

# SNKP 2017

Seminar Nasional Kimia  
& Pembelajarannya



“PENGUATAN RISET KIMIA DAN PEMBELAJARAN KIMIA  
MENDUKUNG PRODUKTIVITAS KINERJA ANAK BANGSA”

## PROSIDING

5 November 2017

Aula O1 FMIPA

Universitas Negeri Malang

ISBN 978-602-96714-3-8

ORGANIZED BY:



SUPPORTED BY:



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	1
ORGANISASI KEGIATAN .....	3
KATA PENGANTAR .....	5
DAFTAR ISI .....	7
MAKALAH PEMBICARA UTAMA .....	14
<b>Peranan Transformative Learning dalam Pendidikan Kimia: Pengembangan Karakter, Identitas Budaya, dan Kompetensi Abad Ke-21</b>	
Yuli Rahmawati .....	15
<b>Development of Highly Efficient Interface Device for Mass Spectrometry and Organic Polymer-Based Monoliths: Application to Bioanalytical Chemistry</b>	
Akhmad Sabarudin .....	36
<b>Obesitas dan Herbal Anti Obesitas: Studi Kasus pada Inhibitor Lipase Pankreas</b>	
Subandi .....	84
MAKALAH PEMBICARA PARALEL .....	119
<b>Pengaruh Aktivasi Fisika pada Zeolit Alam dan Lempung Alam terhadap Daya Adsorpsinya</b>	
Bayu Wiyantoko, Pipit Novi Andri, Dyah Anggarini .....	120
<b>Pengaruh Perbandingan Komposisi Ag@Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> – Asam Oleat terhadap Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus Aureus dan Eschericia Coli</b>	
Fauziatul Fajaroh, Sefin Nur Aisyah, Nazriati, Yahmin, Siti Marfu'ah, Ida Bagus Suryadharma .....	129
<b>Pemanfaatan Zeolit Alam/Ni Sebagai Katalis pada Hidrolisis Selulosa Menjadi Glukosa dengan Bantuan Ultrasonik</b>	
Sumari, Yahmin, Fauziatul Fajaroh, Funky .....	136
<b>Kajian Pengaruh Waktu dan pH Optimum dalam Adsorpsi Methyl Violet dan Methylene Blue Menggunakan Abu Daun Bambu</b>	
Kuntari, Naela Salsa Bila, Meidi Yuwono .....	147
<b>Sintesis dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas</b>	
Noor Rahmadani, Puji Kurniawati .....	154
<b>Kajian Diversitas Keratinase Berdasarkan Urutan Residu Asam Amino dan Struktur Protein</b>	
Suharti .....	162

<b>Isolasi dan Seleksi Bakteri Proteolitik Potensial dari Tauco Surabaya</b> Evi Susanti, Suharti, Hadiyan Rahman Ramadhan, Fira Fatma.....	172
<b>Pemurnian Enzim Keratinase Bakteri Bacillus sp. MD24 Menggunakan Metode Fraksionasi Amonium Sulfat</b> Yulia Gita Choirani, Suharti, Muntolib .....	183
<b>Hidrolisis Asam Fosfat untuk Produksi Gelatin dari Sisik Ikan Kakap Merah</b> Warlinda Eka Triastuti, Laela Inayatus, Handyta Faradiella, Debi Wulandari, Rengganis Ela, Faiza Amalia.....	193
<b>Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks dari Ion Tembaga(Li) dengan Ligan Ion Tiosianat Dan Isokuinolina</b> Linda Kusumawati, I Wayan Dasna, Nazriati .....	200
<b>Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks dari Zink(II) Asetat dan N,N'-dietiltiourea</b> Alifa Meilia Nur Auzie, Fariati, Effendy .....	210
<b>Immobilisasi Senyawa Koordinasi Astaxanthin dengan Ion Fe(III) dalam Matrix Carbon Aktif</b> Dion Notario, Rokiy Alfanaar .....	216
<b>Impregnasi TiO<sub>2</sub> Pada Zeolit Alam Cikembar Sukabumi untuk Fotodegradasi Metilen Biru</b> Devi Indah Anwar, Lela Lailatul Khumaisah, Salih Muharam, Nurma Lisafitri .....	223
<b>Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks M(R-COO)<sub>x</sub> (M = Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, R-COO<sup>-</sup> = Ion karboksilat)</b> I Wayan Dasna, Fidyah Nanda Kusuma, Oktavina Kartika Putri .....	223
<b>Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks dari Kadmium(II) Nitrat dan Ligan 2,2'-Bipiridina dengan Stoikiometri Sebesar 1 : 3</b> Erlyna Yunestha Sansivera, Fariati, Effendy.....	243
<b>Pengembangan Metode Analisis Ni dalam Air Laut Prigi Menggunakan ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry )</b> Anugrah Ricky Wijaya, Bambang Semedi.....	249
<b>Perbandingan Metode Penentuan Vitamin C Pada Minuman Kemasan menggunakan Metode Spektrofotometer UV-Vis Dan Iodimetri</b> Evi Triyana Damayanti, Puji Kurniawati .....	258
<b>Penentuan Umur Pakai Karet Perapat (Rubber Seal) Katup Tabung Gas LPG Melalui Metode Perendaman dalam N-Pentana</b> Hani Handayani, Aprilia Sita, dan Yati Nurhayati.....	267
<b>Pengaruh Metode Pencucian terhadap Penurunan Kadar Klorin dalam Beras dengan Titrasi Argentometri</b> Indriyana Rachmadani Santoso, Tri Esti Purbaningtias .....	277

