pada prosedur pengujian *Sigma-Aldrich* (2009). Sebanyak 5 mL kasein 1 % yang telah dilarutkan dalam 50mM buffer tris-HCl pH 9 dimasukkan dalam tabung reaksi dan diinkubasi pada temperatur 40°C selama 5 menit. Kasein ditambahkan 1 mL enzim lalu dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi pada temperatur 40°C selama 10 menit. Setelah inkubasi, larutan ditambah 5 mL asam trikloroasetat (TCA) 0,11 M untuk menghentikan reaksi enzimatis enzim. Selanjutnya larutan ditambah dengan 50 mM buffer tris-HCl pH 9 sebanyak 1 mL (untuk menyamakan volume total larutan dengan larutan kontrol), dihomogenkan dengan vortex, dan diinkubasi selama 30 menit pada temperatur 40°C. Larutan diendapkan dengan sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 10.000 rpm hingga diperoleh supernatan. Sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan kelebihan substrat yang tidak mengalami reaksi enzimatis. Supernatan diambil 2 mL ditambah dengan 5 mL Na_2CO_3 0,5 M dan 1 mL reagen Folin Ciocalteu kemudian dihomogenkan dengan vortex. Larutan diinkubasi pada temperatur 40°C selama 30 menit. Kompleks berwarna biru yang terbentuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang 660 nm. Data absorbansi yang diperoleh disubstitusikan pada persamaan regresi kurva standar tirosin untuk memperoleh data konsentrasi tirosin dalam sampel. Untuk setiap kali pengukuran, disiapkan larutan kontrol. Perlakuan larutan kontrol hampir sama dengan uji aktivitas enzim, hanya saat penambahan enzim dilakukan setelah penambahan TCA.

Penentuan Kadar Protein

Sebanyak 1 mL enzim dimasukkan dalam tabung reaksi. Setelah itu, ditambah dengan 5 mL reagen Lowry dan dihomogenisasi dengan vortex. Larutan diinkubasi selama 10 menit pada temperatur ruang (25°C). Setelah larutan diinkubasi selama 10 menit pada temperatur ruang, larutan ditambahkan 0,5 mL reagen Folin. Larutan dihomogenisasi dengan vortex kemudian diinkubasi selama 30 menit pada temperatur ruang. Absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 590 nm. Data absorbansi yang diperoleh disubstitusikan pada persamaan regresi kurva

standar BSA untuk memperoleh data kadar protein dalam sampel. Untuk larutan kontrol perlakuannya hampir sama dengan sampel hanya enzim diganti dengan buffer sebanyak 1 mL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Regenerasi Kultur Murni *Bacillus brevis*

Regenerasi kultur murni *Bacillus brevis* bertujuan untuk meremajakan bakteri agar bakteri terjaga dari kematian dan mendapatkan bakteri yang sehat dan produktif. Regenerasi kultur murni *Bacillus brevis* dilakukan pada media *Nutrien Agar* padat yang telah dimodifikasi dengan penambahan susu skim sebanyak 5 %. Susu skim yang digunakan adalah susu skim tanpa lemak untuk menghindari potensi ekskresi enzim lipase oleh bakteri *Bacillus brevis*. Susu skim mengandung kasein yang berfungsi sebagai substrat protease alkali. Kasein tidak dapat larut dalam air sehingga membentuk emulsi dalam media yang menyebabkan media berwarna keruh. Sel bakteri mensintesis protease alkali dan diekskresikan ke luar sel. Hal ini menyebabkan protease alkali akan menghidrolisis kasein menghasilkan asam amino dan polipeptida pendek yang lebih mudah larut dalam air, sehingga media menjadi transparan (terbentuk zona bening). Gambar 1 menunjukkan hasil regenerasi *Bacillus brevis* pada media NA-susu skim.



Gambar 1 Koloni tunggal *Bacillus brevis*

Produksi Ekstrak Kasar Protease Alkali

Bakteri biasanya akan melalui tahap adaptasi terlebih dahulu pada media pertumbuhan, sehingga proses tersebut diawali dengan pembuatan *starter*. Pembuatan *starter* bertujuan untuk mengadaptasikan bakteri dari media padat ke media cair, sehingga akan memperpendek fase *lag* pertumbuhan bakteri ketika dipindahkan dalam media produksi. Pembuatan *starter* dilakukan dengan menumbuhkan mikroba pada media kedelai cair. Media yang sama juga digunakan sebagai media produksi. Inokulum diinkubasi secara aerasi menggunakan *shaker incubator*, aerasi bertujuan untuk mensuplai oksigen dalam media pertumbuhan bakteri karena bakteri yang digunakan bersifat aerob sehingga memerlukan oksigen sebagai akseptor elektron pada rantai respirasi.

Isolasi Protease Alkali dari *Bacillus brevis* dengan Metode Fraksinasi Etanol

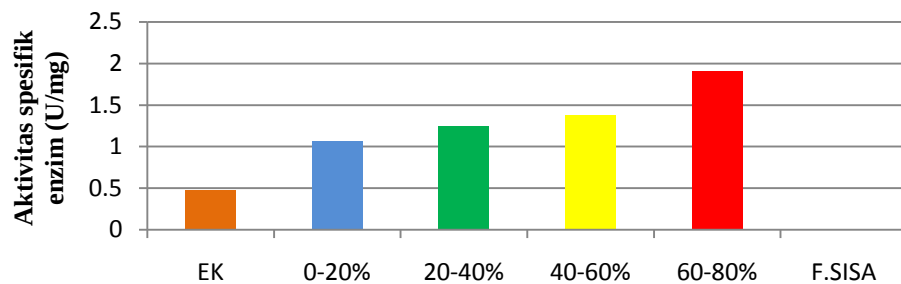
Penelitian ini menggunakan pelarut etanol sebagai reagen pengendap karena etanol dapat menurunkan konstanta dielektrik larutan sehingga menyebabkan penurunan kelarutan protein dalam air (Ophardt, 2003). Penurunan kelarutan disebabkan gaya elektrostatis yang melindungi gugus fungsi yang polar dan bermuatan pada protein menurun. Interaksi antar molekul protein lebih disukai dibandingkan interaksi antara molekul protein dengan air sehingga protein dapat mengendap. Metode pengendapan etanol dipilih karena toksisitas etanol yang rendah dan waktu yang dibutuhkan relatif singkat.

Penelitian ini menggunakan metode pengendapan etanol secara fraksinasi yang dilakukan dengan konsentrasi fraksi 0-20%, 20-40%, 40-60%, dan 60-80%. Pemurnian dengan fraksinasi dilakukan bertujuan untuk menentukan konsentrasi paling optimum untuk mengendapkan protein. Setiap fraksi yang dihasilkan dari proses pemurnian diukur aktivitas enzim dan kadar proteinnya. Aktivitas enzim dinyatakan dalam satuan unit (U). Satu unit (U) aktivitas enzim didefinisikan sebagai jumlah enzim yang dibutuhkan untuk membebaskan 1 μmol substrat per menit dibawah kondisi percobaan. Hasil dari pengukuran aktivitas enzim dan kadar protein digunakan untuk menentukan aktivitas spesifik enzim, tingkat kemurnian, dan *yield*.

Aktivitas spesifik protease dalam penelitian ini didefinisikan sebagai jumlah unit aktivitas enzim per miligram protein (U/mg). Aktivitas spesifik dapat menggambarkan kemurnian suatu enzim. Aktivitas spesifik enzim protease alkali hasil fraksinasi etanol dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

Tabel 4.1 Data dan Perhitungan Aktivitas Total, Aktivitas Spesifik, Tingkat Kemurnian, dan *Yield* Tiap Fraksi

Fraksi	Aktivitas Enzim (U/mL)	Vol. (mL)	Aktivitas Total (U)	Total Protein (mg)	Aktivitas Spesifik Enzim (U/mg)	Tingkat Kemurnian	Yield (%)
EK	0,328	165	54,224	113,553	0,477	1	100
0-20%	0,661	7,5	4,957	4,647	1,066	2,233	9,142
20-40%	0,637	6,5	4,142	3,345	1,238	2,592	7,639
40-60%	0,480	8	3,843	2,781	1,381	2,893	7,088
60-80%	0,656	22,5	14,775	7,755	1,905	3,989	27,248
F.Sisa	0	549	0	0	0	0	0



Gambar 4.5 Aktivitas Spesifik Setiap Fraksi

Berdasarkan gambar 2 diketahui aktivitas spesifik enzim protease alkali paling tinggi didapatkan dari hasil pengendapan pada konsentrasi etanol 60-80 %. Aktivitas enzim ini lebih tinggi dari ekstrak kasar karena ekstrak kasar masih banyak mengandung protein-protein. Uji aktivitas terhadap fraksi sisa tidak diperoleh aktivitas (mendekati nol). Makin tinggi aktivitas spesifik suatu enzim menunjukkan kemurnian yang lebih tinggi. Fraksi 60-80 % memiliki aktivitas spesifik paling tinggi dibandingkan fraksi lainnya.

KESIMPULAN

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum etanol untuk mengendapkan protease alkali adalah fraksi 60-80%. Pada fraksi 60-80% diperoleh aktivitas spesifik, tingkat kemurnian dan *yield* lebih besar dibandingkan ekstrak kasarnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Akcan, N. & Fikret Uyar. 2011. Production of Extracellular Alkaline Protease From *Bacillus Subtilis* RSKK96 With Solid State Fermentation. *EurAsian Journal of BioSciences: Eurasia J Biosci* (5): 64-72.
- Andriyani, Dita D. 2014. *Optimasi Produksi dan Karakterisasi Ekstrak Kasar Protease Alkali dari Bakteri Isolat 2B Hasil Isolasi Limbah Penyamakan Kulit*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Banerjee, U.C., Sani, R. K., Azmi, W. & Soni, R. 1999. Thermostable Protease alkali From *Bacillus brevis* and Its Characterization as A Laundry Detergent. *Elsevier*, 35: 213- 219.
- Deutscher, P.M. 1990. *Methods in Enzymology*. Academic Press Inc., New York, 182: 285–289.
- Gupta, R., Beg, Q. K. & Lorenz, P. 2002. Bacterial Alkaline Protease: Molecular Approaches and Industrial Applications. *Appl Microbiol Biotechnol*, 59: 15-32.
- Naiola, E & Widhyastuti. 2007. Semipurifikasi dan Karakterisasi Enzim Protease *Bacillus sp.* Berk *Penel Hayati*. 13 (51- 56).
- Rao, M. B., Tanksale, A. M., Ghatge, M. S., & Deshpande, V. V. 1998. Molecular and Biotechnological Aspects of Microbial Proteases. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 62 (3): 597.
- Romadhoni, Yusriatul F. 2014. *Pengendapan Protease Alkali dari Bacillus Brevis pada Konsentrasi Etanol 20%*. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Sigma Aldrich. Enzymatic Assay of Protease Using Casein as a Substrate. (Online), (<http://www.sigmaaldrich.com/technical-documents/protocols/biology/enzymatic-assay-of-protease-casein-as-a-substrate.html>), diakses 8 April 2014.

Suharti, W. Surjani, Sanjaya, E. H. 2013. Penelitian Eksplorasi dan Eksploitasi Mikroba Penghasil Protease Ekstraselular Sebagai Bioaktif Deterjen. Malang: Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.

IDENTIFIKASI ISOLAT INDIGEN PENGHASIL ALKALINE PROTEASE YANG DIISOLASI DARI LIMBAH PENYAMAKAN KULIT MENGGUNAKAN SEKEUN 16S Rrna

Suharti¹⁾

¹⁾Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang No 5, Malang, 65145

E-mail : suharti.fmipa@um.ac.id

ABSTRAK: Protease alkali merupakan enzim penting yang dimanfaatkan dalam berbagai proses industri. Dalam upaya eksplorasi mikroba penghasil protease alkali, koloni mikroba yang telah diidentifikasi secara fenotif sebagai *Bacillus Sp* telah dibuktikan mampu menghasilkan protease alkali yang memiliki aktifitas optimum pada pH 9 dan temperatur 40 °C. Identifikasi spesies perlu dilakukan lebih lanjut menggunakan metode yang lebih akurat melalui analisis urutan asam nukleat dari gen yang mengkode 16S rRNA. Gen 16S rRNA diperbanyak dengan metode PCR dan urutan asam nukleatnya diurutkan dengan metode Sanger. Hasil analisis homologi urutan seluruh gen pengkode 16S rRNA dari isolate indigen tersebut melawan urutan 16S rRNA dari mikroorganisme lain menunjukkan bahwa isolate tersebut identik sebesar 99% dengan beberapa strain *Bacillus* antara lain *Bacillus anthracis* str. SVA11, *Bacillus anthracis* str. A16, *Bacillus cereus* F837/76, *Bacillus thuringiensis*, dan *Bacillus cereus* strain HN. Dengan demikian analisis urutan 16S rRNA belum mampu secara spesifik menentukan spesies dari isolate tersebut. Metode yang lebih spesifik perlu dikembangkan untuk membedakan ketiga spesies tersebut

Kata kunci: 16S rDNA, *Bacillus Sp*

PENDAHULUAN

Indonesia diyakini menjadi salah satu negara terkaya (*mega-diversity*) dalam keanekaragaman hayati yang di dalamnya tercakup keanekaragaman mikroorganisme [1]. Ekplorasi mikroorganisme indigen sebagai sumber berbagai bioaktif yang bermanfaat perlu dilakukan khususnya untuk peningkatan ekonomi. Enzim protease adalah enzim yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi antara lain : penyamakan kulit, bioaktif detergen, pembersihan berbagai container atau reaktor tanp membongarnya (*cleaning in place*), dan berbagai kebutuhan diagnostik. Penelitian ini merupakan penelitian awal dalam mencari bakteri penghasil protease ekstraseluler. Bakteri telah diisolasi dengan menggunakan media selektif yang dapat mendeteksi produksi protease ekstraseluler. Spesies bakteri indigen hasil isolasi telah dianalisis secara fenotif dan genotif.

METODE

Isolasi Bakteri. Bakteri diisolasi dengan menggunakan media seleksi yaitu media LB padat (5 g/l yeast extract; 10 g/l NaCl; 10 g/l bacto-tryptone; dan 1,5 % agarosa) yang disuplementasi dengan 1% susu skim bebas lemak. Sampel tanah sebanyak 1 g dilarutkan ke dalam 100 ml aquades steril dan dihomogenkan menggunakan vortex. Sebanyak 100 µl supernatan diinokulasikan ke media seleksi dan diinkubasi pada temperatur 30°C. Koloni tunggal yang memiliki zona bening disekelilingnya dipindahkan ke media selektif baru. Koloni tersebut selanjutnya dianalisis

spesiesnya secara fenotif dan genotif. Uji fenotif dilakukan menggunakan *MicrobactTM identification kit*, GNB 12A/B/E/24E (Oxoid) Perbanyakkan bakteri dalam media cair dilakukan dengan menggunakan media yang sama tanpa agarosa.

Persiapan templat PCR. Sel bakteri dibiakkan dalam media LB cair selama 24 jam. Sebanyak 1 ml biakan cair di masukkan ke dalam tabung mikro 1,5 ml (*eppendorf*) dan disentrifugasi pada 4°C selama 5 menit pada 4000 rmp. Supernatan yang mengandung sisa media dibuang. Kedalam tabung mikro yang sama ditambahkan lagi sebanyak 1 ml biakan dan disentrifugasi dengan temperatur, waktu dan kecepatan yang sama. Supernatan dibuang dan pelet digunakan untuk isolasi DNA. Pellet ditambah dengan 20 µL buffer lisis (Tris-Cl 1M pH 8,5; EDTA 0,5 M; *tween* 20) dan proteinase K selanjutnya diinkubasi pada 55° C selama 1 jam. Inkubasi dilanjutkan pada 85°C selama 15 menit. Larutan hasil lisis disentrifuge pada temperatur 4°C dengan 13.000 rpm selama 7 menit. Untuk mengetahui secara pasti bahwa sampel yang disiapkan mengandung DNA, larutan DNA hasil isolasi diuji kualitas dan kuantitas DNA menggunakan *nanodrop* spektrofotometer.

Amplifikasi dengan PCR. Amplifikasi gen pengkode 16S rRNA dilakukan dengan cara mencampurkan 2 µL hasil lisis dengan 12,5 µL *green master mix promega* (*Taq DNA polimerase*, buffer pH 8.5 , 400µM dATP, 400µM dGTP, 400µM dCTP, 400µM dTTP dan 3mM MgCl₂) Campuran reaksi kemudian ditambah dengan masing-masing 1 µL primer 63f (5'-CAGGCC TAA CAC ATG CAA GTC-3') dan 1387r (5'-GGG CGG WGT GTA CAA GGC-3') dan ddH₂O 8,5 µL. Proses PCR dilakukan sebanyak 30 siklus, dengan predenaturasi templat pada suhu 94 °C selama 2 menit Masing masing siklus terdiri dari tahap denaturasi templat pada suhu 94 °C selama 30 detik, tahap penempelan primer (*annealing*) pada suhu 55 °C selama 40 detik, dan tahap pemanjangan primer pada suhu 72 °C selama 1 menit kemudian dilanjutkan dengan *final extention* 72 °C selama 5 menit.

Visualisasi hasil amplifikasi dengan Gel Elektroforesis. Hasil PCR dianalisa dengan metode elektroforesis pada gel agarosa 1 % (b/v) yang dibuat dengan melarutkan 0,4 gram agarosa dalam 40 mL buffer trisacetate EDTA (TAE) . Elektroforesis dilakukan dengan menggunakan buffer TAE. Sebanyak 2,5 µL hasil PCR dicampur dengan 0,5 µL *loading dye*. Sebagai penanda ukuran DNA (DNA *marker*) digunakan 1 kb DNA *ladder Promega*. Sebanyak 2,5 DNA *ladder* dicampur dengan 0,5 µL *loading dye*. Elektroforesis dilakukan dengan mengalirkan arus listrik sebesar 65 V selama 60 menit. Gel hasil elektroforesis direndam pada larutan etidium bromida selama 15 menit lalu dimasukkan ke dalam *gel doc XR* untuk melihat pemendaran pita DNA.

Sekuensing DNA Sekuensing DNA pengkode 16S rRNA dengan menggunakan primer reverse dan

forward yang digunakan untuk PCR. Sekuensing dilakukan dengan menggunakan ABI Prism 310 *Genetik Analyzer*.

Analisis bioinformatika. Urutan basa yang dihasilkan dari sekuensing menggunakan *forward primer* dan *reverse primer* ditumpang-tindihkan untuk menghasilkan urutan asam nukleat yang utuh (1300 pb) dengan menggunakan teknik *Pairwise Sequence Alignment* menggunakan program *BIOEDIT*. Hasil penyambungan ini selanjutnya dilakukan BLAST. Analisis BLAST dilakukan secara online melalui website <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> dengan memilih *nucleotide BLAST*. Urutan basa hasil sekuensing dimasukkan pada kolom *Enter Query Sequence* sedangkan pada *Choose Search Set: database* pilih *16S ribosomal RNA sequence (Bacteria and Archarea)*. Hasil BLAST menunjukkan tabel bakteri yang memiliki kemiripan sekuen nukleotida mulai dari yang memiliki prosentase tertinggi hingga terendah. Sekuen-sekuen dengan homologi diatas 95 % dengan format fasta disimpan dalam satu file berformat TXT. Kumpulan sekuen-sekuen tersebut disejajarkan posisinya untuk melihat jarak kedekatan antar masing-masing sekuen dengan menggunakan program *ClustalX2* yang hasilnya disimpan kembali dalam format FASTA. Untuk memperoleh dendrogram digunakan program *MEGA 5.03* dengan metode statistik *Neighbor-Joining Tree* dengan model *p-distances* dengan tingkat 1000*bootstrap*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat bakteri penghasil protease ekstraseluler.

Isolat bakteri yang mampu menghasilkan protease ekstraseluler ditunjukkan dengan adanya zona bening disekitar koloni bakteri. Susu skim mengandung protein tinggi yang tidak dapat larut sempurna sehingga dihasilkan emulsi susu skim. Bebarapa isolat dihasilkan dari inokulasi sampel, isolat dengan zona paling luas dan jelas diambil untuk penelitian. Selanjutnya isolat ini disebut isolat *A1*. Zoba bening dihasilkan karena hilangnya emulsi susu skim di sekitar koloni yang disebabkan oleh degradasi protein oleh enzim protease menjadi oligopeptida atau asam amino. Gambar 1 adalah koloni isolat *A1* yang mampu menghasilkan zona bening di sekitarnya.



Gambar 1. Isolat A1 penghasil protease ekstraseluler. Terbentuknya zona bening di sekitar koloni merupakan indikator adanya aktifitas protease.

Uji fenotif. Pewarnaan gram menunjukkan bahwa Isolat A1 merupakan bakteri gram negatif, sehingga analisis spesies dilanjutkan dengan uji biokimia menggunakan *Macroact*TM gram negatif aerobik dan fakultatif anaerobik. Hasil uji biokimia ditunjukkan pada Tabel 1. Analisis menggunakan *Microact*TM Computer Aided Identification Package menunjukkan bahwa isolat A1 adalah *Pseudomonas fluorescens* dengan probabilitas sebesar 95,43 %.

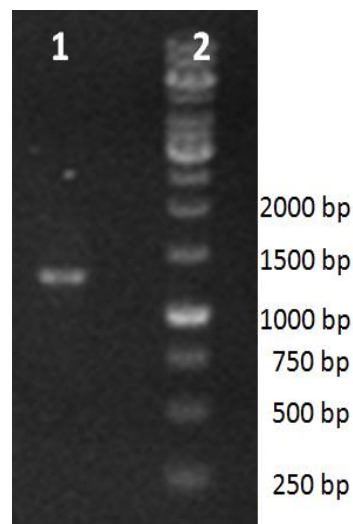
Tabel 1. Hasil uji biokimia isolat A1 menggunakan MacroactTM GNB 12A/12E, GNA12 B, dan GNB 24E.

Uji	positif/negatif	Uji	positif/negatif
Oxidase	positif	TDA	negatif
Motility	positif	Gelatin	negatif
Nitrat	negatif	Malonat	negatif
Lysine	positif	Inositol	negatif
H ₂ S	negatif	Sorbitol	negatif
Glukosa	negatif	Ramnosa	negatif
Manitol	negatif	Sukrosa	negatif
Xyloas	negatif	Lactosa	negatif
ONPG	negatif	Arabinosa	negatif
Indole	negatif	Adonitol	negatif
Urease	negatif	Raffinosa	negatif
V-P	negatif	Salisin	negatif
Citrate	negatif	Arginin	positif

Polimersasi DNA secara in vitro dan sekuensing fragmen DNA hasil PCR. Lisis atau perusakan sel ditujukan untuk membebaskan DNA genom. Analisis kuantatif menggunakan

nanodropspektrofotometer dilakukan untuk memastikan sampel mengandung DNA. Hasil pengukuran kuantitas DNA memperlihatkan bahwa sampel DNA yang disiapkan mengandung DNA dengan konsentrasi sebesar 2191.1 ng/ml. Konsentrasi DNA minimal yang dibutuhkan untuk PCR adalah 1 ng (Reff), sehingga kuantitas DNA yang diperoleh sangat memadai untuk digunakan dalam proses PCR.

DNA diamplifikasi pada daerah 16S rDNA dengan teknik PCR (menggunakan PCR Thermal Cycler Biorad. Amplifikasi gen pengkode 16S rRNA ini menggunakan primer 63f dan 1387r. Menurut Marchesi dkk (1998) penggunaan primer 63f dan 1387r telah banyak berhasil mengamplifikasi gen 16S rRNA dari DNA templat hasil ekstrak bakteri [2]. Amplifikasi gen 16S rDNA dengan menggunakan primer 63f dan 1387r menghasilkan ampikon berukuran 1300 pb (Gambar 2).



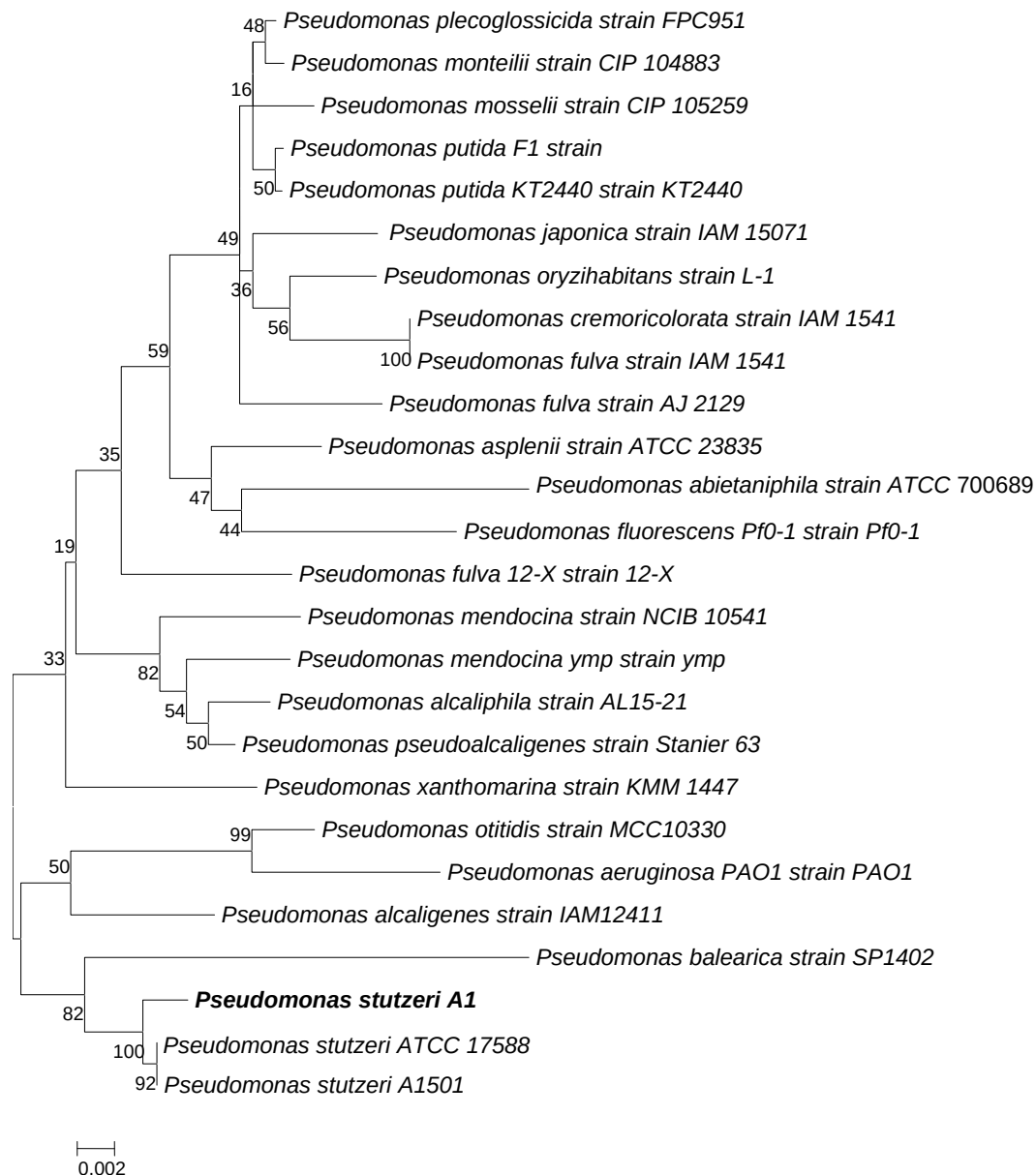
Gambar 2. Hasil elektroforesis dengan agarose gel. Lajur 1: fragmen DNA hasil amplifikasi DNA isolat A1. Lajur 2 : 1 kb DNA ladder.