<b>Pengembangan Sensor Optik Berbasis Kertas untuk Penetapan Kadar Kuersetin dalam Obat Herbal Daun Jambu Biji</b> Mochammad Amrun Hidayat, Mochammad Yuwono, Bambang Kuswandi .	286
<b>Pelepasan Kalium Diklofenak pada Matriks Sediaan Lepas Lambat Berbasis Karagenan-Xanthan Gum</b> Irma Kartika K, Eli Hendrik Sanjaya, Binti Nafingatul Khusna, Febri Fiatul Rohmah .....	297
<b>Penentuan Kadar Besi (Fe) pada Air Sungai Brantas di Wilayah Kota Malang</b> Ratna Jamilatul Mufidah, Irma Kartika Kusumaningrum, Yudhi Utomo, Suhadi Ibnu, I Wayan Dasna.....	309
<b>Evaluasi Sifat Ketahanan Oksidasi Termal pada Vulkanisat dari Berbagai Tingkatan Mutu Karet Alam Tanpa Bahan Pengisi</b> Santi Puspitasari, Woro Andriani, Berlian Dwi Hadiyati .....	320
<b>Etika dalam Perkembangan Ilmu Kimia</b> Surjani Wonorahardjo .....	334
<b>Implementasi Model Pembelajaran Tefapreneur untuk Membangun Minat dan Keberanian Berwirausaha</b> Sussi Widiastuti.....	344
<b>Rancang Bangun Sistem Monitoring Plan Pengontrol Proses Secara Realtime pada Pembuatan Pupuk Organik</b> Arief Mardiyanto, Akhyar, Suherman .....	352
<b>Keterlaksanaan Kegiatan Pembelajaran Kimia Menggunakan Prinsip Berpusat pada Peserta Didik <i>Student Centred Learning</i> (SCL) di SMA Kabupaten Ponorogo</b> Darsono Sigit, Oktavia Sulistina .....	365
<b>Pengaruh <i>Study History Sheet</i> (SHS) pada Model Pembelajaran <i>Cooperative Learning Together</i> terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI MIPA SMA Negeri 5 Jember Pokok Bahasan Asam-Basa</b> Geovany Arofatz Zahro, Ridwan Joharmawan, Yudhi Utomo.....	373
<b>Profil Pengetahuan Metakognitif Siswa Kelas XI MIA SMA pada Materi Asam Basa</b> Parlan, Ida Bagus Suryadharma, Ina Safitri .....	380
<b>Efektivitas Penerapan Pendekatan Inkuiri Terbimbing pada Mata Kuliah Kimia Dasar Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan</b> Theresia Wariani, Vinsensia H.B. Hayon, Alfons Bunga Naen .....	390
<b>Kajian Teori tentang Penerapan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing- Peta Konsep dalam Upaya untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia</b> Suchory Sapto Putri, I Wayan Dasna, Siti Marfu'ah .....	401
<b>Efektivitas Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Untuk Mengatasi Kesulitan Pemahaman Konsep Reaksi Redoks pada Siswa Kelas X</b>	

## **SMAN 9 Malang**

Anis Fitria, Endang Budiasih, Dedek Sukarianingsih ..... 413

## **Pembelajaran Inkuiri dengan Mengeksplisitkan Hakikat Sains (NOS) untuk Meningkatkan Pemahaman Hakikat Sains, Keterampilan Proses Sains, dan Penguasaan Konsep Siswa pada Materi Laju Reaksi**

Claudia Niken Shinta, Sri Rahayu, Sutrisno ..... 421

## **Strategi Analogi dalam Pembelajaran Praktikum Sel Volta**

Findiyani Ernawati Asih, Suhadi Ibnu, Suharti ..... 432

## **Efektivitas Model Pembelajaran Learning Cycle 6 Fase untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa Kelas XI SMAN 1 Pandaan Pada Materi Hidrolisis Garam dan Larutan Penyangga**

Isnaini Yunitasari, Endang Budiasih, & Dermawan Affandy ..... 445

## **Pengaruh Kegiatan Praktikum Berbasis Inkuiri Terbimbing versus Verifikasi dan Pengetahuan Awal terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa SMA pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan**

Jakub Sadam Akbar, I Wayan Dasna, Surjani Wonorahardjo..... 457

## **Pengaruh Strategi Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills, Hots) Siswa Kelas X MIPA SMA Negeri 02 Batu pada Materi Reaksi Redoks**

Kiki Fitlah Pradani, Endang Budiasih, M Muchson..... 465

## **Implementasi Strategi Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan pendekatan Science, Environment, Technology, and Society (SETS) terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Laju Reaksi**

Made Irma Rusmayanti, I Wayan Dasna, Hayuni Retno W ..... 475

## **Analisis Pengetahuan Metakognitif Larutan Penyangga Siswa Kelas XI IPA SMA**

Yezhi Prisvitasari, Effendy, Nazriari..... 483

## **Identifikasi Pemahaman Submikroskopik Kesetimbangan Kimia pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 10 Malang**

Asri Nurul Husnah, Muhammad Su'aidy, Yahmin ..... 491

## **Analisis Kesalahan Konsep Siswa pada Materi Bentuk dan Kepolaran Molekul dengan Teknik *Certainty Of Response Index* (CRI)**

Billy A.Kalay, Subandi, Endang Budiasih ..... 499

## **Identifikasi Konsepsi Alternatif Asam Basa Menggunakan *Two-Tier Diagnostic Test***

Muntholib, Wardatul Laila Al Fitri, Jian Mayangsari, dan Mochammad Sodik Ibnu ..... 508

## **Kajian Teks Perubahan Konsep untuk Mengatasi Miskonsepsi Gaya antar Molekul**

Dwi Miftakhul Ma'rufah, Effendy, dan Surjani Wonorahardjo ..... 521

<b>Upaya Mencegah Miskonsepsi Materi Stoikiometri dengan Strategi Pembelajaran Problem Solving pada Siswa Kelas X MIA SMA Negeri 1 Lawang</b> Pinta Nisa Fitri, Endang Budiasih, dan Dedek Sukarianingsih.....	529
<b>Mengembangkan Keterampilan Berargumentasi Siswa SMA dalam Materi Asam Basa melalui Isu-isu Sosiosaintifik</b> Arum Setyaningsih, Sri Rahayu, Fauziatul Fajaroh.....	537
<b>Kajian Keterampilan Argumentasi pada Pembelajaran Kimia Menggunakan ADI Berbasis Konteks</b> Yuli Subekti, Suhadi Ibnu, Subandi .....	549
<b>Kajian tentang Potensi Strategi <i>Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)</i> dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa</b> Angga Puspitaningrum, Endang Budiasih, Yudhi Utomo .....	563
<b>Mengembangkan Kemampuan <i>Scientific Explanation</i> melalui Pembelajaran Kimia dengan POGIL Berkonteks <i>Socioscientific Issues (SSI)</i></b> Fitri Aldresti, Sri Rahayu, Fauziatul Fajaroh .....	571
<b>Hubungan Pemanfaatan Media <i>ScreenCast-O-Matic</i> Melalui <i>Lesson Study Of Learning Community (LSLC)</i> untuk Meningkatkan Kompetensi Pedagogik Mahasiswa PPL Pendidikan Kimia</b> Hironimus Tangi .....	582
<b><i>Community of Inquiry</i> dalam <i>Blended Learning</i> untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Kimia</b> Indira Wahyu Alfaterra, Surjani Wonorahardjo, Suharti .....	591
<b>Efektifitas Strategi Inkuiri Terbimbing, Inkuiri Terbimbing Berorientasi Proses (POGIL) dan Verifikasi dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Keseimbangan Kimia</b> Qory Laila Rusda, Suhadi Ibnu, Nazriati .....	596
<b>Keyakinan Pedagogik Guru Kimia Madrasah Aliyah dalam Menerapkan Pembelajaran Literasi Sains</b> Teguh Hendri Ariyanto, Sri Rahayu, Yahmin .....	603
<b>Pengaruh Urutan Penyajian Representasi dalam Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar Siswa</b> Trining Puji Astutik, Suhadi Ibnu, Effendy .....	609
<b>Efektivitas Penerapan Pendekatan <i>Contextual Teaching And Learning (CTL)</i> yang Diintegrasikan dengan Modul Paktikum IPA SMP pada Materi Pokok Bahan Kimia Rumah Tangga pada Siswa SMPK Muder Teresa Oebufu</b> Yanti Rosinda Tinenti .....	618
<b>Pengembangan Instrumen Asesmen Pemahaman Konseptual Berorientasi <i>Higher Order Thinking Skills (HOTS)</i>, Keterampilan Proses Sains, dan Sikap terhadap Sains pada Bahan Kajian</b>	