Hasil elektroforesis memperlihatkan pendaratan pita tunggal DNA yang jelas dari hasil PCR dengan ukuran ± 1300 bp. Ampikon tersebut selanjutnya disekuensing menggunakan instrument ABI Prism 310 *Genetik Analyzer*. Hasil sekuensing menggunakan primer forward dan reverse yang digunakan untuk PCR menghasilkan sekuen dengan ukuran 1282 pb.

Analisis bionformatika dan pohon filogeni. Hasil urutan basa nukleotida tersebut kemudian dianalisis dengan program BLAST secara *online* melalui website ncbi.nlm.nih.gov untuk mengetahui nilai tingkat identitas maksimum dengan sekuens homologinya yang tersimpan pada *GeneBank*. Menurut Stakebrandt & Goebel (1994) apabila suatu urutan basa nukleotida 16S rDNA memiliki nilai tingkat identitas maksimum lebih dari 97% dengan sekuens homolognya, maka hanya terdapat perbedaan pada sekitar 3%. Apabila dua sekuen memiliki nilai tingkat identitas maksimum kurang dari 97,5% maka dapat dikatakan spesies yang berbeda. Hasil BLAST

menunjukkan urutan basa nukleotida isolat A1 memiliki nilai tingkat identitas maksimum 99% dengan *Pseudomonas stutzeri*. Terdapat 2 strain *Pseudomonas stutzeri* dengan tingkat homologi 99% seperti ditunjukkan pada Tabel.1 yaitu *Pseudomonas stutzeri* ATCC 17588 dan *Pseudomonas stutzeri* A1501. Dengan demikian isolat A1 adalah *Pseudomonas stutzeri* yang selanjutnya disebut *Pseudomonas stutzeri* A1. *Pseudomonas* telah dilaporkan menghuni berbagai habitat seperti lumpur [3]

Pohon filogenetik dibuat dengan menggunakan program MEGA versi 5.03 dengan metode statistik *Neighbor-Joining Tree* dengan model *p-distances* dengan tingkat 1000 bootstrap. Pohon filogenetik yang diperoleh menunjukkan bahwa *Pseudomonas stutzeri* A1 memiliki kekerabatan dengan sangat dekat dengan *Pseudomonas stutzeri* ATCC 17588 dan *Pseudomonas stutzeri* A1501. Sedangkan *Pseudomonas fluorescens* mempunyai jarak yang cukup jauh dari *Pseudomonas stutzeri* A1. Spesies-spesies yang mempunyai kekerabatan yang dekat dapat diperkirakan mempunyai sifat-sifat yang hampir sama, misalnya memiliki enzim-enzim dan sistem metabolisme yang mirip. Informasi ini sangat penting untuk perencanaan penelitian. Urutan nukleotida dari genom yang sudah diketahui dapat digunakan untuk prediksi struktur dan fungsi protein dari bakteri yang belum diketahui informasi genetiknya. Salah satu hal yang penting adalah prediksi berbagai enzim yang mempunyai nilai ekonomi tinggi.



Gambar 2. Pohon filogenetik dari genus *Pseudomonas* menunjukkan hubungan kekerabatan yang cukup luas.

KESIMPULAN

Hasil analisis fenotif menunjukkan bahwa isolat A1 kemungkinan besar adalah *Pseudomonas fluorescens* akan tetapi nilai homologi urutan basa dari fragmen 1300 bp gen pengkode rRNA sebesar 99 % lebih mendekati kebenaran dibandingkan dengan uji biokimia [4]. Analisis spesies berdasarkan urutan DNA dari 16S rRNA telah menjadi prosedur umum yang digunakan saat ini [5][6]. Walaupun ada sekitar 250 bp gen pengkode rRNA pada bagian *upstream* dan *downstream* belum ditentukan urutannya, secara umum primer yang digunakan telah banyak digunakan dan cukup untuk menentukan spesies suatu bakteri [7]. Beberapa kesalahan dalam uji

biokimia dapat memberikan *false positif* dan urutan DNA yang dihasilkan dari proses sekuensing memiliki kesalahan yang sangat rendah karena aktifitas enzim DNA polimerase yang digunakan memiliki mekanisme *proofreading*. Nilai homologi 99% cukup tinggi untuk menyimpulkan bahwa isolat A1 lebih tepat sebagai *Pseudomonas stutzeri* daripada *Pseudomonas fluorescens*. Selanjutnya isolate baru tersebut disebut sebagai yang lebih jauh dengan *Pseudomonas fluorescens* A1. Informasi tentang homologi ini sangat berguna dan dapat dipergunakan sebagai pijakan dalam desain studi *Pseudomonas stutzeri* A1 lebih lanjut, terutama dengan pemanfaatan bank data yang tersedia secara *online*

DAFTAR RUJUKAN

- [1] R.C.F.B.-C.S.C. (CSC), *Exploring, identifying, preserving and distributing Indonesian microorganism for basic taxonomic studies, biotechnology application, and other purposes* (http://www.biologi.lipi.go.id/bio_bidang/mikro_english/biosistematik.php), 2012.
- [2] J.R. Marchesi, T. Sato, A.J. Weightman, T.A. Martin, J.C. Fry, S.J. Hiom, D. Dymock, W.G. Wade, *Design and evaluation of useful bacterium-specific PCR primers that amplify genes coding for bacterial 16S rRNA*, **Appl Environ Microbiol** 64 (1998) 795-799.
- [3] D. Bhattacharya, P.M. Sarma, S. Krishnan, S. Mishra, B. Lal, *Evaluation of genetic diversity among Pseudomonas citronellolis strains isolated from oily sludge-contaminated sites*, **Appl Environ Microbiol** 69 (2003) 1435-1441.
- [4] M. Drancourt, C. Bollet, A. Carlouz, R. Martelin, J.P. Gayral, D. Raoult, *16S ribosomal DNA sequence analysis of a large collection of environmental and clinical unidentifiable bacterial isolates*, **J Clin Microbiol** 38 (2000) 3623-3630.
- [5] J.M. Janda, S.L. Abbott, *16S rRNA gene sequencing for bacterial identification in the diagnostic laboratory: pluses, perils, and pitfalls*, **J Clin Microbiol** 45 (2007) 2761-2764.
- [6] M.N. Widjoatmodjo, A.C. Fluit, J. Verhoef, *Rapid identification of bacteria by PCR-single-strand conformation polymorphism*, **J Clin Microbiol** 32 (1994) 3002-3007.
- [7] J.E. Clarridge, 3rd, *Impact of 16S rRNA gene sequence analysis for identification of bacteria on clinical microbiology and infectious diseases*, **Clin Microbiol Rev** 17 (2004) 840-862, table of contents.

Studi Kandungan Ekstrak Daun Binahong (*Anredera Cordifolia* (Ten.) Steeins) Dengan Menggunakan Berbagai Pelarut Metanol, Etanol, dan n-Hexane

Ayu Ratna Permanasari

Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
Jalan Gegerkalong Hilir, Ds Ciwaruga, Bandung

Ayu.ratna@polban.ac.id

Abstrak. Binahong merupakan tanaman yang memiliki banyak manfaat mulai dari daun, batang, dan bunganya. Tanaman ini sering digunakan sebagai bahan obat-obatan herbal untuk penyembuhan banyak jenis luka pada tubuh manusia. Pada daun binahong mengandung banyak senyawa antara lain alkaloids, steroid, saponin, dan flavonoid. Untuk mengambil senyawa-senyawa tersebut digunakan metode ekstraksi dengan soxhlet dan menggunakan pelarut antara lain methanol, etanol, dan n-hexane. Analisa yang dilakukan secara kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kandungan dari ekstrak daun binahong yaitu, flavonoid, saponin, quinon, steroid, triterpenoid, tannin, senyawa fenolik, dan kandungan anti-bakterinya. Hasil yang diperoleh adalah ekstrak daun binahong memiliki kandungan saponin, flavonoid, steroid, triterpenoid, senyawa fenolik, dan hasil uji kandungan antibakteri menunjukkan bahwa perkembangbiakan e.coli lebih sedikit untuk media pertumbuhan yang ditambahkan dengan ekstrak daun binahong. Pelarut yang baik digunakan adalah metanol karena dapat mengekstrak lebih banyak jenis senyawa jika dibandingkan dengan etanol dan n-hexane.

Kata kunci:binahong, ekstraksi, antibakteri, flavonoid, fenolik.

PENDAHULUAN

Binahong merupakan tanaman yang memiliki banyak fungsi mulai dari daun, batang, dan bunganya. Tanaman dengan nama latin *Andredera cordifolia* (Tenore) Steen ini sering digunakan sebagai obat herbal untuk berbagai macam penyakit mulai dari luka luar pada kulit seperti luka gores, luka bakar, luka setelah operasi, obat sakit maag, reumatik, kolesterol, sebagai produk kecantikan yaitu menghilangkan bekas jerawat pada wajah, bahkan untuk pengobatan patah tulang. Namun tanaman yang memiliki banyak manfaat sebagian besar hanya digunakan secara tradisional dan belum banyak diolah untuk lebih mudah dikonsumsi. Produk olahan binahong seperti kapsul binahong yang sering digunakan dalam teknik pengobatan Cina pun memiliki harga jual yang sangat tinggi dan belum banyak yang mau mengolah tanaman binahong ini untuk menjadi produk-produk kesehatan maupun kecantikan.

Daun binahong memiliki aktivitas antioksidan, asam askorbat, dan senyawa phenol yang tinggi (Uchida, 2003), selain itu terdapat juga asam oleanolic sebagai anti inflamasi yang dapat mengurangi rasa sakit pada luka bakar (Hammond, 2006).

Untuk memperoleh ekstrak daun binahong secara optimum, maka diperlukan pemilihan pelarut dan kondisi operasi tertentu pada proses ekstraksinya. Pada daun binahong terdapat saponin, yaitu salah satu senyawa glikosida, steroid dan strukturnya spesifik dengan triterpenoid, senyawa ini seperti bentuk koloid di dalam air dan berbusa seperti sabun jika campuran air dan saponin ini di kocok (Konosima, dkk, 1995). Saponin pada daun binahong ini mengandung senyawa antara lain

alkaloids, polyphenol, flavonoid. Selain itu terdapat juga mono polisakarida seperti L-arabinosa, D-galaktosa, dan L-rhamnosa (Murni, dkk, 2011). Selain senyawa tersebut, binahong juga mengandung senyawa anti mikroba (Garmana, dkk, 2014) sehingga dapat dimungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai antiseptik untuk mengobati luka.

Untuk mengekstrak saponin dari pada daun binahong ini maka diperlukan pelarut yang sesuai. Saponin tidak larut terhadap pelarut non polar karena senyawa yang terkandung di dalamnya seringkali ditemukan dalam bentuk polar misalnya saja polifenol. Polifenol sering kali ditemukan dalam bentuk glikosida polar dan mudah larut dalam pelarut polar pula (Murni, dkk, 2011). Sehingga untuk mengekstrak daun binahong ini digunakan pelarut polar seperti alkohol. Dimana alkohol memiliki banyak rantai mulai dari methanol (C-1), etanol (C-2), propanol (C-3) dan seterusnya dimana pelarut alkohol ini memiliki kemampuan yang berbeda-beda sesuai dengan karakteristiknya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari kandungan dari ekstrak daun binahong yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, quinon, steroid/triterpenoid, dan kandungan anti-bakterinya terhadap e-coli serta membandingkan hasilnya antara ekstrak yang diperoleh dari pelarut metanol, etanol, dan n-hexane.

METODE

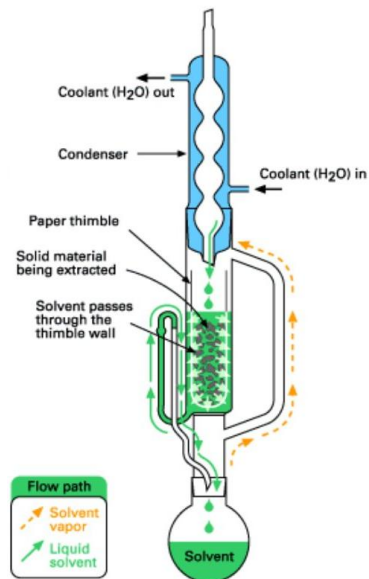
1. Persiapan bahan baku

- Daun binahong yang telah dicuci bersih kemudian dicincang kasar, beberapa daun dijemur hingga kering dan dihaluskan menjadi bubuk
- 50 gram daun binahong segar dibungkus dengan kertas saring dan dimasukkan ke dalam soxhlet ekstraktor.

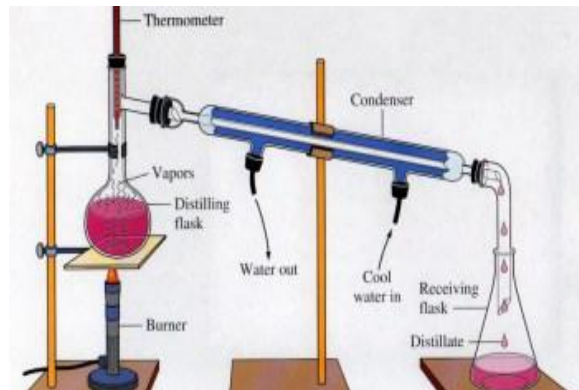
2. Proses ekstraksi dan distilasi

- Merangkai satu set peralatan ekstraksi (soxhlet) dan peralatan distilasi
- Memasukkan serbuk daun binahong yang telah dibungkus kertas saring kedalam soklet.
- Melakukan proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang berbeda-beda yaitu methanol, etanol, dan propanol dimana volume setiap pelarut adalah 200 mL
- Proses ekstraksi dilakukan kurang lebih selama 3 jam pada suhu 65 °C (methanol), 79 °C (etanol), dan 68°C (n-hexane). (Garmana, dkk, 2014)
- Ekstrak daun binahong kemudian didistilasi untuk memisahkan antara ekstrak dengan pelarutnya pada suhu 65 °C (methanol), 79 °C (etanol), 68°C (n-hexane).
- Diperoleh ekstrak binahong pekat.

Skema Peralatan Ekstraksi dan Distilasi



Gambar 1. Skema Peralatan Ekstraksi



Gambar 2. Skema Peralatan Distilasi

3. Analisa kandungan ekstrak dan senyawa antibakteri

- *Analisa flavonoid*: beberapa mL ekstrak binahong ditambahkan 100 mL air, dipanaskan, dan diikuti dengan filtrasi setelah air mendidih. Filtrat (A) kemudian ditambahkan dengan serbuk magnesium, HCl pekat, dan amil alkohol. Perubahan warna yang terjadi mengindikasikan adanya flavonoid.
- *Analisa saponin*: serbuk binahong dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan aquades. Dididihkan selama 2-3 menit, selanjutnya didinginkan dan dikocok dengan kuat. Adanya busa yang stabil selama 5 menit menunjukkan sample mengandung saponin.
- *Analisa quinon*: 5 mL dari filtrate (A) ditambahkan dengan KOHencer (1 N). Perubahan warna menjadi merah mengindikasikan adanya anthraquinon.
- *Analisa steroid / triterpenoid*: sebagian ekstrak daun binahong ditambahkan 0.5 mL asam asetat unhidrat dan didinginkan 3 menit pada refrigerator. Selanjutnya ditambahkan dengan 0.5 mL klorofom dan tambahkan H_2SO_4 pekat. Pada tingkat pemisahan 2 larutan akan terbentuk lingkaran coklat kemerahan, hal ini mengindikasikan adanya steroid.
- *Analisa senyawa fenolik*: menggunakan reagen FeCl_3 5%. Ekstrak daun dimasukkan ke dalam tabung reaksi kurang lebih 5 mL dan kemudian diteteskan dengan reagen FeCl_3 5% dan terjadi perubahan warna menjadi ungu.
- *Analisa kandungan tannin*: menggunakan reagen FeCl_3 1%.
- *Analisa kandungan anti bakteri*: Siapkan 2 mL suspensi e.coli sebanyak 2 tabung reaksi. 3 mL ekstrak daun binahong 1 tabung reaksi. Siapkan nutrient agar yang telah dicairkan

sebanyak 2 tabung juga. Campurkan nutrient agar cair, ekstrak binahong, dan suspensi e.coli pada satu tabung reaksi kemudian tuangkan dalam cawan petri. Sebagai kontrol campurkan nutrient agar dan suspensi e.coli dan tuangkan ke cawan petri. Inkubasikan cawan petri pada incubator selama 2 hari dan amati koloni bakteri yang tumbuh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik ekstrak daun binahong:

Ekstrak daun binahong dengan pelarut etanol 96% dan metanol berwarna hijau kehitaman, menggunakan pelarut n-hexane berwarna jernih hijau muda cerah, sedangkan ekstrak dengan pelarut air berwarna kuning kecoklatan.

Tabel 1. Hasil analisa kandungan daun binahong

o	Metabolit Sekunder	Metode Uji	Hasil Uji Ekstrak Daun Menggunakan jenis pelarut			
			ir	tanol	n-Hexane	M etanol
	Fenolik	Pereaksi FeCl_3 5%		-	-	+
	Flavonoid	a. Pereaksi HCl pekat + Mg		-	-	-
		b. Pereaksi H_2SO_4 2 N		-	-	+
		c. Pereaksi NaOH 10%		-	-	+
	Steroid	Pereaksi Lieberman - Burchard		-	-	+
	Triterpenoid			-	+	-
	Tannin	Pereaksi FeCl_3 1%		-	-	-
	Saponin	Pereaksi HCl + H_2O		-	-	-
	Quinon	Pereaksi KOH 1 N		-	-	-
	Anti Bakteri	Menggunakan biakan e. coli		Tidak dilakukan karena pelarut akan membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme		

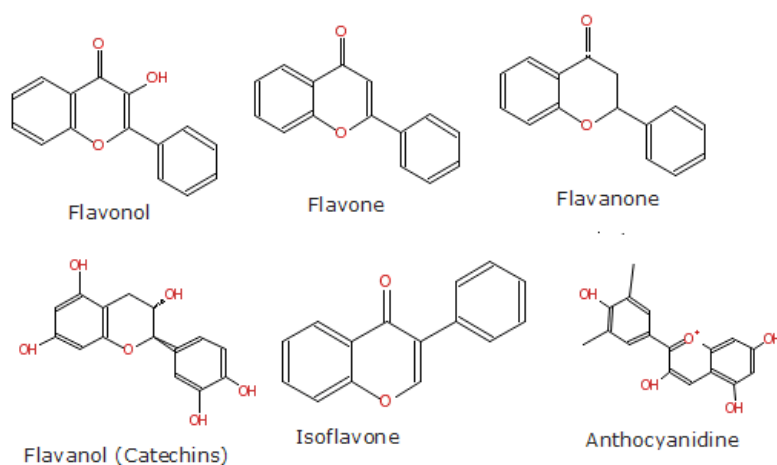
Analisa kandungan saponin dilakukan dengan menggunakan sampel yang telah dikeringkan, yaitu serbuk daun binahong. Tes yang dilakukan adalah tes pembentukan busa. Bila sample basah yang dididihkan dengan aquades kemungkinan cairan sel akan membentuk busa bila

dikocok, sehingga lebih baik digunakan sampel kering.

Uji kualitatif adanya saponin dalam ekstrak daun binahong menjelaskan bahwa pada daun ini mengandung senyawa aktif untuk antibakteri (Harborne, 1973). Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang kuat yang menimbulkan busa jika dikocok dalam air dan pada konsentrasi yang rendah sering menyebabkan hemolisis sel darah merah. Beberapa saponin bekerja sebagai antimikroba dan saponin tertentu menjadi penting karena dapat diperoleh dari beberapa tumbuhan dengan hasil yang baik dan digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis hormon steroid yang digunakan dalam bidang kesehatan (Robinson, 1991). Analisa saponin memberikan nilai positif untuk pelarut air sedangkan untuk ekstrak dengan pelarut metanol, etanol, dan n-hexane memberikan hasil negative. Tidak timbul busa yang konsisten sekitar 5 menit ketika serbuk daun ditambahkan pelarut dan dikocok dengan kuat. Sehingga untuk mengambil saponin dari daun binahong lebih baik digunakan air sebagai pelarutnya.

Quinon merupakan senyawa berwarna dan memiliki kromofor dasar seperti kromofor benzokuinon, yang terdiri atas dua gugus karbonil yang berkonjugasi dengan dua ikatan rangkap karbon-karbon (Harborne, 1973). Pada hasil analisa ekstrak daun binahong ini hasilnya negatif, atau tidak ditemukan senyawa quinon untuk ekstrak dengan semua pelarut.

Uji adanya flavonoid dilakukan dengan 3 metode, yaitu dengan H_2SO_4 2N, NaOH 10%, dan HCl pekat + serbuk Mg. dari ketiga metode tersebut, penambahan reagen NaOH 10% memberikan hasil positif untuk ekstrak daun dengan pelarut metanol dan etanol. Untuk penambahan reagen H_2SO_4 2N hanya menunjukkan hasil positif untuk ekstrak dengan pelarut etanol. Sedangkan penambahan reagen HCl pekat dan serbuk Mg memberikan hasil negatif untuk ekstrak pada semua pelarut. Dari 3 metode uji tersebut dapat disimpulkan bahwa daun binahong mengandung senyawa flavonoid.



Gambar 3. Struktur dari kelas utama flavonoid (Lakhanpal, 2007)

Senyawa fenolik merupakan senyawa yang banyak ditemukan pada tumbuhan. Fenolik

memiliki cincin aromatik satu atau lebih gugus hidroksi (OH^-) dan gugus – gugus lain penyertainya. Senyawa ini diberi nama berdasarkan nama senyawa induknya, fenol. Senyawa fenol kebanyakan memiliki gugus hidroksil lebih dari satu sehingga disebut polifenol. Dari hasil analisa kualitatif dengan menggunakan senyawa FeCl_3 5% menunjukkan hasil positif untuk ekstrak daun dengan menggunakan pelarut etanol dan metanol. Uji kandungan flavonoid yang menunjukkan hasil positif dapat digunakan juga sebagai ajuan bahwa dalam ekstrak daun binahong tersebut mengandung senyawa fenolik dimana flavonoid adalah salah satu bentuk dari senyawa polifenol.

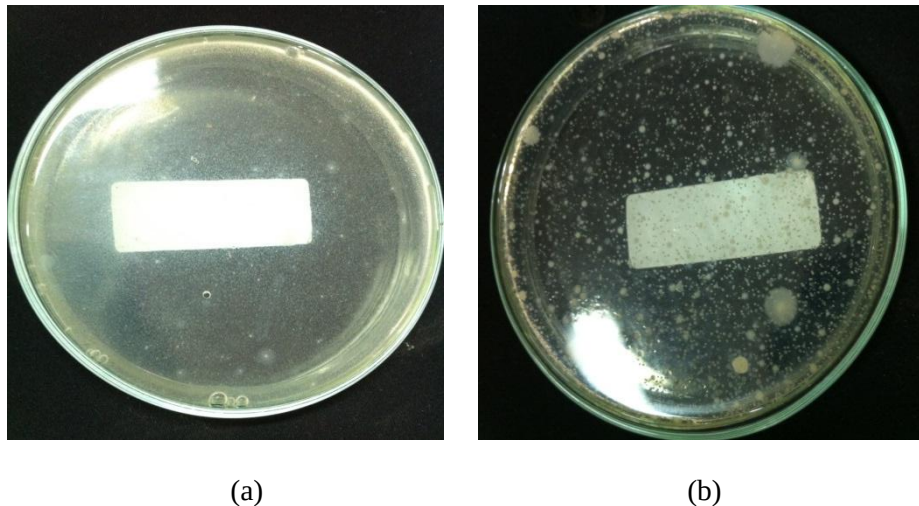
Tannin adalah suatu senyawapolifenol yang berasal dari tumbuhan, berasa pahit dan kelat, yang bereaksi dengan dan menggumpalkan protein, atau berbagai senyawa organik lainnya termasuk asam amino dan alkaloid. Namun uji kandungan tannin pada ekstrak daun binahong ini menunjukkan hasil negatif untuk ketiga ekstrak daun dengan pelarut yang berbeda.

Triterpenoid adalah senyawa yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprena dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C-30 asiklik, yaitu skualena, senyawa ini tidak berwarna, berbentuk kristal, bertitik leleh tinggi dan bersifat optis aktif. Senyawa triterpenoid dapat dibagi menjadi empat golongan, yaitu: triterpen sebenarnya, saponin, steroid, dan glikosida jantung (Harborne, 1987). Steroid dan triterpenoid relatif non polar. Penggunaan etanol dan metanol panas akan meningkatkan kelarutan suatu senyawa sehingga diharapkan seluruh steroid, triterpenoid yang terkandung dalam tumbuhan akan terekstrak ke dalam pelarut. Kemudian ekstrak dilarutkan dengan eter untuk menarik komponen nonpolar dalam ekstrak kering. Untuk pengujian kandungan triterpenoid dan steroid dalam sampel daun, ekstrak eter ditambahkan pereaksi Lieberman-Buchard (L-B), yaitu campuran asam asetat anhidrid dengan asam sulfat pekat (2:1). Indikasi positif steroid ditandai dengan perubahan warna menjadi biru atau hijau. Sedangkan pada triterpenoid indikasi positif ditandai dengan perubahan warna menjadi merah, ungu atau coklat. Hasil uji kandungan triterpenoid menunjukkan positif pada ekstrak daun dengan menggunakan pelarut n-hexane sedangkan untuk uji kandungan steroid menunjukkan hasil positif untuk ekstrak daun dengan pelarut etanol dan metanol.

Analisa Kandungan Anti Bakteri.

Dari gambar 4. Dapat pada media agar (a) jumlah koloni e. coli lebih padat jika dibandingkan dengan biakan e.coli pada media agar (b). Ekstrak daun binahong yang digunakan pada uji senyawa anti bakteri ini menggunakan pelarut air karena bersifat netral terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Jika menggunakan ekstrak daun dengan menggunakan pelarut seperti metanol, etanol, ataupun n-hexane, maka akan meracuni mikroorganisme itu sendiri sehingga akan sulit diamati apakah pertumbuhan e. coli terhambat akibat adanya pengaruh senyawa anti bakteri pada ekstrak daun atau karena adanya resistensi dari pelarut yang digunakan. Dari

perbandingan kedua gambar di atas dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun binahong memiliki senyawa antibakteri karena jumlah biakan *e. coli* pada media agar dengan campuran ekstrak daun lebih sedikit.



Gambar 4. Hasil uji senyawa antibakteri pada ekstrak daun binahong (a) biakan *e. coli* pada agar tanpa campuran ekstrak daun binahong. (b) biakan *e. coli* pada agar dengan campuran ekstrak daun binahong 1:1

KESIMPULAN

Ekstrak daun binahong mengandung senyawa antara lain senyawa fenolik, flavonoid, steroid, triterpenoid, saponin, dan senyawa anti bakteri. Untuk memperoleh senyawa yang diinginkan maka harus digunakan pelarut yang tepat sehingga diperoleh ekstrak daun dengan senyawa tersebut secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Garmana, A.N., Sukandar, E.Y., and Fidrianny, I., Activity of Several Plant Extracts Against Drug-Sensitive and Drug-Resistant Microbes, *Procedia Chemistry* 13, 2014.
- Hammond, G.B., In Vivo Wound-Healing Activity of Oleanolic Acid Derived from The Acid Hydrolysis of *Anredera diffusa*. The Guardian, America, 2006.
- Harborne. J.B. (1973). *Phytochemical Method*, London, Chapman and Hall, Ltd. Pp 49-188.
- Robinson's. Kandungan organik Tumbuhan tinggi diterjemahkan Padnawinata K, Edisi ke-6 Institute Technology Bandung, Bandung, 1995.
- Konoshima, Yasudo. T., Kashiwada. Y., Consentino, L., and L.K. Hsiung. Anti aids agent, 21 triterpenoid saponins as anti HIV principle from fruits of *Gleditsia japonica* and *gymnocladus chine sis*, and structure activity correlation, *J Nat Prod*, 58 (9) 1372-1377, 1995
- Lakhanpal, Parul., Rai, Deepak Kumar., QUERCETIN: A VERSATILE FLAVONOID, *Internet Journal of Medical*, IJMU, Vol 2, No 2, Jul-Dec 2007
- Murni Astuti., Sri, A.M. Sakinah, Mimi., B.M. Andayani, Retno, Risch, Awalludin, Determination of Saponin Compound from *Anredera cordifolia* (Ten) Steenis Plant (Binahong) of Potential Treatment for Several Disease, *Journal of Agricultural Science, Malaysia*: 2011.
- Robinson's. Kandungan organik Tumbuhan tinggi diterjemahkan Padnawinata K, Edisi ke-

6 Institute Technology Bandung, Bandung, 1995.

Uchida. S., Production of Digital Map of The Hazardous Condition of Soil Erosion for The Sloping Lands of West Java, Indonesia, using Geographic Information System (GIS) JIRCAS, Indonesia, 2003.

STUDI KANDUNGAN VITAMIN C PADA MINUMAN SEGAR DARI DAUN MURBEI DENGAN ATAU TANPA KARBONASI

Diah Purwaningtyas^a Ambar Retnoningrum^b, Rima Dhian Pratiwi^c, Dr Sumari, M.Si^d

aSMAN 3 Malang

Jl. Sultan Agung Utara No.7 Malang, Jawa Timur

bSMKN 1 Malang

Jl. Sonokembang Janti Malang, Jawa Timur

cSMAN 2 Kediri

Jl. Veteran No 7 Kediri, Jawa Timur

dFakultas MIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang Nomor 5 Malang, Jawa Timur

Email diah.purwaningtyas.75@gmail.com

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan vitamin C pada minuman segar dari daun murbei. Murbei dalam bentuk sari buah diketahui mempunyai aktivitas antioksidan dan mampu menghambat oksidasi. Untuk memberikan alternatif bentuk sediaan lain yang lebih mudah dikonsumsi, dan dapat diterima konsumen maka dalam penelitian ini disajikan sari daun murbei dalam bentuk minuman segar kemasan tanpa dan dengan karbonisasi. Minuman berkarbonasi adalah minuman yang dibuat dengan mengabsorpsi karbon dioksida ke dalam air minum dan dalam bentuk tablet (Tablet Efervesen). Daun murbei mengandung ecdysterone, lupeol, betasitosterol, rutin, moracetin, isoquersetin, scopolin, alfa, betahexenal, cis b eta hexenol, cis lamdahexenol, benzaidehid, eugenol, lanaloobenzyl alkohol, butylamine, acetone, trigonelline, cholin, adenin, asam amino, asam folat, copper, zinc, vitamin (A, B1, C dan Karoten), asam klorogenik, asam fumarat, asam formyl tetrahydrofolik, dan mioinositol dan juga mengandung phytoestrogens. Fakta ilmiah yang mengenai khasiat dan manfaat daun murbei untuk kesehatan tubuh yang keampuhannya telah teruji secara klinis sebagai penyembuh berbagai penyakit: demam, malaria, peluruh air seni, memperbanyak keluarnya asi, menurunkan tekanan darah tinggi, bisul dan radang kulit, jantung lemah, sumber antioksidan, membantu sistem immune, menyeimbangkan gula darah, camilan sehat, serta mencegah pendarahan dan pembengkakan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji titrasi alkalimetri. Sampel minuman segar daun murbei diuji duplo dengan dua perlakuan yaitu tanpa karbonasi dan dengan karbonasi. Minuman segar daun murbei yang berkarbonasi dibuat dengan cara menambahkan CO₂ dan dengan ditambahkan tablet effervescent dalam minuman segar tersebut dan diuji dengan titrasi iodimetri. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah kadar atau prosentase vitamin C pada minuman segar dari daun murbei mengandung vitamin C sebesar 0,02 % dan karbonasi tidak mempengaruhi kadar vitamin C pada minuman.

Kata kunci : Minuman segar dari daun murbei, vitamin C, minuman berkarbonasi

ABSTRACT: This study aims to determine the content of vitamin C in fresh drink from mulberry leaves. Mulberry in the form of fruit juice are known to have antioxidant activity and are able to inhibit the oxidation. To provide an alternative dosage form other more easily consumed, and acceptable to consumers in this study presented mulberry leaf extract in the form of fresh beverage packaging without and with carbonization.

Carbonated beverages are drinks made with absorbing carbon dioxide into the drinking water and in the form of tablets (Effervescent Tablets). Mulberry leaf contains ecdysterone, lupeol, betasitosterol, routine, moracetin, isoquersetin, scopolin, alpha, betahexenal, cis b eta hexenol, cis lamdahexenol, benzaidehid, eugenol, lanaloobenzyl alcohol, butylamine, acetone, trigonelline, choline, adenine, amino acids, acids folate, copper, zinc, vitamins (A, B1, C

and Carotene), chlorogenic acid, fumaric acid, acid tetrahydrofolik formyl, and mioinositol and also contain phytoestrogens. Scientific facts regarding the efficacy and benefits of mulberry leaves for the health of the body which efficacy has been clinically tested as a cure various diseases: fever, malaria, laxative urine, increased release of ASI, lower high blood pressure, ulcers and inflammation of the skin, a weak heart, a source of antioxidants, help the immune system, balance blood sugar, healthy snacks, as well as to prevent bleeding and swelling. The method used in this study is a titration test alkalimetry. Fresh drink mulberry leaf samples tested Duplo with two treatments, ie without carbonation, and with carbonation. Fresh drinks are carbonated mulberry leaf is made by adding CO₂ and with the added effervescent tablet in fresh drinks tersebut. dan tested by titration iodimetri. The results obtained from this study is the degree or percentage of vitamin C in fresh drink of mulberry leaves contain vitamin C 0.02% and carbonation does not affect the levels of vitamin C in beverages.

Keywords: Energy from mulberry leaf, vitamin C, carbonated drinks

PENDAHULUAN

Saat ini muncul kecenderungan pada masyarakat global untuk mengurangi seminimum mungkin konsumsi bahan-bahan kimia, mulai dari produk-produk makanan dan minuman hingga pada produk-produk kesehatan. Masyarakat mencoba beralih ke potensi bahan-bahan alami (*back to nature*). Berbagai minuman yang berkhasiat meningkatkan kesehatan diciptakan dengan memanfaatkan bahan-bahan alami yang ada di sekitar kita. Masyarakat mencoba menggali gaya hidup sehat warisan dari nenek moyang kita dahulu.

Salah satu olahan bahan alami yang kini mulai banyak ditemui adalah olahan dari Murbei. Mulai dari buah hingga daunnya mulai dikembangkan di masyarakat. Olahan buah Murbei sudah banyak ditemui, hanya saja untuk olahan dari daun belum banyak ditemui. Olahan daun Murbei yang sudah ada di pasaran ada dalam bentuk teh daun Murbei.

Daun murbei mengandung ecdysterone, lupeol, betasitosterol, rutin, moracetin, isoquersetin, scopolin, alfa, beta-hexenal, cis beta hexenol, cis lambda-hexenol, benzaidehid, eugenol, lanaloobenzyl alkohol, butylamine, acetone, trigonelline, cholin, adenin, asam amino, asam folat, copper, zinc, vitamin (A, B1, C dan Karoten), asam klorogenik, asam fumarat, asam formyl tetrahydrofolik, dan mioinositol dan juga mengandung phytoestrogens.

Fakta ilmiah menunjukkan bahwa daun Murbei berkhasiat untuk menjaga kesehatan tubuh dan dapat menyembuhkan berbagai penyakit seperti demam, malaria, peluruh air seni, memperbanyak keluarnya asi, menurunkan tekanan darah tinggi, bisul dan radang kulit, jantung lemah, sumber antioksidan, membantu sistem immune, menyeimbangkan gula darah, camilan sehat, serta mencegah pendarahan dan pembengkakan. Pendapat tersebut telah dibuktikan secara klinis melalui berbagai penelitian berikut ini, diantaranya penelitian pada tikus diabetes millitus, teh daun Murbei mampu mencegah peningkatan kadar glukosa dalam darah(1). Penelitian yang lain menunjukkan bahwa rebusan daun Murbei juga dapat menurunkan kadar asam urat dalam mencit (2).

Dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak produk makanan maupun minuman yang dikemas praktis supaya mudah dikonsumsi dan dibawa ke mana saja. Selain itu untuk memberikan alternatif bentuk sediaan yang lainnya, pada produk minuman juga disediakan olahan minuman dengan karbonisasi. Keunggulan minuman berkarbonasi ini adalah selain menghilangkan rasa dahaga dan memberikan rasa segar, minuman ini memiliki rasa yang lebih nikmat, dan memberi efek *sparkle*.

Karbonasi dalam minuman dibuat dengan mengabsorbsikan karbondioksida ke dalam air minum. Selain itu karbonasi juga dapat dihasilkan dari penggunaan effervescent. Dasar formula minuman effervescent adalah terjadinya reaksi antara senyawa asam (asidulan) dengan karbonat atau bikarbonat sehingga menghasilkan karbondioksida. Natrium bikarbonat merupakan hablur yang tidak berwarna dan mudah larut dalam air. Pada minuman effervescent natrium bikarbonat berfungsi sebagai penghasil gas dalam larutannya (Kumar et al., 2009). Berdasarkan penjelasan di atas diketahui bahwa konsentrasi asam dan natrium bikarbonat dapat mempengaruhi efek menyegarkan dan pembentukan gas karbondioksida (efek effervescing).

Penelitian ini berusaha menggabungkan pemanfaatan minuman dengan bahan alami dan mengemasnya dengan konsep modern seperti dengan memberikan karbonasi. Salah satu contoh minuman berbahan dasar alami dengan karbonasi yang telah dibuat adalah minuman Rosela (*Hibiscus sabdarifa* L.) berkarbonasi. Dari hasil penelitian terhadap minuman Rosela berkarbonasi ini tidak ditemukan perubahan kandungan bahan kimia yang meliputi kadar antosianin, antioksidan, vitamin C dan pH di dalamnya akibat pemberian karbonasi (3).

Berdasarkan penelitian serupa yang telah dilakukan di atas, di sini kami mencoba membuat minuman berbahan dasar alami yang lainnya dan dikemas juga dengan menggunakan karbonasi. Bahan dasar alami yang dipilih untuk menggantikan Rosela adalah daun Murbei. Hal itu didasarkan pada banyaknya khasiat yang dimiliki oleh daun Murbei. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan vitamin C di dalam minuman daun Murbei baik yang diberikan karbonasi maupun yang tidak. Selanjutnya kandungan vitamin C yang didapatkan akan dibandingkan untuk melihat ada atau tidaknya perubahan kandungan vitamin C pada minuman daun Murbei dengan karbonasi maupun yang tanpa karbonasi.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji titrasi alkalimetri. Alkalimetri merupakan penetapan kadar senyawa-senyawa yang bersifat asam dengan menggunakan larutan baku basa. Alkalimetri termasuk reaksi netralisasi yakni reaksi antara ion hidrogen yang berasal dari asam dengan ion hidroksida yang berasal dari basa untuk menghasilkan air yang bersifat netral. Indikator yang digunakan dalam titrasi ini adalah phenolphthalein yang akan memberikan warna merah muda sebagai tanda akhir titrasi.

Sampel minuman segar daun Murbei diuji duplo dengan dua perlakuan berbeda yaitu tanpa karbonasi dan dengan karbonasi.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam study penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi ini meliputi:

- Aquadest,
- Asam Askorbat, $C_6H_8O_6$ (vitamin C dalam minuman daun Murbai)
- Asam Oksalat, $H_2C_2O_4$
- Natrium hidroksida, NaOH
- Indicator PP

Alat

Alat-alat yang digunakan untuk dalam study penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi antara lain:

15. Buret 50 ml
16. Corong
17. Erlenmeyer
18. Gelas ukur 100 ml
19. Gelas ukur 10 ml
20. Kompor listrik
21. Labu takar 50 ml
22. Labu takar 250 ml
23. Labu takar 1000 ml
24. Labu takar 100 ml
25. Neraca Analitik
26. Pipet tetes
27. Pipet volume
28. Statif dan klem

Prosedur

Prosedur penelitian yang digunakan dalam study penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi ini meliputi:

9. Pembuatan larutan NaOH 0,1 N

Pembuatan larutan NaOH 0,1 N dilakukan dengan cara menimbang 1 g padatan NaOH, selanjutnya melarutkan padatan tersebut dengan air dalam labu ukur hingga volume 250 ml.

10. Pembuatan larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Pembuatan larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dimulai dengan menimbang 0,310 g padatan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan dengan 50 ml air.

11. Pembakuan larutan NaOH oleh larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

Pembakuan larutan NaOH dilakukan dengan mentitrasi larutan NaOH yang telah dibuat sebelumnya dengan 5 ml larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan menggunakan indikator phenolptalein.

12. Pembuatan effervescent

Pembuatan effervescent dengan cara mencampurkan asam sitrat dengan asam tartrat dan natrium bikarbonat dengan perbandingan massa 1 : 2 : 1,2

13. Pembuatan sampel minuman segar dari daun murbei

Sampel minuman segar dari daun murbei dibuat dari 20 lembar daun murbei yang sudah dikeringkan ditambah dengan 2L air dan direbus hingga mendidih kemudian setelah mendidih disaring hingga didapatkan larutan daun murbei yang terpisah dari daunnya. Larutan daun murbei yang sudah didinginkan ditambah dengan gula pasir sebanyak 6 sendok makan. Minuman segar daun murbei siap diuji.

14. Uji Vitamin C sampel minuman daun Murbei

Uji vitamin C dalam sampel daun Murbei dilakukan dengan mentitrasi 25 ml sampel daun Murbei dengan menggunakan larutan NaOH 0,0856 N yang telah dibakukan. Titrasi ini menggunakan indikator phenolphthalein untuk menentukan titik akhir titrasi, yaitu pada saat larutan berubah warna menjadi merah muda.

15. Uji Vitamin C sampel minuman daun Murbei + effervescent

Sama seperti pengujian vitamin C pada minuman daun murbei tanpa karbonasi, untuk minuman berkarbonasi juga dilakukan dengan cara mentitrasi 25 ml minuman daun murbei dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator fenofthalein.

16. Uji blanko

Uji blanko ini dilakukan dengan mentitrasi 25 ml larutan blanko dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator penolptalein

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penentuan kadar vitamin C dalam minuman daun Murbei dengan atau tanpa karbonasi yang telah dilakukan dapat dilihat dalam table berikut ini.

No.	Prosedur	Volume NaOH (rata-rata duplo)
1.	Pembakuan larutan NaOH oleh larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,0984 N	5,75 ml
2.	Uji vitamin C sampel minuman daun Murbei tanpa karbonasi	0,45 ml
3.	Uji vitamin C sampel minuman daun Murbei dengan karbonasi	40,48 ml
4.	Uji blanko vitamin C	39,95 ml

Study penentuan kadar vitamin C dalam minuman segar dari daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi ini bertujuan untuk melihat perbedaan kandungan vitamin C dalam sampel minuman segar daun Murbai dengan karbonasi dan tanpa karbonasi. Metode penelitian ini dilakukan adalah titrasi alkalimetri, sehingga dalam titrasinya diperlukan larutan basa NaOH sebagai bahan untuk mentitrasi sampel. Oleh karena itu langkah pertama yang harus dilakukan adalah pembuatan larutan NaOH.

Pembuatan larutan NaOH dilakukan dengan menimbang 1 gram padatan NaOH, kemudian dilarutkan dengan air hingga volumenya 250 ml dalam labu ukur. Dari prosedur pembuatan NaOH tersebut di harapkan diperoleh larutan NaOH dengan konsentrasi 0,1 N melalui perhitungan berikut ini:

Ekivalen NaOH = 1

N NaOH = M. ek

$$N \text{ NaOH} = \frac{\text{mol NaOH}}{\text{volume NaOH}} \times 1 = \frac{\text{massa} / M_r}{\text{volume}} \times 1 = \frac{1 \text{ g} / 40 \text{ g/mol}}{0,25 \text{ L}} \times 1 = 0,1 \text{ N}$$

Akan tetapi untuk membuktikan konsentrasi tersebut benar-benar 0,1 N atau tidak maka larutan NaOH ini harus distandarisasi terlebih dahulu.

Adapun larutan standar yang digunakan untuk menstandarisasi larutan NaOH adalah larutan asam oksalat, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,0984 N. Larutan asam oksalat, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,0984 N ini dibuat dengan menimbang 0,310 g padatan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kemudian dilarutkan dengan 50 ml air.

Konsentrasiasam oksalat, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ diberikan sebagai berikut:

Ekivalen $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = 2 ekivalen

N $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ = M. ek

$$\begin{aligned} N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= \frac{\text{mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{\text{volume H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \times 2 \\ &= \frac{\text{massa} / M_r}{\text{volume}} \times 2 = \frac{0,310 \text{ g} / 126 \text{ g/mol}}{0,05 \text{ L}} \times 2 = 0,0984 \text{ N} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh konsentrasi larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ sebesar 0,0984 N

Pembakuan larutan NaOH dengan larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dilakukan dengan mentitrasi larutan NaOH yang telah dibuat sebelumnya dengan 5 ml larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dengan menggunakan indikator phenolptalein. Ternyata diperlukan rata-rata 5,75 ml larutan NaOH untuk merubah warna larutan standar $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ menjadi merah muda. Dari hasil percobaan tersebut dapat dihitung normalitas NaOH sbb:

$$\text{mol ek NaOH} = \text{mol ek H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$V. N \text{ NaOH} = V. N \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$(5,75 \text{ ml}) N \text{ NaOH} = (5 \text{ ml}) (0,0984 \text{ N})$$

$$N \text{ NaOH} = \frac{(5 \text{ ml})(0,0984 \text{ N})}{(5,75 \text{ ml})} = 0,0856 \text{ N}$$

Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh konsentrasi larutan NaOH sebesar 0,0856 N. Larutan NaOH inilah yang selanjutnya digunakan untuk mentitrasi asam askorbat dalam sampel minuman segar daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi.

Pengujian dimulai dengan menguji kandungan asam askorbat (vitamin C) dalam sampel daun Murbei tanpa karbonasi. Pengujian ini dilakukan dengan mentitrasi 25 ml sampel daun Murbei dengan menggunakan larutan NaOH 0,0856 N yang telah dibakukan atau distandarisasi. Titrasi ini menggunakan indikator phenolphthalein untuk menentukan titik akhir titrasi, yaitu pada saat larutan berubah warna menjadi merah muda. Ternyata dari hasil titrasi diperoleh data bahwa untuk merubah larutan sampel menjadi merah muda diperlukan NaOH sebanyak 0,45 ml. Dari hasil pengujian tersebut dapat dihitung kandungan asam askorbat (vitamin C) dalam sampel sbb:

$$\Sigma \text{ mol.ek vit C} = \Sigma \text{ mol. ek NaOH}$$

$$V. N \text{ vit C} = V. N \text{ NaOH}$$

$$(25 \text{ ml}) N \text{ Vit. C} = (0,45 \text{ ml}) (0,0856 \text{ N})$$

$$N \text{ Vit C} = \frac{(0,45 \text{ ml})(0,0856 \text{ N})}{(25 \text{ ml})} = 0,00154 \text{ N}$$

$$N \text{ Vit C} = M. \text{ ek Vit C} = \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \times 1 = \frac{\text{massa} / Mr}{\text{volume}} \times 1$$

$$\text{Massa Vit C per 100 ml larutan} = N. V. Mr$$

$$= (0,00154 \text{ mol.ek/L}) (0,1 \text{ L}) (176 \text{ g/mol})$$

$$= 0,0271 \text{ g}$$

$$= 27,1 \text{ mg/100ml}$$

Dari hasil perhitungan tersebut diperoleh kandungan vitamin C dalam sampel minuman segar daun Murbei tanpa karbonasi sebesar 27,1 mg/100ml.

Selanjutnya pengujian dilakukan pada sampel minuman segar daun Murbai dengan karbonasi. Prosedur pengujian yang dilakukan sama dengan prosedur pengujian sampel yang tanpa karbonasi yaitu dengan dengan cara mentitrasi 25 ml sampel minuman daun Murbai dengan larutan NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator phenolphthalein. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dibutuhkan rata-rata 40,48 ml larutan NaOH untuk merubah minuman daun Murbai berkarbonasi menjadi merah muda. Sehingga dari percobaan tersebut diperoleh kandungan vitamin C dalam minuman daun murbai berkarbonasi sebesar:

$$\Sigma \text{ mol.ek vit C} = \Sigma \text{ mol. ek NaOH}$$

$$V. N \text{ vit C} = V. N \text{ NaOH}$$

$$(25 \text{ ml}) N \text{ Vit. C} = (40,45 \text{ ml}) (0,0856 \text{ N})$$

$$N \text{ Vit C} = \frac{(40,45 \text{ ml})(0,0856 \text{ N})}{(25 \text{ ml})} = 0,1385 \text{ N}$$

$$N \text{ Vit C} = M. \text{ ek Vit C} = \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \times 1 = \frac{\text{massa} / Mr}{\text{volume}} \times 1$$

$$\text{Massa Vit C per 100 ml larutan} = N. V. Mr$$

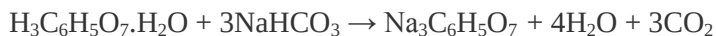
$$= (0,1385 \text{ mol.ek/L}) (0,1 \text{ L}) (176 \text{ g/mol})$$

$$= 2,4376 \text{ g}$$

$$= 2437,6 \text{ mg/100ml}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh kandungan vitamin C dalam sampel minuman segar daun Murbai dengan karbonasi sebesar 2437,6 mg/100 ml

Nilai ini jelas terlalu besar apabila dibandingkan dengan kandungan vitamin C minuman daun Murbai yang tidak dikarbonasi. Akan tetapi perlu di ingat bahwa untuk memberikan karbonasi dalam minuman dapat dilakukan dengan dua cara, yang pertama dengan mengabsorbsikan karbondioksida kedalam air minum dan kedua karbonasi juga dapat dihasilkan dari penggunaan effervescent. Dasar formula minuman effervescent adalah terjadinya reaksi antara senyawa asam (asidulan) dengan karbonat atau bikarbonat sehingga menghasilkan karbondioksida. Hal itu ditunjukkan dalam persamaan reaksi berikut:



Asam sitrat Natrium bikarbonat Natrium sitrat Air Karbondioksida



Asam tartrat Natrium bikarbonat Natrium tartrat Air Karbondioksida

Natrium bikarbonat merupakan hablur yang tidak berwarna dan mudah larut dalam air. Pada minuman effervescent natrium bikarbonat berfungsi sebagai penghasil gas dalam larutannya (Kumar et al., 2009). Konsentrasi asam basa yang memenuhi mutu fisik tablet yang optimum yaitu formula effervescent dengan konsentrasi asam basa 70% (asam sitrat 8,58%, asam tartrat 27,17% dan natrium bikarbonat 34,45%(5). Sebagian besar tablet *effervescent* yang beredar dipasaran menggunakan Vitamin C atau asam askorbat sebagai zat aktif. Asam askorbat adalah vitamin yang sangat larut dalam air, bersifat mengasamkan dan pereduksi.

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, dasar titrasi alkalimetri adalah reaksi penetralan antara larutan asam dengan larutan basa yang telah distandarisasi. Dalam hal ini berarti dalam pengujian minuman daun Murbai yang dikarbonasi, larutan basa NaOH 0,0856 N selain menetralkan asam askorbat dalam minuman daun Murbai juga menetralkan asam askorbat yang ada dalam effervescentnya, sehingga dibutuhkan volume NaOH yang banyak. Keadaan itu menyebabkan perhitungan kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan dan tanpa karbonasi terpaut sangat jauh.

Untuk mengetahui kandungan vitamin C yang sebenarnya dalam minuman daun Murbai berkarbonasi, maka perlu dilakukan uji blanko. Tujuannya untuk mengetahui kandungan vitamin C dalam effervescent. Apabila kandungan vitamin C dalam effervescent tersebut diketahui maka kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbai berkarbonasi yang sebenarnya dapat diketahui juga. Hasil uji blanko yang dilakukan dengan mentitrasi 25 ml larutan blanko dengan larutan

NaOH 0,0856 N dengan menggunakan indikator penolptalein menunjukkan bahwa untuk menetralkan asam askorbat dalam larutan blanko diperlukan 39,95 ml. Dari data tersebut diperoleh normalitas larutan blanko sbb.

$$\begin{aligned}\sum \text{mol.ek larutan blanko} &= \sum \text{mol.ek NaOH} \\ V \times N \text{ larutan blanko} &= V \times N \text{ NaOH} \\ (25 \text{ ml}) \times N \text{ larutan blanko} &= (39,95 \text{ ml}) \times (0,0856 \text{ N}) \\ N \text{ larutan blanko} &= \frac{(39,95 \text{ ml}) \times (0,0856 \text{ N})}{(25 \text{ ml})} \\ &= 0,1368 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\text{Apabila } N \text{ larutan blanko} = M. \text{ ek Vit C} = \frac{\text{mol}}{\text{volume}} \times 1 = \frac{\text{massa} / M_r}{\text{volume}} \times 1,$$

Maka massa larutan blanko per 100 ml larutan = N. V. Mr

$$= (0,1368 \text{ mol.ek/L}) (0,1 \text{ L}) (176 \text{ g/mol})$$

$$= 2,4075 \text{ g}$$

$$= 2407,5 \text{ mg/100ml}$$

Setelah kandungan vitamin C dalam larutan blanko diketahui, maka jumlah Vitamin C dalam minuman daun murbai berkarbonasi dapat dihitung sebagai berikut

$$\text{Vit C} = 2,4376 \text{ g} - 2,4075 \text{ g} = 0,0301 \text{ g} = 30,1 \text{ mg/100 ml. Sehingga hasil pengujian}$$

kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbai dengan atau tanpa karbonasi dapat ditunjukkan oleh table berikut.

Tabel hasil pengamatan uji Vitamin C pada sampel daun Murbei dengan atau tanpa karbonasi

Sampel	Kandungan Vitamin C
Sampel Minuman Daun Murbei	27,1 mg/100ml
Sampel Minuman Daun Murbei + effervescent	30,1 mg/100ml

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan vitamin C dalam minuman segar daun Murbei tanpa atau dengan karbonasi tidak menunjukkan hasil yang jauh berbeda..

Pemberian karbonasi tidak merusak ataupun mengurangi kandungan vitamin C dalam minuman daun Murbei.

DAFTAR PUSTAKA

Effendi, R., Damayanthi, E., Kustiyah, L. dan Kusumorini, N. 2010. Pengendalian Kadar Glukosa Daah oleh Teh Hijau dan atau Teh Daun Murbai pada Tikus Diabetes. *Jurnal Gizi dan Pangan*. Vol. 5 (2). Hal 87-94.