<b>Hidrokarbon dan Minyak Bumi</b> Dwi Isnaini Amin, Sutrisno, Darsono Sigit .....	639
<b>Efektivitas Penggunaan Modul Elektronik Senyawa Hidrokarbon Berbasis Mind Map dengan Pendekatan <i>Learning Cycle</i> 5 Fase terhadap Hasil Belajar Siswa SMA Kelas X SMA Negeri 2 Lumajang</b> Fenti Eka Nurulia .....	650
<b>Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Core (<i>Connecting, Organizing, Reflecting and Extending</i>)</b> Ririn Eva Hidayati .....	661
<b>Pengembangan Instrumen Asesmen Berpikir Kritis pada Materi Asam Basa untuk Siswa SMA</b> M. Muchson, Sri Rahayu, Dwi Agusningtyas .....	672
<b>Analisis Kebutuhan Buku Suplemen Kimia Berbasis Kearifan Lokal Suku Asmat Papua</b> Henie Poerwandar Asmaningrum, Kamariah .....	681
<b>Analisis Pelaksanaan Perkuliahan Kimia Organik 1 (Studi Kasus Perkuliahan Kimia Organik 1)</b> Hayuni Retno Widarti, Siti Marfuah, Rini Retnosari .....	702
<b>Kesalahan Konsep Klasifikasi Materi dan Perubahannya pada Siswa Kelas VII SMPN 2 Ngadiluwih Kabupaten Kediri</b> Dyah Waluyati .....	712
<b>Pemahaman Konsep Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan (Ksp) pada Peserta Didik Program 4, 5, dan 6 Semester SMAN 3 Malang</b> Lailatus Sholikhah, Fariati, Herunata .....	718
<b>Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Kolaboratif terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa Kelas XI MIA MAN 1 Malang pada Materi Larutan Penyangga</b> Mentari Arie Dian Safitri, Ridwan Joharmawan, Mohammad Sodik Ibnu ....	723
<b>Pengaruh Kemampuan Penalaran Formal terhadap Hasil Belajar Kimia Dasar Materi Pokok Larutan Penyangga Mahasiswa Semester II Program Studi Pendidikan Kimia Tahun Akademik 2016/2017</b> Vinsensia H.B.Hayon, Theresia Wariani, Alfons Bunga Naen .....	731
<b>Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (<i>Higher Order Thinking Skills</i>) Siswa pada Materi Hidrolisis Garam Kelas XI SMA</b> Ririn Iswanti, Endang Budiasih, dan Parlan .....	737
<b>Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Melalui Model Pembelajaran <i>Learning Cycle</i> 5E –<i>Think Pair Share</i> pada Materi Larutan Penyangga</b> Dewi Lestarani, Endang Budiasih, Siti Marfu'ah .....	748

<b>Pengembangan LKS berbasis Kreativitas bagi Siswa SMA Kelas X dalam Membuat Alat Pendeteksi Banjir Sederhana</b> Wawan Wahyu, Ali Kusrijadi, Dede Hamjah .....	759
<b>Penerapan Kotak Asam-Basa untuk Meningkatkan Karakter dan Prestasi Belajar Kimia Siswa SMP</b> Atik Joedanarni .....	768
<b>Potensi Strategi <i>Process Oriented Guided Inquiry Learning</i>(POGIL) dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep pada Materi Ikatan Kimia</b> Aldila Candra Kusumaningrum, Subandi, Endang Budiasih.....	781
<b>Konsep Modul Gambar Proses (MC-GP) pada Pembelajaran Sistem Koloid Berbasis SCL di Sekolah Menengah</b> Ika Iffah Ilmiah, Sutarto, Nuriman.....	790
<b>Peningkatan Kualitas Pembelajaran Matakuliah Dasar-dasar Kimia Analisis melalui Strategi <i>Think Pair Share</i> (TPS) – <i>Problem Posing</i> dengan Pemberian <i>Advance Organizer</i> (AO)</b> Endang Budiasih, Dedek Sukarianingsih, dan M. Su'aidy .....	802



Findiyani E.A., dkk\_Pembelajaran Kimia

## Strategi Analogi dalam Pembelajaran Praktikum Sel Volta

Findiyani Ernawati Asih, Suhadi Ibnu, Suharti  
Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5, Malang 65145  
*e-mail: asih.ernafind@gmail.com*

**Abstrak:** Strategi analogi di dalam pembelajaran praktikum dapat dimanfaatkan untuk memperjelas fenomena makroskopis. Setengah sel oksidasi dan setengah sel reduksi pada rangkaian sel volta menghasilkan voltase, hanya dipahami sebagai perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Strategi analogi dapat mengeksplicitkan fenomena mikroskopis dan simbolik melalui penyajian konsep analog yang familiar dan memiliki kemiripan dengan konsep target. Konsep analog berupa aliran air terjun atau aliran dana antara bank dan nasabah peminjam dapat dipergunakan untuk menjelaskan konsep target aliran elektron. Penyajian deskripsi persamaan dan perbedaan antara kedua konsep (target dan analog) diperlukan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pemahaman konsep. Strategi analogi diharapkan mempermudah peserta didik untuk mengkonstruksi dan mencapai pemahaman konsep.

**Kata kunci:** analogi, sel volta, pemahaman konsep

**Abstract:** The purpose of using analogy in laboratory practice was to explain macroscopic phenomenon. Reduction and oxidation half-cells in voltaic cell produce voltage which was just understood by students as a change from chemical energy to electrical energy. Analogy strategy could make microscopic and symbolic phenomenon easier for students to understand by presenting analog concepts which was more familiar for students and which had similarity with target concepts. The chosen analog concepts were waterfall flow or finance flow of a bank which can be used to explain electron flow as target concept. Explanation of similarity and difference of target and analog concept which were needed to minimize misconception. Analogy strategy could be expected help students construct the concept and reach conceptual understanding.

**Keywords:** analogy, voltaic cell, conceptual understanding

Kurikulum 2013 berbasis pendekatan saintifik menuntut kemandirian peserta didik dalam membangun pengetahuan. Pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan saintifik sebagai langkah mencapai tujuan pembelajaran IPA yaitu memahami konsep secara ilmiah (Wisudawati & Sulistyowati, 2014). Sel elektrokimia merupakan salah satu materi kimia yang penting untuk dipahami secara benar oleh peserta didik, karena menyangkut konsep dasar dan aplikatif. Sel elektrokimia (sel volta) sebagai konsep dasar untuk mempelajari konsep korosi dan pencegahannya (Puskurbuk, 2013). Sel volta merupakan konsep aplikatif mengenai

pemanfaatan sumber energi listrik (baterai *handphone* dan aki mobil) (Effendy, 2012), sehingga perlu dipahami secara benar.

Fakta di lapangan, pemahaman peserta didik terhadap materi sel volta dikategorikan rendah berdasarkan miskonsepsi yang teridentifikasi oleh penelitian terdahulu. Garnett dan Treagust (1992) mengidentifikasi miskonsepsi peserta didik yaitu elektron mengalir dari anoda melalui larutan elektrolit dan melewati jembatan garam menuju ke katoda. Interpretasi terhadap aliran elektron yang secara kasat mata tidak dapat dilihat, diduga sebagai penyebab peserta didik mengalami kesulitan belajar. Kesulitan belajar disebabkan oleh faktor eksternal dan faktor internal (persepsi/penafsiran peserta didik) (Mulyadi, 2010).

Faktor eksternal penyebab kesulitan belajar yaitu pembelajaran konvensional kurang melibatkan peserta didik untuk mengkonstruksi konsep. Kompetensi dasar sel volta yaitu menganalisis proses aliran elektron dan distribusi ion mengharuskan adanya kegiatan praktikum. Praktikum sel volta dapat memberikan pemahaman makroskopis berupa pengamatan nilai voltase, sebagai akibat adanya perubahan energi kimia menjadi listrik. Namun fakta di lapangan, praktikum sel volta bersifat verifikatif dan lebih menekankan aspek simbolik berupa persamaan reaksi redoks.

Sel volta perlu diajarkan dengan pembelajaran saintifik yang memfasilitasi adanya kegiatan praktikum bersifat konstruksi konsep. Pembelajaran inkuiri dapat diharapkan sebagai alternatif yang dapat mengarahkan siswa mengkonstruksi konsep berdasarkan pengamatan hasil praktikum. Hasil penelitian Suyono (2014) menyatakan bahwa inkuiri terbukti efektif mengarahkan peserta didik mengkonstruksi konsep, sehingga dapat memberikan pemahaman yang lebih baik. Jenis inkuiri yang sesuai diterapkan pada peserta didik jenjang SMA di Indonesia adalah inkuiri terbimbing. Hasil penelitian Sulistina dkk. (2010) menyatakan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing lebih efektif dibandingkan inkuiri terbuka dengan rerata skor hasil belajar kognitif yang tinggi.

Faktor internal penyebab kesulitan belajar yaitu persepsi peserta didik terhadap materi. Sel volta merupakan salah satu submateri kimia yang memiliki karakteristik konsep yang abstrak (Ozmen, 2004; Nahum, dkk., 2004; Kaplan, dkk., 2015), sehingga diduga sering menimbulkan miskonsepsi. Johnstone (1993) menyatakan bahwa kurangnya pemahaman terhadap aspek mikroskopis, sebagai penyebab miskonsepsi. Peserta didik perlu memiliki kemampuan untuk menginterpretasikan fenomena aliran elektron, distribusi ion, dan spesi kimia yang mengalami reaksi redoks pada sel volta.

Berdasarkan teori perkembangan kognitif Piaget, peserta didik SMA sudah memasuki taraf berpikir formal dan memiliki kemampuan menginterpretasikan fenomena mikroskopis. Namun faktanya, mayoritas peserta didik masih mengalami kesulitan menjelaskan fenomena yang tidak tampak dilihat. Hasil penelitian Winarti (1998) menyatakan bahwa sebesar 27% mahasiswa tahun pertama belum mampu menyelesaikan soal yang menyangkut gambaran mikroskopis. Winarti (1998) menyatakan bahwa terdapat hubungan signifikan antara kemampuan berpikir

formal dengan pemahaman konsep peserta didik dengan koefisien korelasi 0,37. Kemampuan berpikir formal peserta didik yang tergolong rendah, cenderung membutuhkan *scaffolding* untuk memvisualisasikan aspek mikroskopis. Marais (2011) menyimpulkan bahwa pembelajaran perlu memanfaatkan strategi untuk memvisualisasikan konsep abstrak.

Ormrod (2009) menyatakan analogi sebagai bentuk *scaffolding* dapat membantu peserta didik memberikan gambaran terkait fenomena elektrokimia yang tidak tampak dilihat. Strategi analogi melalui penyajian fenomena familiar (konsep analog) yang memiliki kemiripan dengan fenomena konsep target. Hasil penelitian Abel & Halenz (1992) menyimpulkan bahwa pembelajaran melalui analogi sederhana dapat mengarahkan peserta didik memperoleh pemahaman konsep dengan baik. Contoh: peserta didik yang mengalami kesulitan menjelaskan penyebab adanya aliran elektron pada sel volta dapat terbantu dengan penyajian analog berupa aliran air terjun (Effendy, 2012) dan aliran dana di dalam masyarakat. Harrison dan Treagust (2006) menyatakan bahwa ketika analogi diterima oleh peserta didik, maka terjadi kegiatan menyocokkan analogi dengan lingkungan sosial sehingga bermakna. Hasil penelitian Muhajir (2008) menyimpulkan bahwa pembelajaran menggunakan analogi bergambar pada materi laju reaksi dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Pembelajaran dengan analogi diduga mampu memvisualisasikan aspek mikroskopis dari sel volta yaitu aliran elektron.