- Priatna, E. Muharam, Aprilianty, Fulvia. 2013. Uji Aktifitas Antihiperurisemia Dari Rebusan Daun Murbei (*Morus alba* L.) Terhadap Mencit Jantan Galur Swiss Webster. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. Vol. 9 Bulan Februari 2013. Hal 42-48.
- Novidahlia, N., Mardiah, dan Mashudi. 2012. Minuman Rosela (*Hibiscus Sabdariffa* L.) berkarbonasi *ready to drink* sebagai minuman fungsional yang kaya antioksidan. *Jurnal Pertanian*. Vol. 3 No. 2 Hal 64 -74.
- Prasetyo, G., Zumroh , I.Z., Etikasari,M., Wajdi, R. F., Widyaningsih, T.D., 2015. Formulasi Serbuk Effervescent Berbasis Cincau Hitam Dengan Penambahan Daun Pandan Dan Jahe Merah. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No 1 p.90-95, Januari 2015
- Kholidah,S., Yuliet , Khumaidi,A. 2014. Formulasi Tablet Effervescent Jahe (*Z Officinale* Roscoe) Dengan Variasi Konsentrasi Sumber Asam Dan Basa. *Online Jurnal of Natural Science*, Vol.3(3): 216 - 229

PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK BAWANG MERAH (*ALLIUM ASCALONICUM*) TERHADAP BILANGAN PEROKSIDA DAN KADAR ASAM LEMAK BEBAS MINYAK GORENG CURAH

Erma Yulianingtyas*, Roushandy Asri F., Vinda Cory I., dan Sumari

Jurusan Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5, Malang, Jawa Timur

ermayulianingtyas91@gmail.com

ABSTRAK: Minyak goreng curah mudah terkontaminasi oleh udara dan air (teroksidasi) yang menimbulkan ketengikan sehingga mempengaruhi cita rasa, dan daya simpan minyak goreng tersebut menjadi lebih singkat. Minyak goreng curah yang teroksidasi selama ini menggunakan antioksidan sintetik seperti *Butylated Hydroxytoluen (BHT)*, dimana penggunaan BHT bersifat karsinogenik. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dicari alternatif antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu tentang pengaruh penambahan antioksidan alami yaitu bubuk bawang merah (*Allium Ascalonicum*) terhadap bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas yang ada pada minyak goreng curah dengan waktu penyimpanan 0, 4, dan 8 hari yang hasil analisisnya dibandingkan dengan minyak goreng curah yang ditambahkan dengan antioksidan sintetik yaitu BHT. Metode penentuan bilangan peroksida dilakukan dengan menggunakan titrasi iodometri dan untuk penentuan kadar asam lemak bebas dengan menggunakan titrasi asam basa. Berdasarkan data yang telah dianalisis, diperoleh bilangan peroksida dengan penambahan bubuk bawang merah dengan kadar 0.3% pada waktu penyimpanan 0 hari sebesar 0.2000 meq/kg, 4 hari sebesar 0.3334 meq/kg, 8 hari sebesar 0.6000 meq/kg. Kadar asam lemak bebas (%FFA) dengan penambahan bubuk bawang merah sebesar 0.3% dengan waktu penyimpanan 0, 4, dan 8 hari sebesar 0.04, 0.06 dan 0.14. Waktu penyimpanan minyak goreng 8 hari dengan konsentrasi bubuk bawang merah 0,3% terbukti efektif untuk menurunkan bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas dibandingkan dengan penambahan BHT.

Kata kunci: minyak goreng curah, antioksidan, bilangan peroksida, kadar asam lemak

ABSTRACT: The use of cooking oil repeatedly with high summer temperatures will result in a change in the physicochemical properties (oil damage) such as discoloration, odor, increased peroxide, levels of free fatty acids (FFA) and oxidation reactions. For the time being to overcome it still uses synthetic antioxidants such as *Butylated Hydroxytoluen (BHT)*. Where the use of BHT is carcinogenic. Looking at the reasons that there should be an effort to get a natural antioxidant. This research aims to find out about the influence of the addition of natural antioxidants shall oil powder (*Allium Ascalonicum*) number peroxide and free fatty acid cooking oil with depository time 0, 4 and 8 days and compared with synthetic antioxidant BHT. Peroxide number determined with iodometric titration and free fatty acid with acid base titration. Based on the data was analyzed, obtained peroxide with the addition of shallot powder measured 0.3% with depository time 0 days 0.2000 meq/kg, 4 days at 0.3334 meq/kg, 8 days at 0.6000 meq/kg. Levels of free fatty acids (% FFA) with the addition of shallot powder 0.3% with depository time 0, 4, and 8 days at 0.04, 0.06 and 0.14. Cooking oil with depository time of 8 days with a concentration of 0.3% shallot powder proved to be effective to reduce peroxide and free fatty acid levels than cooking oil with the compared to BHT.

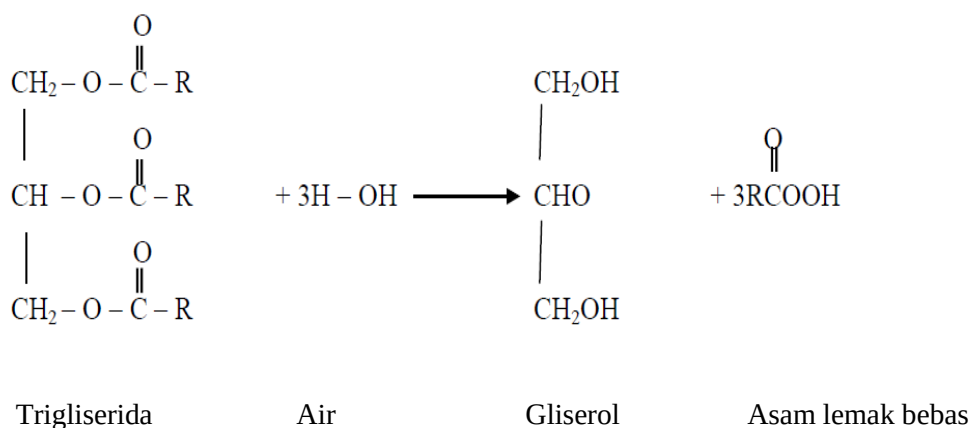
Keywords : cooking oil, antioxidant, peroxide number, free fatty acid

PENDAHULUAN

Minyak merupakan medium penggoreng bahan pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat luas. Kurang lebih 290 juta ton minyak dikonsumsi tiap tahun. Banyaknya permintaan

akan bahan pangan yang digoreng merupakan suatu bukti yang nyata mengenai betapa besarnya jumlah bahan pangan digoreng yang dikonsumsi manusia oleh lapisan masyarakat dari segala tingkat usia. Tujuan penggorengan dalam bahan pangan untuk memperbaiki rupa dan tekstur fisik bahan pangan, memberikan cita rasa gurih, menambah nilai gizi dan kalori dalam bahan pangan [1].

Minyak goreng yang beredar di pasaran biasanya berasal dari sumber yang sama yaitu berasal dari buah kelapa sawit, namun perbedaan dalam pengolahan untuk menghasilkan minyak goreng tentu akan berbeda pula mutunya [2]. Terdapat 2 (dua) macam pengolahan minyak goreng kelapa sawit yang tersebar di pasaran yaitu minyak curah dan minyak kemasan. Minyak goreng curah dan minyak goreng kemasan sama-sama merupakan proses industri, namun yang membedakannya adalah dalam hal kualitas prosesnya. Minyak goreng curah diproses dengan sekali penyaringan, sedangkan minyak goreng kemasan proses penyaringan dilakukan hingga 3-4 kali. Menurut penelitian minyak goreng curah mudah terkontaminasi oleh udara dan air (teroksidasi) yang menimbulkan ketengikan sehingga mempengaruhi cita rasa, dan daya simpan minyak goreng tersebut menjadi lebih singkat [2]. Minyak curah yang terkontaminasi oleh air akan mengalami reaksi hidrolisis dan reaksi oksidasi ketika terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak atau lemak. Pada reaksi oksidasi ini asam lemak jenuh dapat mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Dimana salah satu parameter penurunan kualitas minyak goreng adalah bilangan peroksida. Pengukuran angka peroksida pada dasarnya adalah mengukur kadar peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak. Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi [8]. Reaksi hidrolisis adalah reaksi pelepasan asam lemak bebas dari gliserol dalam struktur molekul lemak. [7] reaksi hidrolisis :



Terjadinya reaksi hidrolisis dan reaksi oksidasi ini akan mengakibatkan bau tengik pada minyak. Ketengikan pada minyak goreng dapat dihambat dengan memberikan zat antioksidan. Zat antioksidan didefinisikan sebagai senyawa yang dapat menunda dan mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Zat antioksidan dikenal ada 2 macam yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Pada umumnya zat antioksidan yang digunakan adalah antioksidan sintetis yaitu Butylated Hydroxyanisole (BHA) dan Butylated Hydroxytoluene (BHT). Menurut hasil penelitian Sri [3] penggunaan antioksidan sintetis dapat meracuni dan bersifat karsinogenik. Salah satu cara mengatasi masalah tersebut adalah mengganti antioksidan sintetis tersebut dengan antioksidan alami, yaitu bawang merah. Ekstrak bawang merah dapat menghambat oksidasi pada minyak goreng sehingga mengurangi kenaikan bilangan peroksida.

Menurut penelitian Siswati [4] menyatakan bahwa bawang merah mempunyai sifat antioksidan karena bawang merah mengandung senyawa-senyawa antibakteri, seperti polifenol, flavonoid, minyak atsiri yaitu senyawa yang efektif untuk menghambat proses autooksidasi lemak tidak jenuh sehingga dipercaya dapat mencegah ketengikan minyak goreng dan dapat menambah waktu penyimpanan dari minyak goreng sehingga akan mengakibatkan terhambatnya oksidasi lebih lanjut pada minyak goreng dan mengurangi kenaikan bilangan peroksida. Selain itu, bawang merah juga dipercaya mengandung senyawa antibakteri yang mampu mematikan mikroba, sehingga mikroba tersebut tidak mampu menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas sebagai indikasi tingkat kerusakan minyak. Tujuan penelitian ini untuk mengganti antioksidan sintetis (BHT) dengan antioksidan alami yaitu bubuk bawang merah pada penyimpanan minyak curah dalam waktu 0 hari, 4 hari, sampai 8 hari. Hasil penelitian diharapkan dapat memberi informasi kepada masyarakat tentang penggunaan bubuk bawang merah sebagai antioksidan alami untuk menambah waktu penyimpanan dan menghambat kerusakan pada minyak goreng curah.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah bawang merah, minyak goreng curah, BHT, aquades, Indikator fenoltialin, metanol, KOH 0,1 N, KI, HCl, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01N, indikator amilum, asam asetat glasial, kloroform.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah buret, statif, gelas ukur 100ml, pipet tetes, erlenmeyer 100ml, neraca analitik, hot plate, spatula, labu ukur, gelas kimia, corong, pipet ukur, kaca arloji, cawan petri, batang pengaduk.

Prosedur

Pembuatan bubuk bawang

Pembuatan bubuk bawang dilakukan dengan cara mencuci bawang merah 500 gram sampai bersih, kemudian ditimbang dan potong tipis-tipis. Bawang merah yang sudah diiris tipis-tipis selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 55-65 derajat Celsius selama 8-10 jam, setelah kering dihancurkan lalu diayak halus (80 mesh) menjadi bubuk bawang. Bubuk bawang yang didapat kemudian dibungkus dan disimpan pada wadah tertutup.

Pembuatan sampel

Pembuatan sampel dapat dilakukan dengan menyiapkan minyak goreng curah sebanyak 500 gram ditambahkan masing-masing 0,1%, 0,2%, 0,3% bubuk bawang merah yang telah disiapkan. Pembuatan sampel pembandingan dilakukan dengan cara menyiapkan 500 gram minyak goreng curah dengan penambahan BHT 0,1%, sampel kemudian disimpan pada suhu ruang selama 0, 4 dan 8 hari.

Standarisasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N

Sebanyak 15 mg Kalium iodat dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 100 mL dan dilarutkan dengan 2 mL air. Lalu ditambahkan 0,2 gram KI dan 1 mL HCl ke dalam larutan iodat tadi. Kemudian larutan campuran tadi dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,01 N sampai terjadi perubahan warna dari merah bata menjadi kuning pucat. Ditambahkan indikator amilum 0,5 mL dan titrasi diteruskan sampai warna biru hilang. Normalitas natrium tiosulfat dihitung dari rata-rata tiga kali pengulangan.

Standarisasi larutan KOH 0,1 N

Ditimbang dengan teliti lebih kurang 0,1 gram asam oksalat, dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, dan ditambahkan 25 mL akuades. Setelah larut ditambahkan 2- 3 tetes indikator fenolptalin dan dititrasi dengan larutan KOH yang akan distandarisasi sampai berwarna merah jambu. Perhitungan N KOH dari hasil rata-rata 3 kali ulangan.

Penentuan bilangan peroksida pada minyak goreng curah

Bilangan peroksida pada minyak goreng curah ditentukan dengan titrasi iodometri. Sample ditimbang sebesar 500 gram dalam Erlenmeyer berukuran 100 mL, kemudian dimasukkan 30 mL campuran pelarut dari asam asetat glacial dan kloroform. Setelah minyak larut, dengan pelarut ditambahkan 0,5 mL larutan KI 6 M sambil dikocok lalu didiamkan selama 2 menit, kemudian ditambahkan 30 mL air. Setelah itu dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,01 N sampai warna kuningnya hilang dan untuk memperjelas titik akhir titrasi ditambahkan indikator amilum lalu dititrasi kembali dengan natrium tiosulfat sampai warna biru hilang dan titrasinya diulang sebanyak tiga kali. Dibuat juga perlakuan blanko 30 mL campuran asam asetat glacial dan kloroform ditambah 0,5 mL KI 6 M dan 30 mL air dititrasi dengan larutan tiosulfat yang telah dibuat tadi.

Penentuan asam lemak bebas (FFA) dengan penentuan angka asam

Sebanyak 5 gram sample dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 50 mL alcohol netral 95% yang panas dan 2 mL indikator phenolphthalin. Lalu dititrasi dengan larutan

KOH 0,1 N yang telah distandarisasi sampai timbul warna merah jambu dan tidak hilang selama 30 detik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran bilangan peroksida pada penelitian dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan bilangan peroksida:

$$\text{Bilangan peroksida} = \frac{(V \text{ sample}) \times N \times 1.000}{G}$$

Hasil pengukuran bilangan peroksida disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1 : Bilangan peroksida kontrol (minyak goreng curah tanpa penambahan antioksidan) BHT (minyak goreng curah dengan penambahan BHT), S1(minyak goreng dengan penambahan 0,1% bubuk bawang merah), S2 (minyak goreng curah dengan penambahan 0,2% bubuk bawang merah), S3 (minyak goreng curah dengan penambahan 0,3% bubuk bawang merah)

Waktu (hari)	BHT	Control	S1	S2	S3
0	0.8000	1.6660	0.4000	0.3334	0.2000
4	1.9334	3.4666	1.0666	0.6000	0.3334
8	3.7334	5.1334	1.8666	1.5334	0.6000

Berdasarkan data tabel 1 menunjukkan pada minyak goreng curah tanpa penambahan antioksidan memiliki bilangan peroksida yang lebih besar dibandingkan dengan minyak goreng curah yang ditambahkan antioksidan BHT dan bubuk bawang merah. Bilangan peroksida pada sample 1, sample 2, dan sample 3 lebih kecil dibandingkan bilangan peroksida control dan BHT. Standar Nasional Indonesia untuk bilangan peroksida yang layak digunakan max. 2 meq/kg [6]. Hasil perhitungan bilangan peroksida pada sample 1, sample 2 dan sample 3 hingga penyimpanan hari ke 8 masih memenuhi SNI sehingga minyak goreng curah layak digunakan. Perhitungan bilangan peroksida minyak curah dengan penambahan BHT pada hari ke 4 sudah tidak memenuhi SNI. Minyak curah tanpa penambahan antioksidan pada waktu penyimpanan hari ke-4 dan ke-8 bilangan peroksida sudah tidak memenuhi (SNI). Konsentrasi bubuk bawang merah yang paling efektif dalam menghambat reaksi oksidasi pada minyak curah adalah konsentrasi 0.3%. Hal tersebut dapat dilihat pada hari ke 0 hingga hari ke 8, angka bilangan peroksida yang paling kecil pada sample 3 menunjukkan bahwa bubuk bawang merah mempunyai sifat antioksidan karena bawang merah mengandung senyawa poliphenol yang menurut Sudarmaji [2] bahwa senyawa poliphenol ini adalah senyawa yang efektif menghambat proses autooksidasi lemak tidak jenuh sehingga dapat mencegah ketengikan minyak goreng dan dapat menambah waktu penyimpanan dari minyak goreng tersebut. Senyawa ini mengakibatkan terhambatnya oksidasi lebih lanjut pada minyak goreng.

Keberadaan asam lemak bebas dalam minyak biasanya dijadikan indikator awal terjadinya kerusakan minyak karena proses hidrolisis. Perhitungan kadar asam lemak bebas dari minyak goreng curah menggunakan rumus:

$$\% FFA = \frac{mL\ KOH \times N\ KOH \times BM\ Asam\ laurat}{berat\ sample \times 1.000} \times 100\%$$

Tabel 2 : Kadar asam lemak bebas (%FFA) Kontrol (minyak goreng curah tanpa penambahan antioksidan), BHT (minyak goreng curah dengan penambahan BHT), S1 (minyak goreng dengan penambahan 0,1% bubuk bawang merah), S2 (minyak goreng curah dengan penambahan 0,2% bubuk bawang merah), S3 (minyak goreng curah dengan penambahan 0,3% bubuk bawang merah)

Waktu (hari)	BHT	Control	S1	S2	S3
0	0.24	0.33	0.10	0.08	0.04
4	0.60	0.86	0.18	0.14	0.06
8	1.0	1.90	0.2	0.18	0.14

Tabel 2 menunjukkan bahwa minyak goreng curah tanpa penambahan antioksidan sudah melebihi standart nasional Indonesia SNI, minyak goreng yang aman dikonsumsi untuk FFA maksimal 0.3%. Minyak goreng curah yang ditambahkan BHT dengan waktu penyimpanan 4 dan 8 hari menunjukkan kadar asam lemak yang melebihi standar maksimal FFA. Minyak goreng curah yang ditambahkan bubuk bawang merah dengan konsentrasi 0.1%, 0.2%, dan 0.3% hingga hari ke 8 kadar asam lemak bebas masih memenuhi SNI sehingga minyak goreng curah masih layak digunakan. Bubuk bawang merah dengan kadar 0.1%, 0.2%, dan 0.3% efektif sebagai antioksidan yang mampu menurunkan kadar asam lemak bebas dibandingkan dengan menggunakan antioksidan sintetik BHT.

Penurunan kadar asam lemak bebas pada minyak curah disebabkan adanya penambahan bubuk bawang merah, hal ini dikarenakan bawang merah mengandung senyawa poliphenol sebagai antioksidan alami. Bawang merah juga mengandung senyawa antibakteri yang mematikan mikroba, sehingga mikroba tidak mampu lagi menghidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bilangan peroksida pada minyak goreng curah setelah disimpan selama 8 hari dengan penambahan bubuk bawang merah sebesar 0.3% yaitu 0.2000, 0.3334, 0.6000. Kadar asam lemak bebas pada minyak goreng curah yang ditambahkan bubuk bawang merah sebesar 0.3% yaitu 0.04, 0.06, 0.14. Penambahan bubuk bawang merah dapat menghambat kenaikan bilangan peroksida dan kadar asam lemak bebas sehingga dapat menambah waktu penyimpanan minyak goreng. Bubuk bawang merah yang ditambahkan kedalam minyak goreng curah dapat digunakan sebagai antioksidan alami. Penambahan bubuk bawang merah lebih efektif dibandingkan dengan penggunaan antioksidan sintetik BHT.

DAFTAR RUJUKAN

- Ketaren, S., 1989, *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta
- Sudarmaji, S.B., Haryono., dan Suhardi., 1989, *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*, Liberty dan Pusat Antar Fakultas Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Sri, K., 2006, *Antioksidan alami*, Trumbus Agrisarana, Surabaya.
- Siswati, N.D., SU J., Junaini., 2008, *Pemanfaatan Antioksidan Alami Flavonol untuk Mencegah Proses Ketengikan Minyak Kelapa*, FTI UPN “Veteran”, Surabaya.
- Soebagio, dkk., 2007, *Kimia Analitik II*, FPMIPA UM, Malang.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI – 3742- 2002 (*Standar Mutu Minyak Goreng*). Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Fauziah, Sirajuddin, S., Najamuddin, U., 2013, *Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dalam Gorengan dan Minyak Bekas Hasil Penggorengan Makanan Jajanan di Workshop Unhas*, Universitas Negeri Hasanuddin, Makassar.
- Budimarwanti, C., 2000, *Analisis Lipida Sederhana dan Lipida Kompleks*, UNY Press, Yogyakarta.

ANALISIS KANDUNGAN ZAT PEWARNA SINTETIS PADA JAJANAN ANAK SEKOLAH DI KOTA MALANG DENGAN METODE KROMATOGRAFI KERTAS DAN SPOT TEST

Ika Budi Yulastini^a, Moh. Abd. Majid^b, Ali Amirul Mu'minin^c, Sumari^d

^a SMK Negeri 9 Malang

Jl. Sampurna Cemorokandang – Malang

^b SMA Ar-Risalah Lirboyo Kota Kediri

Jl. Aula Mukhtar No. 2 Lirboyo Kota Kediri

^c SMP Bayt Al-Hikmah Kota Pasuruan

Jl. Pati Unus No. 25 Krampyangan Kota Pasuruan

^d Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5 Malang

(Email: ikaby.smkn9@gmail.com/085258006363)

ABSTRAK: Dewasa ini masalah keamanan makanan mendapat sorotan yang tajam dari masyarakat, karena diduga banyak makanan yang tidak aman untuk dikonsumsi akibat adanya bahan tambahan makanan yang berbahaya bagi kesehatan. Yang lebih mengkhawatirkan, peredaran makanan dengan bahan berbahaya ini sudah merambah lingkungan sekolah. Saat ini jajanan yang banyak dijual di sekolah-sekolah yang ada di wilayah kota Malang adalah sosis dan cireng. Makanan ini termasuk jajanan yang banyak disukai oleh anak-anak sekolah karena rasanya yang enak, warnanya menarik dan harganya murah. Secara fisik sosis dan cireng mempunyai warna yang mencolok sehingga diduga terdapat zat pewarna sintetis pada makanan ini. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis zat pewarna yang terdapat dalam sosis dan cireng yang dijual di sekolah-sekolah di Kota Malang dan apakah zat pewarna sintetis tersebut termasuk zat pewarna yang berbahaya. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif laboratorium yang menggunakan metode uji kualitatif untuk kandungan zat pewarna sintetis yang terdapat pada jajanan anak sekolah dengan menggunakan analisa kimia terhadap sampel sosis dan cireng yang diambil dari beberapa sekolah yang ada di kota Malang. Pengambilan sampel dilakukan di sekolah-sekolah yang ada di lima kecamatan di kota Malang, masing-masing kecamatan diambil 1 jenis sampel sosis dan cireng, sehingga didapatkan 10 macam sampel sosis dan cireng. Sampel dianalisis menggunakan metode kromatografi kertas dan spot test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel sosis dan cireng yang diteliti mengandung zat pewarna sintetis. Sebagian besar zat pewarna sintetis dalam sampel adalah zat warna sintetis yang tidak diijinkan yaitu Ponceau SX sebanyak 50%, 30% sampel mengandung zat pewarna sintetis jenis pewarna merah Ponceau 4R, dan 20% sampel mengandung zat pewarna sintetis jenis pewarna merah Amaranth. Berdasarkan Permenkes RI No. 239/Men.Kes/Per/V/85, Ponceau SX adalah termasuk salah satu zat warna tertentu yang dinyatakan sebagai bahan berbahaya dan dilarang penggunaannya pada bahan makanan karena dapat mengakibatkan kerusakan sistem urin dan memicu timbulnya tumor atau kanker.

Kata Kunci: zat pewarna sintetis, jajanan anak sekolah, kota Malang

ABSTRACT: Today the issue of food security sharp scrutiny from the public, because of suspected food unsafe for consumption due to the presence of food additives that are harmful to health. Even more alarming, the circulation of food with harmful substances has penetrated the school environment. Currently the snacks sold in schools in the city of Malang is sausage and cireng. These foods include snacks are much preferred by school children because it tastes good, color is attractive and cheap. Physically sausage and cireng have striking colors that allegedly contained synthetic dyes in these foods. The purpose of this study to determine the type of dye contained in sausage and cireng sold in schools in Malang and whether the synthetic coloring agents including dyes dangerous. This research is descriptive research laboratory that uses methods of qualitative

test for synthetic coloring substances contained in snacks schoolchildren using chemical analysis on samples of sausages and cireng taken from several schools in the city of Malang. Sampling was conducted in schools in five districts in Malang, each district is taken one type of sausage samples and cireng, so we get 10 kinds of sausage samples and cireng. Samples were analyzed using paper chromatography and spot test. The results showed that all the samples studied sausages and cireng contain synthetic dyes. Most synthetic dyes in the sample is a synthetic dye that is not permitted is Ponceau SX as much as 50%, 30% of the samples contained synthetic coloring agent Ponceau 4R kind of red dye, and 20% of the samples contain dyes synthetic red dye Amaranth species. Based on Permenkes No. 239 / Men.Kes / Per / V / 85, Ponceau SX is one of the specific dye is declared as hazardous and banned its use in foodstuffs because it can lead to damage of urine system and stimulate the cancer.

Keywords: *synthetic dyes, snacks schoolchildren, Malang*

PENDAHULUAN

Bertambahnya jumlah penduduk merupakan peluang pasar bagi para pengusaha ataupun penjual makanan. Demi menarik minat pelanggan, mereka mencoba menampilkan makanan semenarik mungkin. Salah satu cara yang ditempuh adalah dengan menambahkan zat warna dengan tujuan untuk memperbaiki tampilan. Namun, sangat disayangkan jika penambahan zat warna tersebut tidak memperhatikan aspek kesehatan, hanya berorientasi pada keuntungan saja.

Akhir-akhir ini mencuat lagi kasus penambahan bahan pewarna sintetik berbahaya pada makanan, dalam inspeksi mendadak yang dilakukan oleh Balai Besar POM Semarang tanggal 23 Juni 2015 terhadap makanan yang dijual oleh pedagang ta'jil di jalan Pahlawan dan kawasan Tembalang Semarang, masih ditemukan sampel yang mengandung bahan pewarna berbahaya yaitu Rodhamin B pada krupuk. Hal ini mengindikasikan bahwa pengetahuan dan perilaku masyarakat tentang bahan kimia berbahaya dalam makanan masih harus ditingkatkan lagi disamping pengawasan dari pemerintah. Yang lebih mengkhawatirkan, peredaran makanan dengan bahan berbahaya ini sudah merambah lingkungan sekolah. Setidaknya temuan dari Sidak yang dilakukan BPOM DKI Jakarta bekerjasama dengan KPAI pada tanggal 13 April 2015 di SMPN 74 Jakarta ditemukan jajanan Puding yang mengandung Metanil Kuning, membuktikan hal tersebut.

Salah satu hal yang menjadi kebiasaan anak sekolah, terutama anak sekolah dasar (SD) adalah jajan di sekolah. Mereka tertarik dengan jajanan sekolah karena warnanya yang menarik, rasanya yang menggugah selera, dan harganya yang terjangkau. Berbagai jenis makanan ringan menjadi makanan jajanan sehari-hari di sekolah. Oleh sebab itu, pemilihan makanan jajanan yang aman dan berkualitas perlu diperhatikan. Aman disini maksudnya adalah bahwa makanan jajanan tersebut tidak membahayakan kesehatan jika dikonsumsi dalam jumlah tertentu sedangkan berkualitas maksudnya adalah bahwa jajanan tersebut mengandung nilai gizi yang cukup. Mengonsumsi jajanan yang tidak sehat baik dari segi mutu maupun keamanannya dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan antara lain, keracunan makanan, diare, dan berbagai *foodborne disease* lainnya.

Hasil Monitoring dan Verifikasi Profil Keamanan Pangan Jajanan Anak Sekolah (PJAS) Nasional tahun 2008 yang dilakukan oleh SEAFast dan Badan POM RI menunjukkan sebagian besar (>70%) penjaja PJAS menerapkan praktik keamanan pangan yang kurang baik. Salah satu aspek yang diawasi dalam profil keamanan pangan jajanan yaitu penggunaan Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang tidak memenuhi syarat termasuk bahan tambahan memang jelas-jelas dilarang, seperti pewarna, pemanis dan bahan pengawet. Pelarangan juga menyangkut dosis penggunaan bahan tambahan makanan yang melampaui ambang batas maksimum yang telah ditentukan. Hal ini jelas diatur oleh pemerintah dalam Permenkes RI No. 772/Menkes/Per/IX/88 tentang Bahan Tambahan Pangan yang diperkuat oleh Permenkes No. 1168/Menkes/1999 serta undang-undang keamanan pangan yaitu Undang-Undang Nomor 7 Tahun 1996.

Beberapa jajanan yang banyak dijual di sekolah-sekolah yang ada di wilayah kota Malang adalah makanan sosis, cireng, tempura dan macam-macamnya. Makanan ini termasuk jajanan yang banyak disukai oleh anak-anak sekolah karena rasanya yang enak, warnanya menarik dan harganya murah. Secara fisik sosis dan cireng mempunyai warna yang mencolok sehingga diduga terdapat zat pewarna sintetik dalam makanan ini.

Dalam rangka untuk turut mengontrol peredaran dan penggunaan bahan kimia berbahaya pada makanan, maka diperlukan penelitian secara berkala untuk memeriksa apakah terdapat bahan kimia berbahaya dalam makanan yang beredar di masyarakat. Karenaitulah kami mengadakan penelitian tentang analisis kandungan zat warna merah pada jajanan anak sekolah di Kota Malang.

Diharapkan dari penelitian ini, didapatkan manfaat sebagai berikut: didapatkan data mengenai bahan pewarna yang terdapat dalam jajanan anak sekolah kota Malang tergolong sebagai bahan pewarna berbahaya atau tidak berbahaya. Dengan data tersebut akan didapatkan kesimpulan mengenai pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap bahaya dari bahan pewarna berbahaya dalam makanan, dan bagi pihak terkait, data penelitian ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan untuk melakukan tindak lanjut penanganan keberadaan bahan pewarna berbahaya dalam makanan.

METODE PENELITIAN

1. Strategi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif laboratoris yang menggunakan metode uji kualitatif untuk kandungan zat pewarna sintetik yang terdapat pada jajanan anak sekolah dengan menggunakan analisa kimia terhadap semua sampel jajanan anak sekolah (sosis dan cireng) yang diambil dari beberapa sekolah yang ada di kota Malang.

2. Populasi dan Sampel Penelitian

Pada mulanya populasi ini adalah semua jajanan anak sekolah (sosis, cireng, tempura, dan macam-macamnya) yang ada di semua sekolah di kota Malang. Namun karena keterbatasan

peneliti maka penelitian ini hanya bersifat survei pada beberapa sekolah yang mewakili setiap kecamatan yang ada di kota Malang. Sampel dalam penelitian ini adalah jajanan anak-anak sekolah yang meliputi sosis dan cireng. Pengambilan sampel dilakukan di 5 kecamatan yang ada di kota Malang, masing-masing kecamatan diambil 1 sampel, sehingga didapatkan 10 sampel sosis dan cireng.

3. Tempat dan Waktu Penelitian

Analisis zat pewarna pada sampel sosis dan cireng dilakukan di Laboratorium Penelitian Universitas Negeri Malang. Waktu penelitian dilaksanakan mulai tanggal 1-15 Oktober 2015

4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ini terdiri dari alat-alat, bahan-bahan, serta prosedur pemeriksaan pewarna dalam makanan yang meliputi Kromatografi kertas dan spot tes.

a. Alat yang digunakan:

No.	Nama Alat	Jumlah
1	Bejana kromatografi dan tutupnya	1 buah
2	Batang korek api yang sudah diruncingkan	1 pak
3	Kertas saring biasa 40 x 40 cm	2 lembar
4	Kertas Kromatografi	4 lembar
5	Klip kertas saring	4 buah
6	Botol Reagen (dari plastik dan gelas)	20 buah
7	Pengaduk	6 buah
8	Pipet tetes	10 buah
9	Beaker glass 100 ml	2 buah
10	Mortar dan Pisle	2 set
11	Cawan porselin 9 cm	2 buah
12	Alat pemanas	2 set
13	Plat tetes	3 buah
14	Gelas ukur 10 cc	1 buah
15	Gelas ukur 100 cc	1 buah
16	Neraca	1 buah
17	Corong Gelas	2 buah

b. Bahan-bahan yang dibutuhkan:

1. H_2SO_4 pekat 50 cc
2. HCl pekat 50 cc

3. NH_4OH 2%, 12%, dan pekat
4. NaOH 10% 50 cc
5. Air suling 2 liter
6. Etanol 50% dan 70%
7. Asam Asetat
8. Eluen terdiri dari: 5 ml ammonia pekat diencerkan dengan air hingga 100 ml + 2 gram trinitrat

5. Langkah-langkah penelitian

a. Mempersiapkan contoh/sampel

Untuk sampel yang mengandung lemak (Sosis)

- Giling 20 gram sampel baik-baik dengan etanol 50% atau aseton dan sedikit ammonia pekat.
- Biarkan selama 30 menit
- Saring
- Uapkan filtrat hingga kering
- Larutkan sisanya dalam air dan asamkan dengan asam asetat

Untuk Sampel yang mengandung pati (Cireng)

- Giling 10 gram sampel baik-baik dengan 50 ml ammonia 2% dalam etanol 70% atau aseton dan sedikit ammonia pekat.
- Biarkan selama beberapa jam
- Pusingkan cairan yang terpisah ke dalam cawan
- Uapkan di atas penangas air
- Larutkan sisa penguapan dalam 30 ml air
- Asamkan dengan asam asetat

b. Penyarian pewarna

- Masukkan 20 cm benang wol ke dalam 35 ml larutan contoh yang sudah disiapkan dan dididihkan hingga warna terserap oleh wol
- Cuci wol dengan air dingin, pindahkan ke dalam gelas piala kecil dan dididihkan hati-hati dengan ammonia 10% hingga pewarna larut
- Pisahkan wol, dan asamkan larutan dengan asam asetat
- Dididihkan dan tambahkan sedikit wol, lanjutkan pendidihan hingga seluruh warna terserap
- Sari sekali lagi pewarna dari wol dengan sedikit ammonia dan pendidihan

- Saring melalui penyaring kapas dan uapkan filtrat hingga diperoleh larutan yang berwarna pekat

c. Penetapan dengan kromatografi kertas

- Potong kertas kromatografi sedemikian rupa dengan panjang dan lebar tertentu hingga sesuai dengan bejana kromatografi yang digunakan
- Tandai dengan garis yang sejajar dengan sisi kertas bagian bawah dan berjarak 2 cm
- Pada garis, totolkan berturut-turut masing-masing dengan jarak 2 cm, larutan pewarna contoh/standar dan sampel kemudian keringkan dengan pengaliran udara panas, masukkan atau gantungkan dalam bejana kromatografi yang telah diisi dengan pelarut setinggi 1 cm dari dasar bejana kromatografi
- Segera tutup bejana, dan elusikan hingga jarak 2 cm dari sisi kertas bagian atas atau berjarak secukupnya
- Keluarkan kertas dari dalam bejana dan keringkan dengan pengaliran udara panas
- Bandingkan bercak pewarna contoh/standar dengan bercak sampel dan bandingkan harga R_f standarnya.

d. Penetapan dengan metode spot test

- Ke dalam 4 buah lubang dalam pelat tetes, teteskan masing-masing 2 tetes larutan zat warna sampel, kemudian masing-masing lubang berturut-turut ditetesi dengan 2 tetes HCl pekat, 2 tetes H_2SO_4 pekat, 2 tetes NaOH 10%, dan 2 tetes NH_4OH 12%
- Lalu masing-masing diaduk dengan gelas pengaduk dan amati serta catat warnanya
- Bandingkan warna-warna yang terjadi pada sampel dengan data hasil spot test pada pewarna contoh/standar, bandingkan juga dengan daftar perubahan warna zat-zat warna dengan spot test yang sudah diketahui

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. HASIL

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan di laboratorium terhadap pewarna Standar dan pewarna pada sampel dibandingkan dengan data standar yang sudah diketahui berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Prof. Dr. Subandi dan juga standar dari BPOM Jawa Timur. Berikut ini adalah hasil pemeriksaan zat warna merah pada sampel sosis dan cireng sebagai jajanan anak sekolah di Kota Malang.

Hasil Pemeriksaan Zat Warna Merah Pada Jajanan Anak Sekolah (Sosis dan Cireng)
di Kota Malang

No.	Kode Sampel	Hasil Spot Tes				Hasil Kromatografi Kertas	Kesimpulan		
		H ₂ SO ₄ pekat	HCl pekat	NaOH 10%	NH ₄ OH 10 %	Harga Rf sama/mirip dengan.....	Jenis Zat Pewarna	I	TI
1.	A1	Merah tua	Merah tua kecoklatan	Kuning-orang	Merah pudar-orang	Merah, Rf= 0,31 (mirip dengan Ponceau SX)	Ponceau SX		√
2.	A2	Merah	Merah tua	Coklat kehijauan	Merah	Merah Rf= 0,57 (mirip dengan Ponceau 4R)	Ponceau 4R	√	
3.	A3	Orange kecoklatan	Coklat-ungu	Merah-orang	Sedikit berubah	Merah Rf= 0,33 (mirip dengan Amaranth)	Amaranth	√	
4.	A4	Merah tua	Merah tua kecoklatan	Kuning-orang	Merah pudar-orang	Merah, Rf= 0,32 (mirip dengan Ponceau SX)	Ponceau SX		√
5.	A5	Orange kecoklatan	Coklat-ungu	Merah-orang	Sedikit berubah	Merah Rf= 0,325 (mirip dengan Amaranth)	Amaranth	√	
6.	B1	Merah	Merah tua-ungu	Kuning-Orange	Orange	Merah Rf= 0,33 (mirip dengan Ponceau SX)	Ponceau SX		√
7.	B2	Merah	Merah tua-Ungu	Coklat Kehijauan	Merah	Merah Rf= 0,52 (mirip dengan Ponceau 4X)	Ponceau 4R	√	
8.	B3	Merah	Merah tua-Ungu	Coklat Kehijauan	Merah	Merah Rf= 0,54 (mirip dengan Ponceau 4X)	Ponceau 4R	√	
9.	B4	Merah pudar	Merah Tua	Kuning-Orange	Pink-Orange	Merah Rf= 0,34 (mirip dengan Ponceau SX)	Ponceau SX		√
10	B5	Merah	Merah tua-ungu	Orange	Orange	Merah Rf= 0,327 (mirip dengan Ponceau SX)	Ponceau SX		√

Keterangan:

A1 : Sampel Sosis dari kecamatan Sukun

A2 : Sampel Sosis dari kecamatan Blimbing

A3 : Sampel Sosis dari kecamatan Kedungkandang

A4 : Sampel Sosis dari kecamatan Klojen

A5 : Sampel Sosis dari kecamatan Lowokwaru

B1 : Sampel Cireng dari kecamatan Sukun

B2 : Sampel Cireng dari kecamatan Blimbing

B3 : Sampel Cireng dari kecamatan Kedungkandang

B4 : Sampel Cireng dari kecamatan Klojen

B5 : Sampel Cireng dari kecamatan Lowokwaru

I : Zat pewarna sintetis yang diijinkan

TI : Zat pewarna sintetis yang tidak diijinkan

Persentase sampel yang menggunakan zat pewarna sintetis

Zat Pewarna Sintetis yang diijinkan

$$\text{Ponceau 4R} = \frac{3}{10} \times 100\% = 30\%$$

$$\text{Amaranth} = \frac{2}{10} \times 100\% = 20\%$$

Zat Pewarna Sintetis yang tidak diijinkan

$$\text{Ponceau SX} = \frac{5}{10} \times 100\% = 50\%$$

PEMBAHASAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang dipaparkan di atas dapat diketahui bahwa sebagian besar sampel yang diteliti mengandung zat warna sintetis yang tidak diijinkan yaitu Ponceau SX sebanyak 50%. Panceau SX berupa tepung merah, mudah larut dalam air, dan memberikan larutan berwarna merah jingga. Larut dalam gliserol dan glikol, mudah larut dalam alkohol 95%. Sifat ketahanannya hampir sama dengan amaranth, sedikit luntur oleh asam asetat 10%. NaOH 30% akan membuat larutan berwarna kekuningan. Zat pewarna ini dapat diendapkan dengan tawas 5%, sedangkan larutan encer zat pewarna dalam asam tidak begitu terpengaruh oleh Al. Cu membuat warna larutan menjadi kuning, gelap, dan keruh baik pada larutan netral maupun asam. Zat pewarna Ponceau SX dapat mengakibatkan kerusakan sistem urine, kemudian dapat memacu timbulnya tumor. Bahaya lain yang ditimbulkan dari efek zat-zat berbahaya pada makanan yaitu mengakibatkan kurang gairah belajar, kurang konsentrasi, meningkatkan kenakalan anak, mudah mengantuk, dan berkurangnya daya ingat pada anak-anak.

Sebanyak 30% sampel yang diuji mengandung zat pewarna sintetis jenis pewarna merah Ponceau 4R, *Ponceau 4R* adalah pewarna merah hati yang digunakan dalam berbagai produk, termasuk selai, kue, agar-agar dan minuman ringan. Selain berpotensi memicu hiperaktivitas pada anak, *Ponceau 4R* dianggap karsinogenik (penyebab kanker) di beberapa

negara, termasuk Amerika Serikat, Norwegia, dan Finlandia. US Food and Drug Administration (FDA) sejak tahun 2000 telah menyita permen dan makanan buatan Cina yang mengandung *Ponceau 4R*. Pewarna aditif ini juga dapat meningkatkan serapan aluminium sehingga melebihi batas toleransi. Struktur kimia Ponceau, $C_{20}H_{14}N_2O_{10}$ 3 C. Ponceau termasuk golongan azo, berupaserbuk berwarna merah, sangat mudah larut dalam air, dan menghasilkan larutanmerah, sedikit larut dalam alkohol 95 %.

Sebanyak 20% sampel yang diuji mengandung zat pewarna sintetis jenis pewarna merah Amaranth, Amaranth termasuk dalam golongan monoazo yang mempunyai satu ikatan $N=N$. Amaranth berupa tepung berwarna merah kecoklatan yang mudah larut dalam air menghasilkan larutan berwarna merah lembayung atau merah kebiruan. Selain itu juga mudah larut dalam propilenglikol, gliserol, dan larut sebagian dalam alkohol 95%. Agak tahan terhadap cahaya, asam asetat 10%, HCl 10 – 30% dan NaOH 10%, sedangkan terhadap NaOH 30% kurang tahan dan menjadi agak keruh. Demikian juga adanya $FeSO_4$ membuat larutan berwarna keruh, tetapi Fe dalam bentuk tawas ($FeSO_4$, $Fe(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$) tidak begitu berpengaruh. Larutan zat pewarna yang encer dan bersifat asam tersebut akan berubah menjadi coklat keruh bila kontak dengan tembaga (Cu). Logam Al juga dapat menjadikan larutan encer zat pewarna menjadi kuning, tetapi perubahan warna tersebut dapat dikurangi oleh suasana asam. Amaranth dalam jumlah besar dapat menyebabkan tumor, reaksi alergi pada pernafasan, dan dapat menyebabkan hiperaktif pada anak-anak.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data terhadap hasil pengujian kandungan zat pewarna pada sampel sosis dan cireng, dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari 10 sampel sosis dan cireng yang diteliti semuanya menggunakan zat pewarna sintetis. 50% (5 sampel) mengandung Ponceau SX yang merupakan zat warna yang tidak diijinkan penggunaannya pada makanan, 30% (3 sampel) mengandung Ponceau 4R, dan 20% (2 sampel) mengandung Amaranth.
2. Diharapkan kepada masyarakat untuk tetap melakukan kontrol terhadap jajanan yang dikonsumsi anak-anaknya.
3. Peran dan kerjasama pihak sekolah dalam menyediakan kantin yang menarik bagi siswa dengan aneka jajanan yang sehat dan bergizi sangat besar untuk mengurangi kemungkinan anak membeli jajanan yang tidak sehat dan berbahaya.

DAFTARRUJUKAN

<https://www.tribunnews.com/regional/2015/06/23/sidak-bpom-Semarang-temukan-pewarna-ta'jil-berbahan-pewarna-tekstil>. Diakses tanggal 15 september 2015 pukul 23.15 wib

<http://www.republika.co.id/berita/koran/urbana/15/04/14/nmsgrr27-jajanan-berbahaya-marak-di-sekolah>. diakses tanggal 16 september 2015 pukul 07.07 wib

Permenkes RI No. 235/Men.Kes/Per/V/ 1985 tentang zat warna tertentu yang dinyatakan sebagai bahan berbahaya

Subandi, Drs. 1988.

Keterandalan metode kromatografi kertas dalam menemukan zat warna berbahaya. Laporan hasil penelitian. Puslit IKIP Malang

Subandi, Drs, Prayitno, Drs,. 1989. *Penelitian tentang pewarna makanan berbahaya yang beredar di Kotamadya Malang. Laporan hasil penelitian. Puslit IKIP Malang*

Subandi, Drs, Prayitno, Drs, Sutardi, Drs,. 1990.

Penelitian tentang zat warna berbahaya dalam saos bakso keliling di Kodya Malang. Laporan hasil penelitian. Puslit IKIP Malang

EKSTRAKSI TERPENOID DARI DAUN MIMBA UNTUK ISI ULANG INSEKTISIDA ELEKTRIK

Musya'idah, S.Pd^a, Ragil Sugeng Dewantoro, S.T^a, Dr. Sumari, M.Si^b

- a. UPT. SMKN 1 Pasuruan
Jl. Veteran No. 11, Pasuruan, Jawa Timur
- b. Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang
Jl. Semarang Nomor 5 Malang, Jawa Timur

Email: musyaidahagus@gmail.com
rs.dewantoro@gmail.com

ABSTRAK: Cairan pembunuh serangga di pasaran membawa dampak sampingan yang membahayakan untuk itu penulis berpikir untuk membuat anti serangga yang terbuat dari alam sehingga diharapkan dampaknya terhadap manusia dan lingkungan dapat diminimalisir. Mimba, adalah tanaman yang tersebar luas di wilayah tropis dan subtropis. tergolong divisio spermatophyta, class dikotyledonae, subclass angiospermae, ordo rutales, famili meliaceae, genus azadirachta, spesies yang hidup di Indonesia adalah: Azadirachta.A. Selama ini yang banyak diekstrak adalah biji mimba sementara biji mimba hanya akan kita temukan setahun sekali, untuk itu peneliti mencoba memanfaatkan daun mimba karena jumlahnya melimpah. Ekstrak mimba banyak digunakan untuk obat tradisional dan pestisida. Tetapi karena kandungan zat aktifnya memungkinkan juga untuk insektisida, maka peneliti bermaksud mengembangkan insektisida berbahan dasar daun mimba dan diaplikasikan untuk isi ulang insektisida elektrik. Ekstrak daun mimba mengandung berbagai macam senyawa diantaranya adalah terpenoid yang dapat berfungsi sebagai insektisida. Prosedur yang peneliti lakukan adalah mengekstraksi daun mimba dengan etanol 35%, kemudian dilakukan identifikasi keberadaan terpenoid dengan menggunakan pereaksi Lieberman Bauchard. Uji efektifitas penggunaannya untuk insektisida kami lakukan dengan mengaplikasikannya pada lalat. Tekniknya, lalat ditangkap kemudian dimasukkan dalam sebuah toples yang tertutup kain kelambu dan diuji ketahanannya terhadap ekstrak mimba, kemudian dibandingkan dengan lalat lain yang tidak diberi ekstrak mimba. Hasilnya ekstrak mimba terbukti mengandung terpenoid terbukti timbul warna merah pada uji dengan pereaksi Lieberman Bauchard dan cukup efektif untuk insektisida karena dapat membunuh 75,43% lalat hidup yang digunakan.

Kata Kunci: *Terpenoid, Daun Mimba, Insektisida Elektrik*

PENDAHULUAN

Mimba merupakan tanaman yang mengundang perhatian para peneliti untuk dikembangkan menjadi pestisida nabati karena mengandung bahan aktif terutama dalam biji dan daunnya. Biji dan daun mimba mengandung beberapa komponen dari produksi metabolit sekunder yang diduga sangat bermanfaat, baik dalam bidang pertanian (pestisida dan pupuk), maupun farmasi (kosmetik dan obat-obatan).

Beberapa peneliti yang sudah meneliti tanaman mimba antara lain: Ardiansyah, Wiryanto dan Edwi Mahajoeno, Jurusan Biologi FMIPA UNS Surakarta membuktikan efektifitas ekstrak daun mimba untuk membunuh siput murbai (dengan tingkat kematian 98,35% pada konsentrasi 27,5%). Andi Dharma Widjaya, mahasiswa UPN Veteran Surabaya dalam penelitiannya menemukan bahwa daun mimba pada konsentrasi 400 g/l yang diujikan pada ulat grayak menunjukkan terjadi kematian

larva spodoptera sp. paling tinggi yaitu 100 persen pada hari ke 7 setelah perlakuan sedangkan ekstrak daun kluwek pada konsentrasi 400 g/l menunjukkan kematian larva 5 ekor (50 %).

Seperti telah kita ketahui, bahwa tanaman merupakan gudang bahan kimia yang kaya akan kandungan berbagai jenis bahan aktif. Di dalam tanaman mungkin terkandung puluhan atau ratusan, bahkan ribuan jenis bahan kimia, sehingga sangat sulit untuk menentukan jenis dan fungsi atau manfaat setiap jenis kandungan bahan aktif tersebut. Dikenal suatu kelompok bahan aktif yang disebut “Produk metabolit sekunder” (*Secondary metabolic products*), dimana fungsinya bagi tumbuhan tersebut dalam proses metabolismenya kurang jelas. Namun kelompok ini dikenal berperan dalam hal berinteraksi atau berkompetisi, termasuk menjadi bahan untuk melindungi diri dari gangguan pesaingnya (Kardinan, 2002).

Terpenoid kadang-kadang dikenal sebagai isoprenoid yaitu suatu golongan besar yang terdiri dari bahankimia organik serupa dengan terpena, yang berasal dari lima unit-unit isoprena karbon yang bergabung dengan cara yang berbeda-beda baik gugus fungsinya maupun kerangkanya. Lipid-lipid ini dapat ditemukan di dalam semua kelas dari makhluk hidup yang sebagian besar merupakan kelompok terpenoid alam. Yang biasanya digunakan untuk jamu tradisional dan dalam penelitian digunakan juga untuk anti bakteri, antineoplastik, dan fungsi-fungsi lain di dunia farmasi. Terpenoid berperan untuk bau harum dari pohon kayu putih, selera-selera dari kayu manis, cengkih-cengkih, dan jahe, dan warna dari bunga-bunga yang kuning. Terpenoid merupakan kelompok metabolit sekunder terbesar. Saat ini hampir dua puluh ribu jenis terpenoid telah teridentifikasi. Kelompok ini merupakan derivat dari asam mevalonat atau prekursor lain yang serupa dan memiliki keragaman struktur yang sangat banyak. Struktur terpenoid merupakan satu unit isopren (C_5H_8) atau gabungan lebih dari satu unit isopren, sehingga pengelompokannya didasarkan pada jumlah unit isopren penyusunnya.

Monoterpenoid umumnya bersifat volatil dan biasanya merupakan penyusun minyak atsiri. Monoterpenoid memberikan aroma yang khas pada tumbuhan. Monoterpenoid dikelompokkan sebagai a). asiklik, contoh: geraniol, b). monosiklik, contoh: limonene dan c). bisiklik, contoh: pinene. Untuk mencegah terjadinya keracunan diri (autotoxicity), tumbuhan membentuk tempat penyimpanan khusus.

Kelompok terbesar dari terpenoid adalah sesquiterpen yang juga merupakan penyusun minyak atsiri. Contoh yang cukup dikenal dari kelompok ini adalah poligodial dan warburganal yang merupakan zat penolak makan berbagai jenis serangga.

Diterpenoid, seperti asam resin (misalnya: asam abietat) dari tumbuhan keluarga pinus-pinusan dan klerodan (misalnya: ajugarin dari tumbuhan *Ajuga remota*) merupakan zat penolak makan bagi serangga.

Triterpenoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang tersebar luas dan beragam. Perwujudan dari senyawa ini dapat berupa resin, kutin maupun semacam gabus. Termasuk ke dalam kelompok

ini adalah limonoid (misalnya: azadirachtin), lantaden, dan cucurbitacin (misalnya: cucurbitacin B). Azadirachtin terkenal sebagai zat penolak makan yang sangat kuat bagi serangga. Demikian juga dengan cucurbitacin. Peneliti tertarik mengekstrak *terpenoid* dari daun mimba untuk isi ulang insektisida elektrik, karena jumlah daun mimba lebih melimpah dibanding bijinya dan prosedurnya sederhana juga aplikasinya relatif mudah dan belum ada yang mengaplikasikannya untuk insektisida elektrik. Selama ini aplikasinya lebih banyak untuk pestisida atau untuk obat alami langsung dan aplikasinya dengan disemprotkan. Peneliti ingin mengangkat bahan alam (daun mimba) untuk diaplikasikan di dunia modern (isi ulang insektisida elektrik). Penguantitatif dan aplikasinya hanya pada lalat belum pada serangga yang lain.

METODE PENELITIAN

Sampel daun mimba yang digunakan untuk penelitian diambil dari tanaman mimba yang tumbuh di sepanjang jalan Pandaan-Bangil, Kabupaten Pasuruan pada tanggal 9 Oktober 2015. Sedangkan lalat yang digunakan untuk uji coba ditangkap dari TPS Pasar Pandaan Kabupaten Pasuruan pada tanggal 13 oktober 2015 dan praktikum dilaksanakan di laboratorium kimia industri dan kimia analisis UPT. SMKN 1 Pasuruan.

PROSEDUR PENELITIAN

1. Uji Kandungan Terpenoid

Peralatan yang digunakan antara lain: gelas kimia, blender, pengaduk kaca, spatula, corong kaca, pipet tetes, corong pisah, penyangga corong, plat tetes, sabit, tempat mengeringkan daun, waskom, hotplate. Sedangkan bahan yang diperlukan antara lain: daun mimba, etanol 70%, aquadest, kloroform, asam asetat glasial, asam sulfat pekat dan kertas saring.