Tujuan dilakukan telaah mengenai strategi analogi yaitu sebagai alternatif *scaffolding* yang diharapkan mampu memvisualisasikan aspek mikroskopis dari sel volta. Peserta didik diharapkan akan lebih mudah belajar sel volta apabila diawali dengan pengamatan aspek makroskopis berupa nyala lampu sebagai indikator adanya aliran elektron yang dihasilkan oleh reaksi redoks antar kedua setengah sel. Peserta didik diarahkan menuliskan persamaan reaksi redoks sebagai aspek simbolik bahwa aliran elektron dihasilkan dari spesi yang teroksidasi dan diterima oleh spesi yang tereduksi. Ruang lingkup telaah mengenai konsep analog yang dikembangkan dapat dipergunakan sebagai salah satu alternatif memvisualisasikan aspek mikroskopis sel volta dan dapat memberikan kebermaknaan belajar, karena konsep analog berupa fenomena familiar.

### **Strategi Analogi dalam Pembelajaran Sel Volta**

Kompetensi dasar sel volta yaitu memahami proses yang terjadi di dalam rangkaian setengah sel oksidasi dan setengah sel reduksi (Puskurbuk, 2013). Pembelajaran sel volta memerlukan kegiatan praktikum yang diduga lebih bermakna, apabila data hasil percobaan dimanfaatkan sebagai pendorong peserta didik untuk mengkonstruksi konsep. Hal ini dapat difasilitasi melalui pelaksanaan pembelajaran inkuiri terbimbing, karena dapat meningkatkan kinerja akademik peserta didik (Villagonzalo, 2014) dan pemerolehan pengetahuan secara kolaboratif (Sen, dkk., 2015).

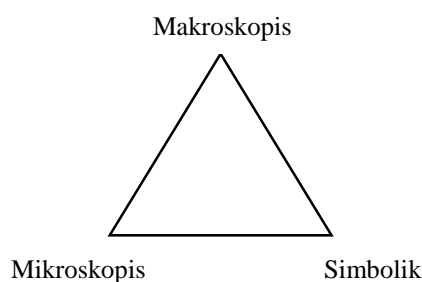
Langkah pembelajaran inkuiri terbimbing dapat mengeksplicitkan tiga aspek pemahaman kimia (makroskopis, mikroskopis, dan simbolik) dari sel volta. Hanson (2006) mendeskripsikan bahwa pembelajaran inkuiri terbimbing terdiri dari fase *orientation*, *exploration*, *concept formation*, *application*, dan *closure*. Pembelajaran inkuiri terbimbing lebih terstruktur melalui adanya langkah pembelajaran mengeksplisitkan pengetahuan awal melalui penyajian fenomena pada fase *orientation*. Peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi pengetahuan pada fase *exploration* melalui kegiatan praktikum/non praktikum dengan mengamati data. Peserta didik diarahkan untuk mengkonstruksi konsep pada fase *concept formation* berdasarkan pengamatan pada fase *exploration*. Fase *exploration* dan fase *concept formation* sebagai fase terpenting di dalam pembelajaran inkuiri, karena penentu konstruksi konsep peserta didik.

Pada fase *exploration*, peserta didik dapat mengamati data melalui kegiatan praktikum/non praktikum (Hanson, 2006), sebagai bentuk aspek makroskopis, contohnya praktikum sel volta dengan jembatan garam dan tanpa jembatan garam yang tampak terlihat perbedaan pergerakan jarum voltmeter (kekonstanan nilai voltase). Johnstone (1993) menyatakan bahwa proses berpikir akan lebih mudah melalui apa yang tampak untuk diindera (pengamatan). Pengamatan terhadap kedua percobaan tersebut dapat dipergunakan sebagai data untuk mengkonstruksi konsep bahwa terdapat aliran elektron pada kedua percobaan dan ada/ tidak adanya jembatan garam mempengaruhi pergerakan nilai voltase pada voltmeter (spesi kimia yang terkandung di dalam jembatan garam berperan di dalam proses sel volta/ keseimbangan distribusi ion).

Pada fase *concept formation*, peserta didik mulai memantapkan pemahaman konsep yang diperoleh (Hanson, 2006) dengan diberikan pertanyaan mengenai aspek mikroskopis dan simbolik. Johnstone (1993) menyatakan bahwa aspek mikroskopis menyebabkan peserta didik kesulitan menginterpretasi fenomena yang tidak tampak dilihat (aliran elektron dan distribusi ion), sehingga memerlukan *scaffolding* yang dapat memvisualisasikan konsep yang abstrak (Gabel, 2003). Analogi sebagai salah satu alternatif yang diharapkan dapat memvisualisasikan aliran elektron dan distribusi ion dalam sel volta. Ormrod (2009) menyatakan bahwa analogi dapat memvisualisasikan konsep abstrak. Salah satu contoh konsep analog berupa aliran air terjun mempermudah peserta didik membangun imajinasi bagaimana elektron mengalir di dalam sel volta. Air terjun mengalir secara spontan dari dataran tinggi menuju dataran rendah karena ada perbedaan energi potensial gravitasi antar kedua dataran. Konsep analog tersebut dapat bermanfaat memvisualisasikan bagaimana elektron mengalir dalam sel volta karena adanya perbedaan energi potensial antar kedua elektroda.