Langkah kerja dalam melakukan uji kandungan terpenoid yaitu: daun mimba dicuci dan dikering anginkan kemudian dihaluskan dengan cara di blender, kemudian ditimbang 12 gram dan diletakkan dalam beaker glass selanjutnya ditambahkan 75 ml etanol 70% lalu distirer diatas hotplate tanpa pemanasan selama 15 menit kemudian dipanaskan selama 15 menit, selanjutnya disaring dalam keadaan panas dan etanol diuapkan sampai kering kemudian ditambahkan kloroform dan air suling (1:1) masing-masing sebanyak 15 ml kemudian dipindahkan dalam corong pisah lalu dikocok dan dibiarkan terbentuk 2 lapisan yaitu lapisan air (atas) dan lapisan kloroform (bawah) diambil lapisan kloroform kemudian ditampung dalam plat tetes lalu ditambahkan pereaksi Lieberman Bauchard (H_2SO_4 p + asam asetat anhidrat) kemudian diamati. Jika timbul warna merah berarti terpenoid, jika warna hijau atau biru berarti steroid.

2. Uji Efektifitas Terpenoid sebagai Insektisida

Peralatan yang digunakan antara lain:toples, kain kelambu, karet, tas kresek, corong kaca, pipet tetes, anti nyamuk elektrik yang sudah kosong dan stop watch. Sedangkan bahan yang diperlukan antara lain: lalat hidup, larutan etanol 35%, aquadest dan ekstrak etanolik daun mimba.

Langkah kerjadalam uji efektifitas terpenoid sebagai insektisida adalah:

lalat ditangkap dalam keadaan hidup menggunakan tas kresek bening, kemudian ditampung dalam toples dan diuji dengan tanpa perlakuan, dengan etanol 35% dan dengan ekstrak etanolik daun mimba yang sudah diaplikasikan untuk isi ulang anti serangga (nyamuk) elektrik kemudian dibandingkan hasilnya.

Hasil

Uji Keberadaan Terpenoid

No	Perlakuan	Hasil
1.	Ekstraksi daun mimba dengan etanol 70%	Campuran berwarna hijau
2.	Disaring dalam keadaan panas	Filtrat berwarna hijau dan residu juga berwarna hijau
3.	Filtrat diuapkan	Endapan berwarna hijau
4.	Endapan ditambah kloroform dan air (1:1) dan dipindahkan ke dalam corong pisah kemudian dikocok dan didiamkan	Terbentuk 2 lapisan: lapisan air dan lapisan kloroform
5.	Diambil lapisan kloroform dan ditetaskan dalam plat tetes	Berwarna hijau
6.	Ditetesi pereaksi Lieberman Baughard	Warna menjadi kemerahan

Uji Efektifitas untuk Insektisida Elektrik

Hasil Percobaan ke-1:

No	Perlakuan	Jumlah Lalat	Setelah 10 menit		Prosentase	
			Hidup	Mati	Hidup	Mati
1	Tanpa Perlakuan	10	10	0	100.00%	0.00%
2	Ethanol 35%	13	8	5	61.54%	38.46%
3	Ekstrak mimba	14	3	11	21.43%	78.57%

Hasil Percobaan ke-2:

No	Perlakuan	Jumlah Lalat	Setelah 10 menit		Prosentase	
			Hidup	Mati	Hidup	Mati
1	Tanpa Perlakuan	11	11	0	100.00%	0.00%
2	Ethanol 35%	15	10	5	66.67%	33.33%
3	Ekstrak mimba	16	4	12	25.00%	75.00%

Hasil Percobaan ke-3:

No	Perlakuan	Jumlah Lalat	Setelah 10 menit		Prosentase	
			Hidup	Mati	Hidup	Mati
1	Tanpa Perlakuan	10	10	0	100.00%	0.00%
2	Ethanol 35%	12	9	3	75.00%	25.00%
3	Ekstrak mimba	11	3	8	27.27%	72.73%

Hasil rata – rata perbandingan

NNo	Perlakuan	Setelah 10 menit	
		Hidup	Mati
1	Tanpa Perlakuan	100.00%	0.00%
2	Ethanol 70%	67.74%	32.26%
3	Ekstrak mimba	24.57%	75.43%

Pembahasan

Uji Kandungan Terpenoid dalam Ekstrak Etanolik Daun Mimba

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan etanol untuk mengekstrak terpenoid dalam daun mimba karena kelarutan terpenoid dalam daun mimba cukup bagus, kemudian etanolnya diuapkan, selanjutnya ditambahkan campuran air dan kloroform dan terbentuk 2 lapisan. Lapisan yang diambil adalah lapisan kloroform yaitu lapisan yang bawah karena densitas kloroform lebih besar dari air. Densitas kloroform $1,49 \text{ g/cm}^3$ sementara densitas air 1 g/cm^3 . Pereaksi yang digunakan adalah pereaksi Lieberman Bauchard yang merupakan campuran antara asam sulfat pekat dan asam asetat glasial (asam asetat anhidrat) sehingga dapat menyerap sisa air yang mungkin terbawa dan memberi suasana asam, Dalam uji terpenoid ini menunjukkan warna kemerahan artinya daun mimba yang peneliti teliti positif mengandung terpenoid. Akan tetapi warna merah yang timbul tidak terlalu mencolok mungkin karena masih banyak senyawa pengganggu yang lain, misalnya di pinggir plat tetes ternyata timbul warna kebiruan itu artinya dalam sampel yang diuji juga mengandung steroid.

Uji Efektifitas Ekstrak Etanolik Daun Mimba sebagai Insektisida

Lalat hidup yang diuji tanpa perlakuan adalah dengan maksud untuk membuktikan bahwa lalat mampu bertahan hidup ketika diletakkan di dalam toples, hasil yang menunjukkan bahwa lalat yang hidup dalam toples setelah 10 menit tanpa perlakuan adalah 100%, hal ini nantinya akan menunjukkan apabila ada lalat yang mati akibat perlakuan dengan menggunakan larutan ethanol 35% atau dengan perlakuan menggunakan ekstrak etanolik mimba, maka lalat tersebut mati akibat bahan bahan tersebut. Hasil percobaan dan perhitungan didapatkan rata –rata lalat yang mati setelah perlakuan dengan larutan ethanol 35% adalah 32,26% dari total lalat hidup yang digunakan pada perlakuan ini, hal ini menunjukkan bahwa uap etanol yang dihasilkan juga memiliki efek insektisida terhadap lalat, hal ini disebabkan karena etanol yang terhirup oleh lalat akan masuk dan bercampur dengan cairan di dalam tubuh lalat, etanol akan mengakibatkan kerusakan sistem syaraf pada lalat. Sedangkan pada perlakuan dengan menggunakan ekstrak etanolik mimba, dimana ekstrak mimba ini juga menggunakan ethanol 35% sebagai pelarut, didapatkan rata-rata lalat yang mati setelah perlakuan adalah 75,43%.

Adanya perbedaan hasil yang signifikan dalam uji terhadap lalat membuktikan bahwa ekstrak daun mimba memiliki efek insektisida yang cukup tinggi hal ini telah sesuai dengan penelitian uji kandungan terpenoid yang menunjukkan bahwa daun mimba mengandung senyawa terpenoid. Dalam penelitian ini mimba di ekstrak dengan etanol hal ini disebabkan oleh dua hal, pertama

adalah supaya ekstrak yang dalam hal ini adalah terpenoid dapat terambil lebih banyak, yang kedua adalah karena tujuan dari percobaan ini untuk isi ulang elektrik maka diperlukan pelarut yang juga mudah menguap. Ekstrak etanolik daun mimba yang dipanaskan dengan menggunakan alat insektisida elektrik akan menghasilkan uap etanol dan uap ekstrak daun mimba yang mengandung terpenoid campuran kedua bahan ini akan sangat efektif membunuh lalat.

Lalat merupakan ordo diptera yang termasuk dalam klasifikasi serangga (insecta) pengganggu yang menyebarkan penyakit dan menyebabkan gangguan kesehatan bagi manusia dengan spesies yang sangat banyak. Karena itu insektisida alami yang tidak mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia sangat diperlukan, dan penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak etanolik daun mimba dapat digunakan sebagai isi ulang insektisida elektrik.

Akan tetapi dalam penelitian ini masih terdapat kelemahan diantaranya adalah : lalat hidup yang digunakan tidak dari spesies, umur dan ukuran yang sama, hal ini dikarenakan keterbatasan peneliti untuk menangkap lalat dengan spesies, umur dan ukuran yang sama, jumlah lalat awal yang diuji juga berbeda karena keterbatasan peneliti mengeluarkan kelebihan lalat atau menambahkan kekurangan jumlah lalat.

Kesimpulan

1. Ekstrak etanolik daun mimba mengandung terpenoid karena menghasilkan warna merah pada uji dengan pereaksi Lieberman Baughard, golongan metabolit sekunder yang berfungsi sebagai penolak insektisida
2. Ekstrak etanolik daun mimba efektif untuk digunakan sebagai isi ulang insektisida elektrik dengan tingkat kematian pada uji terhadap lalat sebesar 75,43% pada periode uji 10 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, dkk. 2001. Toksisitas Ekstrak Daun Mimba pada Anakan Siput Murbei. Surakarta: Universitas Negeri Surakarta
- Djarmiko, Muhamad , dkk, Uji Aktivitas Repellent Fraksi N-Heksan Ekstrak Etanolik Daun Mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) Terhadap Nyamuk *Aedes Aegypti*, Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Handayani ,Nestri , Identifikasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Fraksi Teraktif Daun Mimba (*Azadirachta Indica* A. Juss) Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret, Surakarta,
- IW.G Gunawan, dkk. 2008. *Isolasi dan Identifikasi Senyawa Terpenoid yang Aktif Antibakteri pada Herba Meniran (Phyllanthus niruri Linn)*. ISSN 1907-9850
- Oesman, Y., dan Rukmana R., 2002, *Nimba Tanaman Penghasil Pestisida Alami* , Kanisius, Yogyakarta
- Wahyuni, Yuyun ,Studi Aktivitas Antioksidan Pada Sari Jeruk Siam, Fakultas Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan Institut Agama Islam Negeri Walisongo Semarang
- Wijaya, Dharma Andy. 2013. Uji Ekstrak Daun Mimba dan Ekstrak Daun Kluwek terhadap Kematian Ulat Grayak. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional Veteran.

UJI KUALITATIF KANDUNGAN FLAVONOID DAN VITAMIN C PADA DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) DAN APLIKASINYA SEBAGAI PERMEN JELLY

Billy A. Kalay, Nuryana Wahyuning Sari*, Ririn Andini, Urwatil Wutqo Amry, Sumari

Jurusan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

* nuryanawahyuningsari@gmail.com

ABSTRAK: Antioksidan mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan senyawa oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif seperti diabetes, kanker, inflamasi jaringan, kelainan imunitas, infark jantung dan penuaan dini. Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal bebas berlebih, maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen. Antioksidan yang banyak ditemukan pada bahan pangan, antara lain vitamin E, vitamin C, flavonoid dan karotenoid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil uji kualitatif flavonoid dan vitamin C dari daun kelor (*Moringa oleifera*) serta mengetahui pembuatan permen jelly daun kelor (*Moringa oleifera*). Adapun metodologi yang digunakan ialah pada uji flavonoid menggunakan pita Mg dan HCl pekat, sedangkan menggunakan vitamin C membutuhkan benedict dan penangas. Berdasarkan hasil penelitian pada uji flavonoid dihasilkan endapan kuning setelah perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa daun kelor baik digunakan untuk melindungi tubuh dari kanker. Pada uji vitamin C dihasilkan endapan merah bata yang menunjukkan daun kelor mengandung vitamin C dan baik bagi antioksidan.

Kata Kunci : Antioksidan, daun kelor (*Moringa oleifera*)

ABSTRACT: Antioxidants can protect the body against damage caused by reactive oxygen species, capable of inhibiting the occurrence of degenerative diseases such as diabetes, cancer, tissue inflammation, immune disorders, cardiac infarction and premature aging. The human body has no reserves of antioxidants in excessive amounts, so if there is excessive exposure to free radicals, the body requires exogenous antioxidants. Antioxidants are found in many foodstuffs, such as vitamin E, vitamin C, flavonoids and carotenoids. This study aims to determine the qualitative test results flavonoids and vitamin C from leaves of moringa (*Moringa oleifera*) and jelly confectionery knowing Moringa leaves (*Moringa oleifera*). The methodology was used to test the flavonoids used Mg ribbon and concentrated HCl, while the use of vitamin C required benedict and bath. Based on the results of research on flavonoids test resulted the yellow precipitate after treatment, this suggests that Moringa leaves were used to protect body from cancer diseases. In the test of vitamin C red precipitate which indicates Moringa leaves contain vitamin C and good for antioxidants.

Key Word: Antioxidants, Moringa Leaves (*Moringa oleifera*)

PENDAHULUAN

Pola hidup masyarakat yang mulai bergeser dari pola hidup tradisional menuju pola hidup serba praktis/instan dapat memicu terbentuknya radikal bebas. Radikal bebas adalah salah satu bentuk senyawa oksigen reaktif yang secara umum diketahui sebagai senyawa yang memiliki elektron yang tidak berpasangan. Radikal bebas merupakan mediator beberapa penyakit [1]. Oleh sebab itu, tubuh kita memerlukan suatu substansi penting, yakni antioksidan yang mampu memerangi tubuh dari serangan radikal bebas dan meredam dampak negatifnya [2]. Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal bebas berlebih, maka tubuh membutuhkan antioksidan eksogen [3]&[4]. Antioksidan dapat

diklasifikasikan menjadi antioksidan sintetik dan antioksidan alami. Antioksidan alami diperoleh dari hasil ekstraksi bahan alami seperti tumbuh-tumbuhan, salah satu diantaranya adalah dari tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*).

Tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*) mampu hidup di berbagai jenis tanah, tidak memerlukan perawatan yang intensif, tahan terhadap musim kemarau, dan mudah dikembangbiakkan [5]. Tumbuhan kelor memiliki julukan "*The Miracle Tree*" karena semua bagian dari pohonnya memiliki manfaat yang luar biasa. Tidak hanya itu, kelor juga mengandung lebih dari 40 senyawa antioksidan. Daun kelor adalah bagian yang paling banyak mengandung manfaat [6]. Namun, pemanfaatan daun kelor di Indonesia belum maksimal [7].

Oleh sebab itu, perlunya untuk dilakukan pengujian guna memastikan dan menginformasikan kembali kandungan dari daun kelor dengan uji kualitatif terhadap senyawa-senyawa antioksidan didalamnya, dimana dua jenis senyawa yang akan diuji dalam penelitian ini adalah kandungan flavonoid dan vitamin C. Serta peningkatan daya jual kelor sebagai makanan ringan yang menyehatkan yaitu dalam bentuk permen jelly.

METODE PENELITIAN

Bahan

Sampel yang digunakan pada penelitian yaitu daun kelor yang diperoleh dari daerah Dieng Malang. Bahan kimia yang digunakan yaitu Etanol 500 mL, HCl 10 tetes, benedict 4 mL, serbuk Mg 0,5 g.

Peralatan

Peralatan yang digunakan yaitu blender kering, gelas kimia 500 mL 2 buah, gelas kimia 250 mL 3 buah, gelas kur 10 mL, gelas arloji, magnetik stirer, penjepit kayu, tabung reaksi, corong, cawan porselin, spatula, dan pipet tetes.

Prosedur

Tahap Persiapan Sampel Daun Kelor

Daun kelor dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan air yang mengalir sampai benar-benar bersih. Kemudian daun dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dalam suhu kamar sampai benar-benar kering. Setelah kering daun kelor dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan blender kering, sehingga di dapatkan sampel yang benar-benar halus.

Proses Ekstraksi Daun Kelor

Sebanyak 50 gram sampel dimaserasi dengan pelarut etanol 300 mL, diaduk dengan pengaduk magnetik stirer selama 30 menit, selanjutnya dibiarkan selama 24 jam pada suhu ruang. Kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring dan dipisahkan dari pelarut dengan evaporator, hingga

diperoleh ekstrak kental.

Uji Flavonoid

Sampel sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5 tetes etanol, selanjutnya dikocok. Kemudian ditambahkan serbuk Mg sedikit dan 5 tetes HCl pekat. Adanya flavonoid ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi warna merah, kuning atau jingga.

Uji Vitamin C

Sampel 5 tetes dimasukkan ke dalam tabung reaksi, selanjutnya ditambahkan 2 mL pereaksi benedict, kemudian dipanaskan selama 5 menit. Hasil positif jika terjadi endapan berwarna merah bata

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi merupakan proses pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu campuran homogen menggunakan pelarut cair (solven) sebagai separating agent. Prinsip ekstraksi yang umum digunakan adalah prinsip atau metode maserasi yang lebih praktis dan tidak terlalu banyak menggunakan alat. Metode ini menggunakan tiga macam pelarut berdasarkan tingkat kepolarannya, yaitu kloroform (non polar), etil asetat (semi polar) dan etanol (polar)[8]. Metode ekstraksi yang digunakan tergantung dari beberapa faktor, antara lain tujuan ekstraksi, skala ekstraksi, sifat komponen-komponen dan sifat pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat melarutkan zat yang diinginkan, mempunyai titik didih yang rendah, murah dan mudah didapat, tidak toksik dan tidak mudah terbakar [9].

Hasil ekstraksi yang diperoleh saat praktikum adalah rendemen ekstraksi dari sampel (daun kelor) sebanyak 50 gram dan 300 mL etanol. Setelah dimaserasi selama 24 jam hasil maserasi disaring dan dievaporasi untuk mendapat sampel ekstrak kental. Kemudian dilakukan pengujian kandungan flavonoid dan vitamin C dari ekstrak kental yang dihasilkan. Flavonoid merupakan senyawa pereduksi yang baik, menghambat banyak reaksi oksidasi, baik secara enzim maupun nonenzim. Flavonoid bertindak sebagai penampung yang baik radikal hidroksida dan superoksida dengan demikian melindungi lipid membran terhadap reaksi yang merusak. Hasil analisis menunjukkan bahwa daun kelor positif mengandung senyawa flavonoid. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna menjadi kuning setelah ditambahkan pereaksi serbuk Mg, dan HCl.

Pada uji vitamin C yang dilakukan, digunakan reagent Benedict sebagai pereaksi. Pemberian reagent bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya gula pereduksi pada daun kelor. Jika hasil reaksinya berupa endapan merah bata setelah dipanaskan pada penangas, maka sampel tersebut positif mengandung vitamin C. Adanya endapan merah bata menunjukkan bahwa gula pereduksi dalam kelor memiliki elektron untuk diberikan, tembaga (salah satu kandungan di reagen benedict) akan menerima elektron tersebut dan mengalami reduksi sehingga terjadilah perubahan warna.

Selama proses ini Cu^{2+} tereduksi menjadi Cu^+ . Ketika Cu mengalami reduksi, gula pereduksi memberikan salah satu elektronnya dan dioksidasi. Pada uji vitamin C yang dilakukan dihasilkan endapan merah bata yang menunjukkan bahwa daun kelor (*Moringa oleifera*) mengandung vitamin C yang merupakan salah satu senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan.

Mutu organoleptik adalah sifat produk atau komoditas pangan yang hanya dikenali atau diukur dengan proses penginderaan yaitu penglihatan dengan mata, pembauan dengan hidung, pencicipan dengan rongga mulut, rabaan dengan ujung jari tangan dan pendengaran dengan telinga [10]. Pada penelitian ini uji mutu organoleptik yang dilakukan meliputi penglihatan dengan mata, pembauan dengan hidung, pencicipan dengan rongga mulut, rabaan dengan ujung jari tangan.



(a) (b)
Gambar 1. (a) Hasil uji flavonoid dan (b) Hasil uji vitamin C

Tabel 1. Hasil Uji Organoleptik Permen Jelly

Uji Organoleptik	Keterangan
penglihatan dengan mata	Pengemasan permen jelly kurang menarik
pembauan dengan hidung	Bau kelor tidak terlalu dominan
pencicipan dengan rongga mulut	Memberikan rasa kelor yang berbeda
rabaan dengan ujung jari tangan	Tekstur jelly lebih kasar

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil uji Flavonoid daun kelor (*Moringa oleifera*) menunjukkan hasil positif sehingga dapat digunakan sebagai sumber antioksidan, hasil uji vitamin C daun kelor (*Moringa oleifera*) menunjukkan hasil positif sehingga dapat digunakan sebagai sumber antioksidan dan berdasarkan hasil uji penerimaan permen jelly daun kelor (*Moringa oleifera*) diperoleh hasil yang cukup memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

- Li, P., Huo, L., Lu, R., Deng, C., Liu, L., Deng, Y., Guo, N., Lu, C., He, C. 2011. Free Radical Scavenging Capacity, Antioxidant Activity and Phenolic Content of *Pouzolzia zeylanica*, College of Pharmacy. *J. Serb. Chem. Soc.*, 76 (5) 709-717.
- Winarsi, Hery., et al. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas: Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. kanisius, Yogyakarta, Indonesia. Halaman 11, 17-18, 20, 77-111, 122, 211-218.
- Rohdiana, D. 2001. Aktivitas Daya Tangkap Radikal Polifenol dalam Daun Teh. *Majalah Jurnal*

Indonesia, 12(1), 53-58.

Sunarni, T. 2005. Aktivitas Antioksidan Penangkap Radikal Bebas Beberapa Kecambah dari Biji Tanaman Familia Papilionaceae. *Jurnal Farmasi Indonesia* (2), 53-61.

Simbolan, J. M., Simbolan, N. Dan Katharina, N. 2007. *Cegah Malnutrisi dengan Kelor*. Yogyakarta: kanisius.

Krisnadi, A. D. 2015. *Kelor Super Nutrisi*. Kunduran Blora: LSM-MEPELING.

Mutiara, K. T. 2011. *Uji Efek Pelancar ASI Tepung Daun Kelor (Moringa oleifera (Lamk)) pada Tikus Putih Galur Wistar* [Disertasi]. Malang: Universitas Brawijaya.

Nurjanah, Azka, A.dam Abdullah, A. 2012. Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif dan semanggi air (*Marsilea creanata*). *Journal Inovasi dan Kewirausahaan*. 1 (3): 152-158.

Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Cetakan Pertama. Jakarta : UI-Press.

Yulianti, R. 2008. *Pembuatan Minuman Jelly Daun Kelor (Moringa oleifera) Sebagai Sumber Vitamin C dan B-Karoten*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

STUDI KANDUNGAN VITAMIN C DAN FLAVONOID PADA BAWANG PUTIH UMBI TUNGGAL DAN BAWANG PUTIH UMBI BANYAK

Mawaddah Muhlis*, Qory Laila Rusda, Wulan Ratia Ratulangi, Sumari

Pascasarjana Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang 5, Malang, Jawa Timur

mawaddah0214@gmail.com

ABSTRAK: Bawang putih (*Allium sativum*) merupakan salah satu jenis tanaman yang telah dimanfaatkan untuk pengobatan sejak ribuan tahun yang lalu. Banyak artikel yang menunjukkan berbagai pengaruh farmakologis dari bawang putih, termasuk sebagai antioksidan. Terdapat dua jenis bawang putih, yaitu bawang putih umbi tunggal dan umbi banyak. Bawang putih umbi tunggal lebih sering digunakan dalam pengobatan tradisional dibandingkan dengan bawang putih umbi banyak yang lebih sering digunakan sebagai bumbu masak. Namun, masih sedikit penelitian yang menguji kandungan dari bawang putih umbi tunggal. Penelitian ini bertujuan menguji keberadaan kandungan vitamin C dan kandungan flavonoid sebagai sumber antioksidan dalam bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak. Adapun metode untuk uji kualitatif vitamin C digunakan pereaksi benedict, sedangkan uji kualitatif flavonoid digunakan etanol, serbuk Mg dan HCl pekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bawang putih umbi tunggal dan umbi banyak positif mengandung vitamin C ditandai dengan dihasilkannya endapan berwarna kuning setelah dilakukan pengujian dengan benedict. Hasil uji flavonoid menunjukkan bahwa bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak menunjukkan hasil yang positif mengandung flavonoid ditandai dengan dihasilkannya buih dan larutan berwarna kuning keruh untuk bawang putih umbi tunggal dan kuning kecoklatan untuk bawang putih umbi banyak.

Kata kunci: Bawang putih umbi banyak, bawang putih umbi tunggal, vitamin C, flavonoid

ABSTRACT: Garlic is one of plant that can be used for treatment since thousands of years ago. Many articles provided pharmacology effect in garlic, including antioxidant. There are two varieties of garlic, they are single clove garlic and multi clove garlic. Single clove garlic has been popular to be used in traditional medical treatment than multi clove garlic that often used as seasoning. Study about solo garlic chemical composition is limited. So the goal of this study was to examine vitamin C and flavonoid as antioxidant substance in both single and multi clove garlic. Benedict reagent was used to test vitamin C qualitatively. Ethanol, Mg powder, and concentrated HCl was used to test flavonoid. Yellow precipitate in single and multi clove garlic after tested by benedict reagent showed the positive result of vitamin C occurrence in both varieties of garlic. For the flavonoid test, solo clove garlic gave yellow turbid color and multi clove garlic gave brownish yellow color and also produce foam that indicated both of them contain flavonoid.

Keyword: single clove garlic, multi clove garlic, vitamin C, flavonoid

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum*) merupakan salah satu jenis tanaman yang telah dimanfaatkan untuk pengobatan sejak ribuan tahun yang lalu. Banyak hasil penelitian yang menunjukkan berbagai pengaruh farmakologis dari bawang putih, misalnya sebagai anti bakteri, anti jamur, hipolipidemik, hiperglikemik, anti hipertensi dan anti kanker. Efek perlindungan yang dihasilkan oleh bawang putih berkaitan erat dengan sifat antioksidannya [1].

Bawang putih memiliki tiga senyawa utama yang berperan sebagai antioksidan, yaitu dialil

sulfida, dialil disulfida, dan dialil trisulfida yang sering disebut sebagai senyawa organosulfur. Selain itu, bawang putih juga mengandung senyawa nonsulfur yang bermanfaat bagi kesehatan. Senyawa tersebut diantaranya yaitu vitamin, asam lemak, glikolipid, fosfolipid, asam amino esensial, fenolat, dan flavonoid. Sebagian besar dari senyawa-senyawa tersebut juga menunjukkan sifat antioksidan [2]. Hasil penelitian Bhandari menyebutkan bahwa pada bawang putih terdapat senyawa flavonoid yang memberikan aktivitas antioksidan tertinggi, disusul dengan total fenol, vitamin C, serta alilin [2]. Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat menunda, mencegah ataupun menghambat oksidasi lipid atau molekul lainnya dengan cara menghambat proses inisiasi dan propagasi dalam rantai reaksi oksidatif. Karakter utama senyawa antioksidan adalah kemampuannya dalam menangkap radikal bebas [3]. Adanya elektron tidak berpasangan pada radikal bebas menyebabkan senyawa tersebut sangat reaktif mencari pasangan dengan cara menyerang dan mengikat elektron yang berada di sekitarnya sehingga dapat memicu timbulnya penyakit

Terdapat dua jenis umbi bawang putih, yaitu bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak. Bawang putih umbi tunggal lebih sering digunakan dalam pengobatan tradisional sedangkan bawang putih umbi banyak lebih sering digunakan sebagai bumbu masak [3]. Bawang putih umbi tunggal atau bawang lanang merupakan umbi yang bermodifikasi karena lingkungan penanaman yang tidak cocok atau disebut sebagai kultivar. Akibatnya, bawang ini tak berkembang dengan baik dan hanya memiliki satu buah siung [4].