Pada fase *application*, peserta didik dapat melakukan transfer belajar (Hanson, 2006) melalui penyelesaian soal tipe *exercise* atau *problem* menyangkut fenomena sel volta. Kemudian perwakilan peserta didik mempresentasikan hasil diskusi dan melakukan refleksi pembelajaran pada fase *closure*. Skema strategi





**Gambar 2. Tiga Komponen Dasar Kimia**

Peserta didik mentransformasi fenomena kimia/informasi yang dapat diindera (makroskopis), kemudian menjelaskan proses tersebut dalam lingkup partikulat (atom, molekul) dan melakukan penerjemahan ke dalam simbol/persamaan kimia (Wu, dkk., 2000).

Proses berpikir tentang aliran elektron dalam sel volta misalnya akan lebih mudah apabila dimulai dari fenomena makro, yang meliputi fenomena yang dapat diamati/tampak/nyata secara kasat mata, yaitu jarum voltmeter dapat bergerak apabila dihubungkan dalam rangkaian tertutup sel volta dengan jembatan garam. Kemudian proses berpikir mengarah ke mikroskopis dan simbolik, yang membutuhkan pemahaman lebih mendalam. Fenomena mikroskopis melibatkan molekul, partikel, atom, yaitu aliran elektron dihasilkan akibat adanya perbedaan potensial antara kedua setengah sel. Fenomena mikroskopis sering menimbulkan kesalahan pemahaman, apabila peserta didik kesulitan memvisualisasikan fenomena partikulat (Johnstone, 1993), contohnya adanya pengaruh harga potensial reduksi standar terhadap kecenderungan arah aliran elektron dari satu elektroda menuju elektroda lain. Fenomena simbolik meliputi persamaan reaksi setengah sel oksidasi di anode dan setengah sel reduksi di katode.

Fakta di lapangan, menunjukkan bahwa peserta didik kesulitan menginterpretasikan fenomena mikroskopis dan simbolik dari sel volta. Garnett dan Treagust (1992) mengidentifikasi miskonsepsi yang dialami peserta didik, yaitu: kesalahan penentuan anoda dan katoda, kecenderungan aliran elektron, fungsi jembatan garam sebagai tempat mengalirnya elektron, dan muatan pada anoda dan katoda. Peserta didik membutuhkan kemampuan memahami aspek mikroskopis, agar tidak menimbulkan kesalahan pemahaman dalam menginterpretasikan fenomena makroskopis berdasarkan hasil percobaan (Chima & Onyebuchi, 2011). Johnstone menyatakan bahwa kesulitan pada salah satu level representasi, akan mempengaruhi pemahaman konseptual peserta didik pada level representasi lain (Sirhan, 2007). Hal ini sebagai dampak dari pembelajaran konvensional yang mengutamakan aspek makroskopis dan simbolik. Pergeseran pembelajaran ke arah konstruktivistik sangat diperlukan, dimana guru dapat memberikan *scaffolding* berupa strategi yang diduga dapat digunakan sebagai alternatif memvisualisasikan fenomena dari elektrokimia.

## Strategi Analogi sebagai Alternatif *Scaffolding* di dalam Pembelajaran

Analogi merupakan pembelajaran yang mendeskripsikan kesamaan antara konsep target dengan konsep analog (Goh & Chia, 1985). Konsep analog dapat berupa fenomena sehari-hari yang memiliki kedekatan/ kemiripan dengan konsep target, sehingga diduga dapat memvisualisasikan konsep abstrak.

Orgill dan Bodner menyatakan bahwa pembelajaran analogi dapat membantu peserta didik memahami konsep yang abstrak (Pienta, dkk., 2005). Pembelajaran analogi dapat memberikan pemahaman yang mendalam (Goh & Chia, 1985). Contoh: peserta didik mengkonstruksi konsep aliran elektron yang berlangsung spontan pada reaksi redoks dengan harga potensial sel yang positif, dapat divisualisasikan melalui penyajian analog berupa aliran air terjun yang juga memiliki energi potensial gravitasi berharga positif. Analogi akan berjalan dengan baik apabila analog yang digunakan dapat dipahami/dikenal oleh peserta didik (Bodner, 2014). Glynn merumuskan langkah-langkah *Teaching with Analogi* (TWA) (Chima & Onyebuchi, 2011:2): (1) memperkenalkan konsep target (unfamiliar) yang akan dipelajari, (2) mengisyaratkan konsep analog (familiar) dari daya ingat peserta didik, (3) mengidentifikasi kemiripan/persamaan antara konsep target dengan konsep analog, (4) melakukan deskripsi kemiripan/persamaan antara konsep target dengan konsep analog, (5) membuat kesimpulan, dan (6) mengidentifikasi keterbatasan/perbedaan antara konsep target dengan konsep analog.