Di dalam bawang umbi tunggal, terkandung berbagai senyawa bermanfaat bagi kesehatan. Senyawa-senyawa tersebut antara lain kalori, lemak, protein, sulfur, fosfor, karbohidrat, serta Fe. Bawang putih umbi tunggal juga mengandung beberapa vitamin, yaitu vitamin A, B, vitamin C, dan E. Dengan kandungan tersebut, bawang putih umbi tunggal tentunya memiliki khasiat tinggi bagi kesehatan [5]. Sudah umum diketahui bahwa bawang putih mampu berfungsi sebagai antioksidan. Hal ini juga berlaku pada bawang putih umbi tunggal dalam membantu tubuh menangkal radikal bebas [5]. Namun, harga bawang putih umbi tunggal sangat tidak ekonomis. Bawang putih umbi tunggal dijual Rp 100.000,00 per kilo gramnya. Hal ini sangat berbeda dengan bawang putih umbi banyak yang dijual murah di pasar. Oleh karena itu, butuh kajian lebih lanjut mengenai kandungan dan efektivitas bawang putih umbi tunggal sebagai obat-obatan tradisional.

Flavonoid merupakan senyawa polifenolik yang disintesis oleh tumbuhan. Senyawa ini banyak terdapat pada buah dan sayur. Flavonoid memiliki kemampuan untuk menangkal senyawa-senyawa yang bersifat radikal sehingga dapat melindungi sel-sel tubuh dari kerusakan [6-7]. Flavonoid memiliki beberapa turunan senyawa, yaitu antocyanidin, flavanol, flavanon, flavonol, flavon, dan isoflavon [6]. Flavanol merupakan senyawa yang paling banyak terdapat pada tumbuhan-tumbuhan. Flavonoid merupakan senyawa yang bersifat polar sehingga dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut polar.

Vitamin C (asam askorbat) merupakan salah satu vitamin penting yang larut dalam air. Sebagian besar tumbuhan dan hewan mensintesis asam askorbat untuk kebutuhannya. Akan tetapi, manusia tidak dapat mensintesis asam askorbat sendiri karena kurangnya enzim gulonolacton oksidase[8]. Oleh karena itu, vitamin C dikonsumsi dari asupan buah-buahan dan sayuran. Vitamin C memiliki banyak manfaat, diantaranya yaitu berfungsi sebagai antioksidan, anti-atherogenik, anti-karsinogenik, immunomodulator, dan mencegah terjangkitnya penyakit flu [8-9].

Penelitian mengenai bawang putih umbi tunggal masih jarang dilakukan. Berdasarkan uraian di atas, maka dibuatlah suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kandungan senyawa sumber antioksidan (flavonoid dan vitamin C) dalam bawang putih umbi banyak dan bawang putih umbi tunggal.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu bawang putih umbi banyak, bawang putih umbi tunggal (lanang), etanol, serbuk Mg, HCl pekat, dan pereaksi benedict.

Peralatan

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain sebagai berikut: neraca analitik, gelas ukur 10 mL, tabung reaksi, *vaccum pump*, *rotary evaporator*, corong Buchner, pipet tetes, gelas kimia 250 mL, gelas kimia 500 mL, *magnetic stirrer*, *hot plate*, penjepit kayu, blender, aluminium foil, batang pengaduk, dan rak tabung reaksi.

Prosedur Percobaan

Preparasi sampel

Sampel penelitian berupa bawang putih umbi banyak dan bawang putih umbi tunggal (lanang) dikupas dan dicuci, kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 7 hari. Setelah kering sampel dihaluskan sampai berbentuk serbuk, dan ditimbang masing-masing sebanyak 50 gram.

Ekstraksi sampel

Sampel kering kemudian diekstraksi dengan cara maserasi. Masing-masing sampel kemudian dipindahkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan etanol teknis dengan perbandingan massa bawang putih : volume etanol sebesar 1:5. Campuran kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk dan *magnetic stirrer*. Setelah pengadukan selesai sampel ditutup menggunakan aluminium foil. Sampel didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk campuran etanol-bawang putih. Campuran etanol-bawang putih disaring dengan menggunakan seperangkat penyaring Buchner

hingga dihasilkan ampas dan filtratnya. Filtrat hasil ekstraksi kemudian dievaporasi (pada suhu 40⁰ C) sehingga diperoleh ekstrak etanol pekat.

Uji kualitatif flavonoid

Ekstrak pekat sampel diidentifikasi senyawa flavonoidnya menggunakan pereaksi HCl pekat dan serbuk Mg, ditambahkan 5 tetes etanol, kemudian campurandikocok hingga homogen. Setelah itu, pada campuran ekstrak-etanol ditambahkan serbuk Mg dan 5 tetes HCl pekat lalu diamati perubahan warna yang terjadi.

Uji kualitatif vitamin C

Uji kualitatif vitamin C dilakukan dengan menggunakan metode uji benedict. Sebanyak lima tetes ekstrak pekat sampel bawang putih dimasukkan dalam tabung reaksi, ditambahkan dengan 2mL pereaksi benedict, dipanaskan dalam penangas air mendidih selama 2 menit kemudian diamati perubahan warna yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

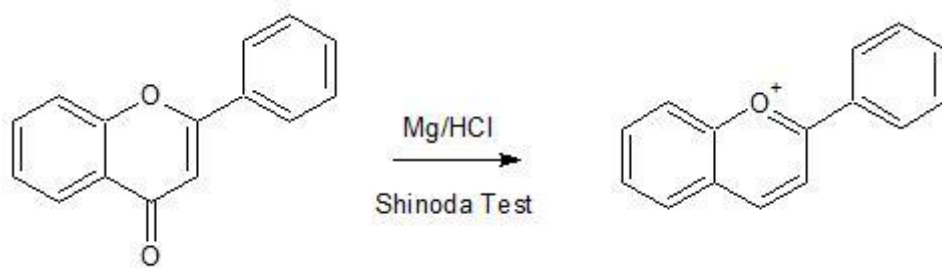
Bawang putih memiliki tiga senyawa utama yang berperan sebagai antioksidan, yaitu dialil sulfida, dialil disulfida, dan dialil trisulfida. Selain senyawa organosulfur, bawang putih juga mengandung senyawa nonsulfur. Senyawa-senyawa ini memiliki khasiat bagi kesehatan. Senyawa tersebut di antaranya yaitu vitamin, asam lemak, glikolipid, fosfolipid, asam amino esensial, fenolat, dan flavonoid. Sebagian besar dari senyawa-senyawa tersebut juga menunjukkan sifat antioksidan [2]. Hasil penelitian Bhandari menyebutkan bahwa pada bawang putih senyawa flavonoid memberikan aktivitas antioksidan tertinggi, disusul dengan total fenol, vitamin C, serta alilin [2].

Cara yang dapat digunakan untuk memisahkan senyawa organik yang terdapat pada bawang putih adalah melalui ekstraksi. Ekstraksi dapat dibagi menjadi ekstraksi basah dan ekstraksi kering. Maserasi merupakan jenis ekstraksi basah yang seringkali digunakan untuk memisahkan senyawa organik dari sampel. Hasil penelitian Puspitasari menunjukkan bahwa hasil ekstraksi menggunakan maserasi menghasilkan rendemen yang lebih banyak dibandingkan ekstraksi yang menggunakan metode refluks [10]. Selain itu, Sultana menjelaskan bahwa metode ekstraksi refluks dapat menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan pada flavonoid [11]. Oleh karena itu, maserasi merupakan metode ekstraksi yang cocok digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang berasal dari tanaman, khususnya yang mengandung flavonoid. Maserasi dilakukan pada suhu ruangan. Pengadukan dilakukan secara konstan pada saat preparasi bertujuan untuk mempercepat proses ekstraksi [12]. Pada proses ekstraksi, digunakan pelarut polar karena senyawa yang akan diekstrak, yaitu flavonoid dan vitamin C, merupakan senyawa yang bersifat polar. Metanol dan etanol

merupakan pelarut yang sering digunakan untuk mengekstrak senyawa antioksidan pada tanaman[11].

Hasil Uji Flavonoid

Terdapat berbagai macam cara untuk mengidentifikasi flavonoid, salah satu cara yang paling sederhana untuk dilakukan adalah dengan menggunakan tes Shinoda. Harborne dalam Nafisah menjelaskan bahwates Shinoda pada flavonoid dapat dilakukan dengan menggunakan etanol, serbuk Mg, dan HCl pekat. Jika sampel positif mengandung flavonoid, maka larutan akan berubah warna menjadi kuning, orange, atau merah[13]. Berikut ini merupakan gambar mekanisme tes Shinoda:



Struktur Umum Flavanoid

Garam Flavilium

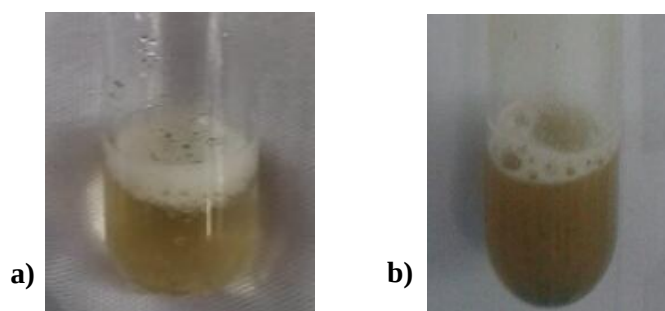
Gambar 1 Mekanisme Reaksi Tes Shinoda pada flavonoid

Berdasarkan hasil uji tes Shinoda pada bawang putih umbi tunggal dan umbi banyak, diperoleh data pada tabel berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Flavonoid dan Vitamin C pada Ekstrak Bawang Putih Umbi Tunggal dan Bawang Putih Umbi Banyak dalam Pelarut Etanol.

Jenis Bawang Putih	Uji Vitamin C	Uji Flavonoid
Bawang putih umbi banyak	+	+
Bawang putih umbi tunggal	+	+

Hasil perubahan warna ekstrak bawang putih umbi tunggal yang semula berwarna coklat tua menjadi kuning keruh setelah dilakukan tes Shinoda. Ekstrak bawang putih umbi banyak yang semula berwarna kuning tua berubah menjadi berwarna kuning kecoklatan. Berikut ini merupakan gambar perubahan warna larutan hasil tes Shinoda pada bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak.



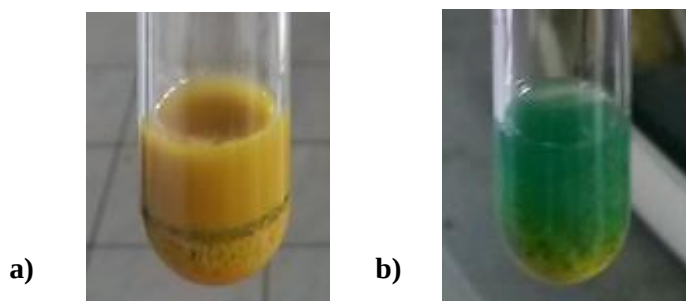
Gambar 2 Hasil Uji Flavonoid dengan Pereaksi HCl Pekat dan Serbuk Mg; a) Bawang Putih Lanang b) Bawang Putih Umbi Banyak

Gambar di atas menunjukkan hasil uji flavonoid pada ekstrak bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak. Hasil positif dari pereaksi ini ditunjukkan dengan terbentuknya buih dan perubahan warna larutan menjadi kekuningan. Hal ini sesuai dengan teori pada uji flavonoid berdasarkan Shinoda test bahwa warna kuning, orange, dan merah menandakan adanya flavonoid[13].

Etanol berfungsi sebagai pembebas flavonoid dari bentuk garamnya kemudian ditambahkan asam pekat dan serbuk Mg yang berfungsi untuk memprotonasi flavonoid sehingga terbentuk garam flavonoid. Garam flavilum merupakan garam berwarna yang terbentuk karena reaksi flavonol terhadap asam mineral.

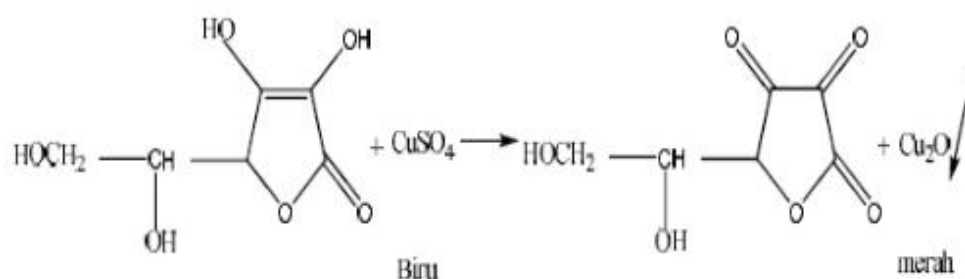
Bawang putih merupakan tanaman yang berfungsi sebagai penghambat mutagenesis, modulasi aktivitas enzim, penghambat adisi DNA, serta berkontribusi pada aktivitas antikanker. Hal ini disebabkan oleh kandungan organosulfur yang terdapat pada bawang putih[14]. Bawang putih dengan berat 3-6 gram mengandung 1 gram karbohidrat, 0,2 gram protein, 0,05 gram serat, 0,01 gram lemak dan vitamin A, B, B1, B3, dan vitamin C. Penelitian mengenai uji aktivitas antioksidan bawang putih menunjukkan adanya korelasi positif antara total flavonoid, total fenol, dan vitamin C[2].

Hasil Uji Kualitatif Vitamin C



Gambar 3 Hasil Uji Vitamin C dengan Pereaksi Benedict: a) Bawang Putih Umbi Banyak, dan b) Bawang Putih Umbi Tunggal.

Hasil pengujian vitamin C secara kualitatif pada ekstrak bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak dengan menggunakan benedict menghasilkan larutan berwarna hijau kekuningan dengan endapan merah bata yang menandakan bahwa pada senyawa tersebut positif mengandung vitamin C. Asam askorbat mereduksi pereaksi benedict menghasilkan endapan Cu_2O yang berwarna merah bata. Benedict merupakan larutan yang mengandung kuprisulfat, natrium karbonat, dan natrium sitrat. Adanya natrium karbonat dan natrium sitrat membuat pereaksi benedict bersifat asam lemah. Pemanasan bertujuan untuk mengubah kuprioksida yang berwarna hitam menjadi kuprioksida berwarna merah bata. Pemanasan membuat reaksi akan berjalan lebih cepat karena energi aktivasi yang digunakan hanya sedikit. Vitamin C merupakan reduktor kuat yang mampu mereduksi ion Cu^{2+} dari pereaksi benedict menjadi ion Cu^+ dengan membentuk endapan Cu_2O yang berwarna hijau kekuningan hingga merah bata. Pada gambar diatas endapan yang dihasilkan berwarna kuning. Hal ini menandakan adanya kandungan vitamin C pada sampel. Berikut ini merupakan reaksi dari asam askorbat dengan vitamin C:



Gambar 4 Reaksi Asam Askorbat dengan Benedict

Penelitian-penelitian terdahulu hanya ditujukan pada bawang putih umbi banyak. Sangat jarang penelitian yang meneliti tentang kandungan pada bawang putih umbi tunggal yang diyakini memberikan khasiat lebih besar daripada umbi banyak. Pada penelitian ini diketahui bahwa baik bawang putih umbi tunggal maupun bawang putih umbi banyak positif mengandung flavonoid dan vitamin C yang merupakan senyawa yang berfungsi sebagai penangkal radikal bebas. Perlu adanya penelitian lebih lanjut agar dapat dibedakan secara kuantitatif efektivitas aktifitas antioksidan pada masing-masing jenis bawang. Dengan demikian, khasiat bawang putih umbi tunggal yang dinilai lebih tinggi daripada bawang putih umbi banyak tidak hanya sebatas kepercayaan. Penelitian juga dapat dikembangkan untuk senyawa fitokimia lainnya yang terkandung dalam bawang putih, misalnya senyawa alkaloid, organosulfur, terpenoid, dan lain sebagainya.

KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil uji flavonoid pada bawang putih umbi tunggal dan bawang putih umbi banyak menunjukkan hasil yang positif mengandung flavonoid, hal ini ditandai dengan dihasilkannya buih dan larutan berwarna kuning keruh untuk

bawang putih umbi tunggal dan kuning kecoklatan untuk bawang putih umbi banyak. Sedangkan untuk analisis uji kualitatif vitamin C pada bawang putih umbi tunggal dan umbi banyak juga positif mengandung vitamin C ditandai dengan dihasilkannya endapan berwarna kuning setelah dilakukan pengujian dengan benedict.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarsari, I, Qanyta, dan Sarjana. 2013. *Perubahan Aktivitas Antioksidan pada Bawang Putih Selama Proses Pengolahan dan Penyimpanan*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian Vol 9 (2), 64-73.
- Bhandari, Shiva Ram, Moo Kyoung Yoon, dan Jung-Ho Kwak. 2014. *Contents of Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity of 19 Garlic (Allium Sativum L.) Parental Lines and Cultivars*. Hort Environ. Biotechnol. 55(2):138-147.
- Soekirno. 1990. *Bawang Putih Sarat Khasiat*. Jakarta: PT. Gramedia
- Palungkun, R dan Asiani Budiarti. 1992. *Bawang Putih Dataran Rendah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- WeSehat.com. 2015.7 *Manfaat Bawang Lanang bagi Kesehatan*. <http://www.wesehat.com/2015/01/7-manfaat-bawang-lanang-bagi-kesehatan.html#ixzz3lTmxHLs>. [Online]. Diakses pada tanggal 5 September 2015.
- Linus Pauling Institut. 2015. *Flavonoid*. Micronutrient Information Centre. [Online]. <http://lpi.oregonstate.edu/mic/dietary-factors/phytochemicals/flavonoids>. Diakses pada 18 Oktober 2015.
- Nijveldt, Robert J, Els van Nood, Danny EC van Hoorn, Petra G Boelens, Klaske van Norren, dan Paul AM van Leeuwen. 2001. *Flavonoids: a Review of a Probable Mechanisms of Action and Potential Application*. American Society for Clinical Nutrition. Vol. 74(4), 418-425.
- Seidel, Veronique. 2003. *Vitamin C in Human Health and Disease is Still a Mystery? An Overview*. Nutrition Journal. [Online]. <http://www.nutritionj.com/content/2/1/7> . Diakses pada 18 Oktober 2015.
- Iqbal, Khaliq, Alam Khan dan M. Muzaffar Ali Khan Khattak. *Biological Significance of Ascorbic Acid (Vitamin C) in Human Health-A Review*. Pakistan Journal of Nutrition 3(1); 5-13.
- Puspitasari, Fitri, Yayan Sunarya, dan Iqbal Mustafa. 2014. *Perlindungan Korosi Baja dalam Lingkungan Sesuai Kondisi Pipa Pengeboran Minyak Bumi Menggunakan Bawang Putih (Allium Sativum L.) Sebagai Alternatif Inhibitor*. Jurnal Sains dan Teknologi Kimia. Vol. 5(1).
- Sultana, Bushra, Farooq Anwar dan Muhammad Ashraf. 2009. *Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medical Plant Extracts*. Molecules. [Online]. www.mdpi.com/journal/molecules. Diakses pada tanggal 19 Oktober 2015.
- Sarker, D Satyajit dan Lutfun Nahar. 2012. *Natural Product Isolation, Methods in Molecular Biology*. Springer Science. Vol. 864.
- Nafisah, Minhatun, Tukiran, Suyatno, dan Nurul Hidayati. 2014. *Uji Skrining Fitokimia pada Ekstrak Heksan, Kloroform dan Methanol dari Tanaman Patikan Kebo*. Prosiding Seminar Nasional Kimia. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya.
- Omar, S.H. dan Al- Wabel, N.A. 2010. *Organosulfur Compound and Possible Mechanism of Garlic in Cancer*. Saudi Pharmaceutical Journal. Vol. 18; 51-58.

SKRINING FITOKIMIA EKSTRAK ETANOL 96% DAUN KENITU (*Chrysophyllum cainito* L)

Taufan Hadi Susanto^a, Wiwik Widodo^b, Hanie Vidya Christie^c, Dr. Sumari, M.Si^d

^aSMK Negeri Wringin Bondowoso

Jl. Raya Wringin, Bondowoso

^bSMK Negeri I Brondong

Jl. Raya Tlogoretno Brondong, Lamongan

^cSMK Negeri 9 Malang

Jl. Raya Sampurna Cemorokandang Kedungkandang, Malang

^dFMIPA Universitas Negeri Malang

Jl. Semarang No. 5, Malang, Jawa Timur

E-mail: haniechristie@gmail.com

ABSTRAK: Radikal bebas adalah sekelompok zat kimia reaktif yang dapat mengoksidasi molekul sel tubuh dan merusak sel-sel dalam tubuh yang memicu timbulnya berbagai penyakit degeneratif. Radikal bebas dapat ditangkap dan dinetralisir tubuh dengan bantuan antioksidan. Tambahan antioksidan dari luar (eksogen) dibutuhkan untuk meningkatkan sistem pertahanan tubuh untuk menangkal radikal bebas. Secara tradisional tanaman kenitu (*Chrysophyllum cainito* L) banyak digunakan untuk mengobati berbagai penyakit degeneratif yang menyebabkan stress oksidatif akibat radikal bebas, seperti diabetes, darah tinggi, penyumbatan pembuluh darah dan kanker karena kandungan antioksidannya yang tinggi. Secara ilmiah, ekstrak buah kenitu terbukti dapat melindungi sel β -pankreas dari radikal bebas yang menyebabkan penyakit diabetes. Penelitian ini bertujuan melakukan skrining fitokimia ekstrak etanol 96% daun kenitu untuk mengetahui golongan senyawa antioksidan yang terkandung di dalam ekstrak. Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu ekstraksi dan skrining fitokimia. Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol 96% dengan metode maserasi. Skrining fitokimia pada ekstrak etanol 96% daun kenitu (*Chrysophyllum cainito* L) dibatasi pada pemeriksaan flavonoid (flavon dan flavonon) dan polifenol. Hasil uji skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol 96% daun kenitu mengandung flavonoid (flavon dan flavonon) dan polifenol.

Kata kunci: Daun kenitu (*Chrysophyllum cainito* L), etanol 96%, skrining fitokimia

ABSTRACT: Free radicals are chemically reactive group of substances which can oxidize molecules of body cells and damage the cells in the body that trigger the onset of degenerative diseases. Free radicals can be captured and neutralized by the body with the help of antioxidants. Additional antioxidants from outside (exogenous) is required to improve the immune system to ward off free radicals. In traditional society, kenitu (*Chrysophyllum cainito* L) is widely used to treat a range of degenerative diseases caused by oxidative stress caused by free radicals, such as diabetes, high blood pressure, blockage of blood vessels and cancer because high antioxidant content. Scientifically, extracts kenitu fruit shown to protect β -pancreatic cells from free radicals that cause diabetes. The aim of this study was to perform phytochemical screening of ethanol 96% extract of kenitu leaves to determine the class of antioxidant compounds contained in extracts. This study consisted of two phases, that is extraction and phytochemical screening. The extraction process is done by using ethanol 96% by maceration method. Phytochemical screening in ethanol 96% extract of kenitu leaves (*Chrysophyllum cainito* L) is limited to the examination of flavonoids (flavones and flavonon) and polyphenols. Phytochemical screening test results showed that extract of ethanol 96% of kenitu leaves contain flavonoids (flavones and flavonon) and polyphenols.

Keywords: Kenitu leaves (*Chrysophyllum Cainito* L), ethanol 96%, phytochemical screening

PENDAHULUAN

Radikal bebas adalah molekul atau senyawa yang memiliki satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada orbital terluarnya dan dapat menyebabkan kerusakan struktur seluler dan sub-seluler jaringan tubuh yang berpengaruh pada kesehatan manusia. Radikal bebas dapat bereaksi dengan sel-sel tubuh dan mengoksidasi asam nukleat, protein, lemak, bahkan DNA sel, sehingga menginisiasi timbulnya penyakit degeneratif (Leong dan Shui, 2001 *cit* Amrun, 2007), seperti diabetes, jantung koroner, darah tinggi, stroke, penyumbatan pembuluh darah dan kanker (Steinberg, 2009 *cit* Eleanore, 2013). Sistem tubuh manusia setiap saat terpapar radikal bebas, baik yang dihasilkan sebagai produk normal proses metabolisme tubuh, maupun dari lingkungan sekitar yang berasal dari paparan polutan seperti asap rokok, asap kendaraan bermotor, debu, hasil penyinaran ultraviolet cahaya matahari, zat kimia dalam makanan, dan lain sebagainya (Hariyatmi, 2004 *cit* Eleanore, 2007). Semakin sering tubuh terpapar radikal bebas, semakin banyak sel-sel tubuh yang akan rusak dan semakin tinggi kemungkinan munculnya penyakit-penyakit degeneratif yang diakibatkan stress oksidatif.

Radikal bebas dalam tubuh dapat ditangkap dan dinetralisir dengan bantuan senyawa antioksidan (Prakash, 2001 *cit* Amrun et al, 2007). Senyawa antioksidan mampu menangkap radikal bebas dan melindungi sistem biologi tubuh dari efek merugikan akibat proses reaksi yang menyebabkan oksidasi berlebihan dalam tubuh (Hariyatmi, 2004). Antioksidan dalam tubuh dapat diperoleh dari enzim-enzim internal seperti superoksida dismutase (SOD), *glutathione peroxidase* (GPX), katalase (CAT), *glutathione* (GSH), tokoferol, dan β -karoten maupun dari luar tubuh (endogen) (Saefudin et al, 2013). Sumber antioksidan secara endogen dapat berupa antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Antioksidan sintetis diproduksi dari bahan sintetis melalui serangkaian reaksi kimia. Menurut Rohman dan Riyanto (2005) penggunaan antioksidan dari bahan sintetis dapat meningkatkan terjadinya karsinogenesis, sehingga dianggap kurang aman. Antioksidan alami terdapat pada setiap bagian tumbuhan seperti kulit kayu, batang, daun, buah, bunga dan akar (Pratt, 1992 *cit* Saefudin et al, 2013). Penggunaan antioksidan alami lebih aman karena berasal dari ekstrak bahan alami (Amarowich et al., 2000 *cit* Rohman dan Riyanto, 2005). Suatu tumbuhan dapat memiliki aktivitas antioksidan jika mengandung senyawa yang mampu menangkalkan radikal bebas seperti fenol, flavonoid, vitamin C dan E, katekin, karoten, dan resveratrol (Hernani dan Rahardjo, 2006 *cit* Saefudin et al, 2013; Prakash, 2001 *cit* Amrun et al, 2007). Diantara senyawa-senyawa antioksidan tersebut, yang paling sering dijumpai hampir di berbagai tumbuhan tingkat tinggi dan rendah adalah senyawa golongan fenolik dan flavonoid (Eleanore, 2013; Zou et al, 2004 *cit* Montoro et al, 2005 *cit* Malannisa, 2011).

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki banyak ragam vegetasi. Hasil penelusuran pustaka (Rohman, 2005; Amrun dan Umiyah, 2007; Saefudin, 2013) diketahui ada berbagai jenis tumbuhan sebagai sumber antioksidan alami ada di Indonesia, satu diantaranya

tanaman Kenitu (*Chrysophyllum cainito* L) famili sapotaceae (Amrun & Umiyah, 2007). Tanaman buah kenitu (*Chrysophyllum cainito* L) adalah tanaman buah yang berasal dari Amerika Tengah yang banyak tumbuh di bagian hilir dan daerah pegunungan rendah pulau Jawa. Pada penelitian Amrun & Umiyah (2007) telah diketahui bahwa ekstrak air dan ekstrak metanol buah kenitu mengandung berbagai senyawa polifenol antioksidan seperti katekin dan galokatekin, dan senyawa-senyawa golongan flavonoid, saponin, steroid dan triterpena. Sehubungan dengan itu, maka perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kandungan senyawa antioksidan yang ada pada bagian lain tanaman kenitu, yaitu pada bagian daunnya. Tujuan penelitian ini adalah melakukan skrining dan fitokimia pada ekstrak etanol 96% daun kenitu untuk mengetahui kandungan senyawa antioksidan primer dalam daun kenitu.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel Daun Kenitu yang diambil dari kawasan FMIPA Universitas Negeri Malang, etanol 96%, aquadest, HCl 6 M, serbuk Mg, larutan NaCl 10%, larutan FeCl₃ 10%.

Peralatan

Erlenmeyer 100 ml, gelas kimia 400 mL, labu ukur 100 mL, gelas ukur 5 mL dan 100 mL, spatula, kertas saring, blender, tabung reaksi, pipet tetes, shaker orbital, stirer magnetic 5 cm, corong bunchen, oven, rotary evaporator.

Prosedur

Pengumpulan dan Preparasi Sampel

Sampel yang diteliti adalah daun kenitu yang masih segar dan cukup tua yang diambil dari pohon kenitu di lahan parkir FMIPA Universitas Negeri Malang. Sampel kemudian dicuci, dan bersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, dicacah dan dikeringkan dengan oven pada temperatur 40°C sampai kadar air di bawah 10%. Penentuan kadar air diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\% \text{ kadar air} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Bahan yang telah kering dikumpulkan dan dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk kering simplisia.

Pembuatan Ekstrak Etanol 96% Daun Kenitu

Sebanyak 20 gram serbuk daun kenitu ditimbang kemudian dimaserasi dengan 200 mL etanol 96% selama 2 x 24 jam (dua hari), hasil maserasi (maserat) disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman hingga diperoleh filtrate sebanyak 100 mL. Dari hasil ekstraksi yang telah diperoleh, dihitung rendemennya dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Berat ekstrak (gram)}}{\text{Berat simplisia (gram)}} \times 100\%$$

Selanjutnya filtrat yang telah diperoleh diaduk dengan menggunakan shaker orbital selama 6 jam. Filtrat hasil pengadukan dievaporasi dengan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40°C

hingga didapatkan ekstrak etanol 96% daun kenitu yang lebih kental. Ekstrak etanol 96% yang didapatkan masih mengandung pelarut tetapi volumenya berkurang 1/3 dari volume awal. Untuk memperoleh ekstrak etanol 96% daun kenitu yang lebih kental, ekstrak yang telah dievaporasi diuapkan dalam oven pada suhu 60°C selama 10 menit.

Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 96% Daun Kenitu

Pemeriksaan Flavonoid (flavon dan flavonon)

Skrining fitokimia senyawa flavonoid terutama golongan flavon dan flavonon dilakukan dengan Uji *Wilstater* untuk menguji keberadaan senyawa flavon dan Uji *Bathe Smith* untuk menguji keberadaan senyawa flavonon. Uji *Wilstater* dilakukan dengan cara menambahkan 1 ml HCl 6M dan 0,05 mg serbuk magnesium kedalam 5 ml ekstrak etanol 96% daun kenitu, kemudian mengocoknya hingga homogen dan mengamati perubahan warna yang terjadi pada larutan. Uji positif untuk flavon ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna hijau kejinggaan atau kekuningan.

Uji *Bathe Smith* dilakukan dengan cara menambahkan 5 tetes HCl 6 M ke dalam 5 ml ekstrak, kemudian dipanaskan dalam penangas air selama 15 menit dan diamati perubahan warna yang terjadi. Dan uji positif keberadaan flavonon ditandai dengan terbentuknya larutan berwarna merah tua atau ungu.

Pemeriksaan Fenolik (Polifenol)

Skrining fitokimia polifenol dilakukan dengan menambahkan 4 tetes larutan NaCl 10% dan 10 tetes larutan FeCl₃ 10% ke dalam 1 ml ekstrak etanol 96% daun kenitu dan mengamati perubahan warna yang terjadi. Ekstrak sampel positif mengandung senyawa fenol terutama polifenol apabila menghasilkan warna hitam kehijauan, biru tua, atau hitam pekat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi

Dari hasil ekstraksi sampel daun kenitu yang dilakukan dengan teknik maserasi dengan menggunakan etanol 96% selama 2 x 24 jam (dua hari) diperoleh hasil seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil ekstraksi dengan etanol 96%

Berat Simplisia (gr)	Ekstrak Kental (gr)	Rendemen (%)	Warna Ekstrak
20	1.81	9.05	Hijau Tua

Pemilihan metode maserasi dalam memisahkan senyawa-senyawa aktif yang terkandung pada daun kenitu didasarkan pada beberapa hal, yaitu:

1. Efektivitas, kepraktisan, keamanan dan keekonomisan dalam penggunaannya
2. Untuk menghindari rusaknya senyawa-senyawa aktif dalam daun kenitu yang tidak tahan panas.

Pemilihan pelarut etanol sebagai larutan pengekstrak dikarenakan etanol merupakan pelarut serbaguna yang baik untuk ekstraksi senyawa-senyawa bahan alam seperti flavonoid. Flavonoid pada umumnya larut dalam pelarut polar, kecuali flavonoid bebas seperti isoflavon, flavon, flavanon, dan flavonol termetoksilasi lebih mudah larut dalam pelarut semipolar. Oleh karena itu pada proses ekstraksinya, untuk tujuan skrining maupun isolasi, umumnya menggunakan pelarut semipolar seperti etanol. Etanol memiliki sifat melarutkan senyawa-senyawa mulai dari senyawa yang bersifat kurang polar sampai dengan senyawa polar.

Senyawa-senyawa seperti flavonoid, saponin, tanin dan fenol serta steroid dapat larut dalam pelarut etanol, hal ini disebabkan karena kepolaran dari senyawa-senyawa bahan alam tersebut. Kepolaran tersebut disebabkan karena adanya gugus hidroksil dalam strukturnya, dimana senyawa yang cenderung lebih polar akan terekstrak dalam pelarut polar seperti etanol (Javanmardi et al. 2003 cit Eleanore, 2013). Pelarut etanol memiliki dua gugus yang berbeda kepolarannya yaitu gugus hidroksil yang bersifat polar dan gugus alkil yang bersifat nonpolar. Dengan adanya dua

gugus ini diharapkan senyawa-senyawa dengan tingkat kepolaran yang berbeda akan terestarak ke dalam etanol (Pasaribu, 2011). Berdasarkan data, diketahui etanol memiliki indeks polaritas sebesar 5,2 (Snyder, 1997)

UJI FITOKIMIA

Hasil uji skrining fitokimia pada ekstrak etanol 96% daun kenitu dengan teknik maserasi menunjukkan bahwa ekstrak daun kenitu positif mengandung senyawa flavon, flavonon dan polifenol sebagaimana tertera pada tabel 1.

Tabel 2. Hasil uji fitokimia pada ekstrak etanol 96% daun kenitu

Golongan Senyawa	Hasil Pengujian	Standard
Flavon	+	merah jingga, kuning
Flavonon	+	merah tua atau ungu.
Polifenol	+	hitam kehijauan, biru tua, atau hitam pekat.

Analisis fitokimia merupakan salah satu cara untuk mengetahui kandungan kualitatif senyawa metabolit sekunder dari suatu bahan alam. Golongan utama dari senyawa aktif ekstrak tumbuhan dapat diketahui melalui analisis ini.

Uji Flavonoid

Senyawa flavonoid adalah suatu kelompok fenol terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat warna merah, ungu, biru dan sebagai zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid juga merupakan pigmen tumbuhan dengan warna kuning, kuning jeruk, dan merah dapat ditemukan pada buah, sayuran, kacang, biji, batang, bunga, herba, rempah-rempah, serta produk pangan dan obat dari tumbuhan seperti minyak zaitun, teh, cokelat, anggur merah, dan obat herbal. Bagi tumbuhan, senyawa flavonoid berperan dalam pertahanan diri terhadap hama, penyakit, herbivori, kompetisi, interaksi dengan mikrobia, dormansi biji, pelindung terhadap radiasi sinar UV, molekul sinyal pada berbagai jalur transduksi, serta molekul sinyal pada polinasi dan fertilitas jantan.

Pada uji Bate-Smith dalam ekstrak etanol ditambahkan dengan 0,5 mL HCl pekat untuk menghidrolisis dan memutus ikatan glikosida. Hidrolisis ini untuk mengubah antosianin menjadi aglikon antosianin, yaitu antosianidin. Tetapi tidak ada perubahan warna yang terjadi. Kemudian larutan tersebut dipanaskan diatas penangas air untuk mempercepat terjadinya hidrolisis. Setelah itu, diamati perubahan warna yang terjadi. Dari hasil penelitian ini reaksi antara ekstrak etanol dengan HCl didapatkan warna merah. Adanya perubahan warna merah menunjukkan bahwa ekstrak daun kenitu mengandung leukoantosianin, dimana adanya leukoantosianin pada flavonon ditunjukkan dengan adanya warna merah terang atau ungu.

Selanjutnya pada uji Wilstater, pada ekstrak etanol ditambahkan dengan 0,5 mL HCl pekat dan 0,05 mg serbuk magnesium. Penambahan ini bertujuan untuk reaksi reduksi menjadikan suatu flavon. Penambahan asam akan menyebabkan perubahan warna ketika reduksi berlangsung. Hasil pengamatan menunjukkan positif adanya flavon pada ekstrak daun kenitu yang ditandai dengan perubahan warna yaitu merah jingga mendekati fakta berdasarkan kajian teori. Hal ini dimungkinkan disebabkan karena hidrolisis yang kurang sempurna atau reduksi magnesium yang kurang, serta kurangnya pembentukan pigmen warna. Sehingga kurang dapat memberikan warna yang sesuai pada uji Wilstater.

Uji Polifenol

Senyawa polifenol adalah suatu senyawa yang berasal dari tumbuhan, dimana salah satu cirinya adalah mengandung cincin aromatik yang tersubstitusi oleh dua atau lebih gugus fenol. Polifenol berperan dalam memberikan warna pada tumbuhan seperti warna daun. Identifikasi polifenol dilakukan uji ferriklorida, dengan menambahkan beberapa tetes ferriklorida

(FeCl₃) ± 2-3 tetes maka akan terjadi perubahan warna menjadi warna hijau kehitaman. Warna hijau kehitaman tersebut merupakan hasil reaksi kimia antara ferriklorida dengan gugus fenol dari senyawa polifenol. Oleh karena itu pada uji ferriklorida ini ekstrak sampel menunjukkan hasil yang positif.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, hasil analisis kualitatif yang dilakukan pada ekstrak daun kenitu dengan pelarut etanol 96% menunjukkan bahwa senyawa flavonoid yang berupa flavon dan flavonon serta polifenol terdapat dalam daun kenitu. Hal ini didasarkan pada metode pengujian senyawa flavonoid dengan menggunakan uji Wilstater untuk senyawa flavon dan uji Bate-Smith untuk senyawa flavonon.

SARAN

Perlu dilakukan pengujian untuk senyawa yang lainnya seperti alkaloid, terpen, saponin, glikosida, kuinon dan antrakuinon serta senyawa-senyawa flavonoid yang lainnya. Disamping itu perlu dilakukan analisis dengan teknik instrument yang lain sehingga dapat mendukung dalam mendapatkan data yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrun, Moch; Umiyah dan Evi, Umayah. 2007. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Metanol Beberapa Varian Buah Kenitu (*Chrysophyllum cainito* L.) dari Daerah Jember, *Berk. Penel. Hayati*: 13 (45-50), 2007 hal. 45-50
- Eleanore, Yafet. 2013. Analisis Fitokimia dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) Menggunakan Metode DPPH. Bogor: IPB Press
- Hariyatmi, 2004. Kemampuan Vitamin E sebagai Antioksidan terhadap Radikal Bebas pada Lanjut Usia, *MIPA Vol 14 No. 1, Januari 2004, Jurusan Pendidikan Biologi PKIP UMS, Surakarta*
- Hernani & M. Rahardjo. 2006. Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Jakarta: Penebar Swadaya
- Melannisa, Rosita et al. 2011. Uji Antioksidan Ekstrak Etanol Buah *Psidium guajava* L, *Melaleuca leucadendron* L., *Capsicum frutescens*, dan *Anethum graveolens* L dengan Metode DPPH beserta Penetapan Kadar Fenolik Totalnya, *Jurnal Farmasi Indonesia Pharmacon Vol 12 No. 2, Desember 2011 ISSN 1411-4283* hal. 60-64.
- Pasaribu, Gunawan & Setyawati, Titiek. 2011. Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Ekstrak Kulit Kayu Raru (*Cotylelobium* SP.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29(4): 322-330
- Pratt, D.E. 1992. *Natural Antioxidants from Plant Material*. cit M.T. Huang, C.T. Ho, dan C.Y. Lee, ed. *Phenolic Compound in Food and Their Effect on Health* H. American Society, Washington DC.
- Rohman, A., S. Riyanto dan D. Utari. 2005. Aktivitas Antioksidan, Kandungan Fenolik Total dan Kandungan Flavonoid Total Ekstrak Etil Asetat Buah Mengkudu serta Fraksi-Fraksinya. *Majalah Farmasi Indonesia*. 17(3):136-142.
- Saefudin; Marusin, Sofnie & Chairul. 2013. Aktivitas Antioksidan pada Enam Jenis Tumbuhan *Sterculiaceae*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31 (2): 103-109
- Zuheiria, pudya. 2013. *Kimia Bahan Alam Isolasi Flavonoid*. (Online) http://novichairaniocd42.blogspot.co.id/2013/10/flavonoid-isolasi_29.html, diakses tanggal 16 Oktober 2015

Efektivitas Pengolahan Lindi dengan Instalasi ABR Terhadap Kualitas Lindi TPA Tlekung

¹Irma Kartika Kusumaningrum,² Anugrah Ricky Wijaya, ³Neena Zakia, ⁴Yudhi Utomo⁵Munzil
Arief

^{1,2,3,4,5}Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang

ABSTRAK: Lindi merupakan salah satu limbah cair yang dihasilkan TPA. TPA Tlekung adalah satu-satunya TPA yang dimiliki oleh Kota Batu, Lindi TPA Tlekung diolah pada rangkaian instalasi Anaerobic Baffle Reactor (ABR). Efektivitas pengolahan lindi menentukan kualitas buangan lindi yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas metode pengolahan lindi TPA Tlekung untuk meningkatkan kualitas buangan lindi. Parameter analisis yang digunakan adalah warna, bau, suhu, kekeruhan serta total zat padat terlarut (TDS), DO, BOD, COD, TOC dan Sulfat (SO_4^{2-}). Penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai parameter pada titik inlet kolam ABR dan outlet instalasi. Dari hasil penelitian nampak bahwa dengan metode ABR kandungan cemaran logam menurun yang nampak dari turunnya nilai BOD, COD dan TOC. Kualitas lindi buangan memenuhi baku mutu air kelas 4, sehingga air lindi hasil pengolahan aman untuk dibuang ataupun dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik cair.

Kata Kunci: *Lindi, ABR*

PENDAHULUAN

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah merupakan salah satu bagian dari sistem sanitasi kota yang menjadi tanggung jawab Pemerintah Daerah (Pemda). TPA Tlekung adalah satu-satunya TPA yang dimiliki oleh Kota Batu. Sel penimbunan sampah dirancang menggunakan sistem *sanitary landfill* (SL) sel sampah dilengkapi instalasi pengalir lindi dan penangkap gas metan, karena sel (SL) penuh. TPA Tlekung mempunyai fasilitas pengolahan lindi berupa rangkaian instalasi *Anaerobic Baffle Reactor* (ABR) yang terdiri dari kolam ABR, kolam aerasi dan kolam maturasi. Pemanfaatan sampah telah mulai dilakukan oleh pengelola TPA, saat ini pengelola tengah melakukan kajian untuk mengubah lindi menjadi pupuk organik cair. Komposisi air lindi dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis sampah terdeposit, jumlah curah hujan di daerah TPA dan kondisi spesifik tempat pembuangan tersebut. Kualitas air lindi dapat diukur melalui parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi warna, bau, rasa, suhu, kekeruhan serta total zat padat terlarut (TDS). Parameter kimia meliputi pH, Sulfat (SO_4^{2-}), Besi Total (Fe), Nitrat (NO_3^-), Nitrit (NO_2^-), Amoniak (NH_3^-), Chlorida (Cl), dan logam berat. Pengolahan lindi dengan metode kolam ABR bertujuan untuk menurunkan kandungan organik pada lindi, namun tidak dirancang untuk menurunkan kandungan logam pada lindi. Perlu dilakukan analisis efektivitas pengolahan lindi dengan instalasi ABR terhadap perbaikan kualitas

lindi.

METODE PENELITIAN

1. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spatula, corong kaca, gelas arloji, labu ukur 50 ml, labu ukur 100 ml, labu ukur 250 ml, labu ukur 1000 ml, gelas ukur 5 ml, gelas ukur 10 ml, gelas ukur 50 ml, batang pengaduk, gelas beaker 50 ml, gelas beaker 100 ml, cawan krusibel, erlenmeyer 50 ml, erlenmeyer 250 ml, oven, hot plate, kertas saring, tabung reaksi, magnetit stirrer, pipet tetes, buret, statif, kertas indikator merk Merck, centrifuge, spektrometri-20D, WQC-22A, dan AAS

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah air lindi TPA Tlekung, kompos, aquades, aquabides, asam sulfat, asam nitrat, natrium tiosulfat 0,025 M, mangan (II) sulfat 0,5%, indikator amilum 1%, natrium hidroksida-kalium iodide 0,5 %, ammonium molibdate 0,025%, timah (II) klorida 0,025%, kalium dihidrogen fosfat 5 ppm, barium klorida, natrium sulfat 500 ppm.

2. Prosedur Penelitian/Percobaan

a. Pengukuran parameter fisika

Elektroda WQC 22-A dimasukkan ke kolam penampung air lindi. Suhu sampel dan turbiditasnya dapat dilihat pada layar alat.

b. Pengukuran parameter kimia

1) pH

Elektroda WQC 22-A dimasukkan ke kolam penampung air lindi. Setiap mengukur kembali, alat harus dikalibrasi dahulu dengan dicuci/dialiri air bersih. Hasilnya dapat dilihat pada layar alat.

2) Dissolved Oxygen (DO)

Sampel lindi 100-250 ml dimasukkan ke botol winkler. Kemudian ditambahkan 1 ml MnSO_4 dan 1 ml NaOH-KI. Botol ditutup dengan segera, jangan sampai ada gelembung udara yang terbentuk. Setelah itu, campuran dikocok agar homogeny. Kemudian campuran ditambahkan 2 ml H_2SO_4 4 N dan dikocok kembali. Setelah itu campuran dipindahkan ke erlenmeyer 250 ml. Kemudian campuran dititrasi dengan

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 M sampai campuran berwarna kuning cerah. Selanjutnya campuran ditambahkan 2 tetes indikator amilum sehingga campuran berwarna biru dan dititrasi lagi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 M sampai warna biru pada larutan hilang (Andrews, 1972)

3) *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Sampel lindi 100-250 ml dimasukkan ke botol winkler. Kemudian diaerasi dan disimpan ditempat gelap selama 5 hari. Setelah itu ditambahkan 1 ml MnSO_4 dan 1 ml NaOH-KI . Botol ditutup dengan segera, jangan sampai ada gelembung udara yang terbentuk. Setelah itu, campuran dikocok agar homogen. Kemudian campuran ditambahkan 2 ml H_2SO_4 4 N dan dikocok kembali. Setelah itu campuran dipindahkan ke erlenmeyer 250 ml. Kemudian campuran dititrasi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 M sampai berwarna kuning cerah. Selanjutnya ditambahkan 2 tetes indikator amilum sehingga campuran berwarna biru dan dititrasi lagi dengan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 M sampai warna biru pada larutan hilang.

4) *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Sampel 10 mL dimasukkan ke labu refluks 500 mL. Kemudian ditambahkan 25 mL larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,1 N. kemudian ditambahkan 35 mL larutan H_2SO_4 dan dipanaskan selama 2 jam. Setelah itu didinginkan dan diencerkan dengan aquades 70 mL, kemudian dititrasi dengan larutan FAS dengan indikator ferroin. Titik akhir titrasi ditandai dengan perubahan warna hijau kebiruan menjadi coklat merah (Ademiluyi, 2009)

5) Sulfat

I. Pembuatan Larutan Standard

Larutan induk Na_2SO_4 500 ppm dipipet 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml dan dimasukkan ke labu ukur 50 ml. kemudian ditambahkan padatan BaCl_2 0,2-0,3 gram. Setelah itu diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.

II. Pengukuran

Sampel air lindi 1 ml dimasukkan ke labu ukur 50 ml. Kemudian diperlakukan sama dengan larutan standard. Setelah itu diukur turbidansnya dengan spektrometri 20D pada $\lambda = 420$ nm.

6) *Total Organic Carbon (TOC)*

Sampel air lindi disentrifugasi dan disaring untuk menghilangkan endapannya. Kemudian filtrat ditampung di botol bening, bersih, dan tertutup. Analisis TOC dilakukan dengan menggunakan instrumentasi TOC Analyzer Merk Shimadzu Type TOC-VCSH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan lindi TPA Tlekung dilakukan dengan metode ABR. Rangkaian kolam instalasi ABR terdiri dari kolam ABR, kolam aerasi dan kolam maturasi yang ditempatkan secara berurutan, dengan metode ini terjadi perbaikan kualitas lindi, sebelum dan sesudah pengolahan, hal ini nampak pada menurunnya BOD dan COD. Hasil pengamatan yang diperoleh dilakukan dilokasi dan di laboratorium kimia masing masing disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1 karakteristik lindi TPA Tlekung

No	Parameter fisika	Satuan	Hasil pengamatan		
			Kolam ABR	Kolam aerasi	Kolam maturasi
1.	Suhu	°C	24,6	24,5	24,4
2	TSS (Total Suspended Solid)	mg/L	1,67	1,24	1,37
3	TDS (Total Dissolve Solid)	mg/L	11,84	6,91	7,07
No.	Parameter kimia	Satuan	Hasil pengamatan		
			Kolam ABR	Kolam aerasi	Kolam maturasi
1.	pH	-	7,6	8,9	9,2
2.	DO	mg/L	243,9	280,8	279,2
3.	BOD ₅	mg/L	2645,52	793,65	176,35
4.	COD	mg/L	5973,35	1866,67	522,67
6.	Sulfat	mg/L	413	193	143
7.	TOC	mg/L	1570	443,3	440,5
8.	Turbiditas	mg/L	132	75	44,3

Karakteristik lindi juga dapat digunakan untuk menentukan kualitas air, umur, dan bahan organik yang ada pada lindi. Penentuan kualitas air dan umur lindi dapat ditentukan dengan nilai BOD₅/COD, BOD, COD, dan pH. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai rasio BOD₅/COD sebesar 0,125, nilai BOD₅ antara 95,7-173,9 mg/L, nilai COD

antara 1047,2-1384,6 mg/L , dan nilai pH antara 7,6-9,2 berdasarkan data menunjukkan bahwa umur lindi di TPA tergolong tua, semakin lama umur lindi kandungan lindi semakin stabil (Adhikari,2015). Lindi juga memiliki kandungan senyawa organik yang tinggi. Pada kolam ABR terjadi proses dekomposisi senyawa organik. Proses ini berlangsung secara anaerob menghasilkan gas metana (Slomczyńska dan Slomczyński, 2004). Selain menghasilkan gas metana, pada kolam ABR juga dihasilkan asam organik. Hal ini menyebabkan pH pada kolam ABR rendah (Tabel 1). proses ini diikuti dihasilkannya gas ammonia, H₂S dan CO₂ yang menyebabkan bau tidak sedap (Galvis, 2011). Setelah dari kolam ABR, lindi di alirkan ke kolam aerasi yang mengalami dekomposisi secara aerob. Penambahan oksigen dilakukan menggunakan aerator. Selanjutnya lindi dialirkan ke kolam maturasi. Kolam maturasi yang disebut juga kolam pematangan berfungsi menyempurnakan proses dekomposisi zat organik secara aerob yang belum sempurna di kolam aerasi. Pada proses perpindahan lindi dari ABR ke kolam maturasi, terjadi penurunan kandungan organik. Hal ini dapat dilihat dari menurunnya kandungan BOD dan COD pada setiap prosesnya, nilai BOD dan COD pada akhir rangkaian instalasi, outlet kolam maturasi, menunjukkan bahwa hasil dari proses pengolahan masuk pada rentang kualitas air golongan 4, yang dapat dibuang dengan aman ke lingkungan, maupun digunakan sebagai air irigasi maupun sebagai bahan baku pupuk organik cair.

Tabel 2. Bakumutu kualitas air

<u>Klasifikasi</u>	BOD5	COD	pH	<u>N Anorganik mg/L</u>	SS mg/L
<u>Golongan I</u>	20	40	6-9	10,88	100
<u>Golongan II</u>	50	100	6-9	22	200
<u>Golongan III</u>	150	300	6-9	38	400
<u>Golongan IV</u>	300	600	6-9	75	500

KESIMPULAN

1. Pengolahan lindi TPA Tlekung dengan metode ABR efektif untuk menurunkan kandungan bahan pencemar organik
2. Hasil pengolahan lindi TPA Tlekung memenuhi baku mutu air kelas IV sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai air irigasi dan bahan baku pupuk organik cair

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Jurusan Kimia FMIPA UM yang telah menyediakan fasilitas dan dana dalam proses analisis sampel
2. Laboran Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Instrumentasi
3. Mahasiswa Matakuliah Kimia Lingkungan yang telah membantu dalam proses pengambilan sampel

DAFTAR RUJUKAN

- Adedeji, Oludare H., Ademiluyi, I. A., 2009, *Urban agriculture and urban land use planning: Need for a synthesis in metropolitan Lagos, Nigeria*, Journal of Geography and Regional Planning, Vol. 2, online : <http://www.academicjournals.org/JGRP> ISSN 2070-1845
- Ali, M. 2011. *Rembesan Air Lindi (Leachate) Dampak pada Tanaman Pangan dan Kesehatan*. Surabaya: UPN Press.
- Andrews, W.A. 1972. *Environmental Pollution*. New Jersey: Prentice Hall.
- Bikash Adhikari, Sanjay Nath Khanal, 2015, *Qualitative Study of Landfill Leachate from Different Ages of Landfill Sites of Various Countries Including Nepal*, IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT) e-ISSN: 2319-2402,p- ISSN: 2319-2399. Volume 9, Issue 1 Ver. III (Jan. 2015) www.iosrjournals.org DOI: 10.9790/2402-09132336
- Damanhuri, E. 2008. *Pengolahan Leachate (Lindi)*. Bandung: FTSL ITB.
- Galvis, I.A.H. 2011. *Landfill Leachate Treatment using Compost and Zeolites as Sorbent Materials*. Tesis tidak diterbitkan. Swedden : Teknologi Lingkungan Universitas Teknologi Chalmers.
- Shoeby, Mohssen, Salvacion, Jonathan L., 2012, *Leachate Degradation in Tropical Maritime Climate; an Experimental Laboratory Scale Study*, Singapore, International Conference on Environment Science and Engineering IPCBEE vol.32, IACSIT Press
- Słomczyńska, B., Słomczyński, T. 2004. *Physico-Chemical and Toxicological Characteristics of Leachates from MSW Landfills*. Polish Journal of Environmental Studies ,**13** (6):627-637.