Langkah-langkah TWA tidak harus berurutan seperti di atas, tetapi langkah 5 dan 6 dapat dibalik. Pembelajaran analogi akan lebih baik apabila langkah 6 dilakukan lebih dahulu daripada langkah 5 dengan tujuan menghindari kesimpulan yang berpotensi miskonsepsi (Harrison & Treagust, 1993). Pembelajaran analogi perlu memunculkan pengetahuan awal peserta didik yang berkaitan dengan konsep target, untuk mempermudah pemahamannya (Brown & Clement, 1989). Glynn menyatakan bahwa pembelajaran analogi dapat mengembangkan perluasan pengetahuan berupa proses kognitif yang mengkonstruksi hubungan antara apa yang diketahui dengan hal yang baru (Sharma & Sharma, 2015:559). Pembelajaran analogi memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan pembelajaran analogi ialah: (1) dapat memvisualisasikan konsep abstrak, sehingga peserta didik lebih mudah memahami konsep target melalui persamaan dan perbedaan dengan konsep analog (Goh & Chia, 1985), (2) memberikan pemahaman mendalam bagi peserta didik, karena terjadi proses pemaknaan secara personal (Harrison & Treagust, 2006a), (3) analogi dapat melatih pemecahan masalah, membuat eksplanasi, atau mengkonstruksi argument (Orgill & Bodner dalam Pienta, dkk., 2005), dan (4) dapat menimbulkan retensi ingatan terhadap konsep lebih lama dan masuk dalam memori jangka panjang (Supasorn & Promarak, 2014).

Kekurangan pembelajaran analogi yaitu: (1) dapat menimbulkan miskonsepsi bagi peserta didik apabila analog yang digunakan tidak memiliki kemiripan sedekat mungkin dengan konsep target (Harrison & Treagust, 2006a),

(2) penjelasan konsep target melalui konsep analog akan menimbulkan kebingungan kepada peserta didik yang memiliki latar belakang pengalaman yang berbeda, apabila analogi yang digunakan kurang dapat dipahami oleh seluruh kalangan peserta didik (Chima & Onyebuchi, 2011). Pemahaman yang kurang tersebut, disebabkan oleh analogi (pemanfaatan representasi aktifitas kehidupan sehari-hari) belum *familiar* di dalam benak peserta didik, dan (3) analogi membutuhkan waktu lebih banyak untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk memahami visualisasi analog terhadap konsep target (Harrison & Treagust, 1993).

### Konsep Analog dan Konsep Target Sel Volta

Penyajian konsep analog dengan konsep target melalui deskripsi persamaan dan perbedaan antara keduanya. Konsep analog yang dimanfaatkan untuk memvisualisasikan konsep target, memiliki karakteristik yaitu kedua konsep tersebut memiliki kemiripan yang dekat dan fenomena analog familiar bagi peserta didik. Konsep analog yang disajikan pada fase *concept formation* untuk mempermudah peserta didik mengkonstruksi konsep dan memaknai pengamatan data percobaan pada fase *exploration*.

Submateri sel volta memiliki kompetensi dasar 3.4 menganalisis proses yang terjadi dan melakukan perhitungan zat atau listrik yang terlibat pada suatu sel volta serta penerapannya dalam kehidupan. Ketercapaian kompetensi dasar yaitu menganalisis proses yang terjadi di dalam sel volta (aliran elektron dan distribusi ion), maka diperlukan praktikum sel volta dengan jembatan garam dan tanpa jembatan garam. Konsep analog yang dikembangkan untuk memvisualisasikan aspek mikroskopis berdasarkan pengamatan praktikum sel volta sebagai aspek makroskopis dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Pengamatan Rangkaian Sel Volta dengan dan tanpa Jembatan Garam**

Aspek	Sel Volta	
	dengan Jembatan Garam	tanpa Jembatan Garam
Elektroda yang terhubung dengan kutub negatif voltmeter (anode)	Zn	
Elektroda yang terhubung dengan kutub positif voltmeter (katode)	Cu	
Voltase yang terbaca	1,00V	Tidak ada voltase
Kondisi pergerakan jarum voltmeter selama 5 menit	Pergerakan jarum konstan	Jarum tidak bergerak
Kondisi akhir warna larutan CuSO <sub>4</sub>	Biru muda	Biru

Berdasarkan pengamatan tersebut, akan timbul ide dalam diri siswa bahwa aliran elektron di dalam sel volta sangat dipengaruhi oleh keberadaan jembatan garam. Reaksi redoks tidak akan berjalan secara terus menerus apabila terdapat



kelebihan muatan positif pada larutan di sekitar anode dan kelebihan muatan negatif pada larutan di sekitar katode. Peserta didik akan mengeksplorasi pengetahuannya bahwa keseimbangan distribusi ion antara kedua setengah sel perlu dijaga. Penyajian konsep analog dan konsep target yang dapat membantu peserta didik memahami aliran elektron dan distribusi ion (fungsi ada tidaknya jembatan garam) dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2. Deskripsi Konsep Analog dan Konsep Target (Aliran Elektron pada Sel Volta)**

Konsep Target	Konsep Analog 1	Konsep Analog 2
Aliran elektron pada sel volta	Aliran air terjun Air terjun mengalir dari atas tebing menuju ke bawah tebing, karena adanya perbedaan energi potensial gravitasi antara kedua dataran	Aliran dana di dalam masyarakat mengalir dari pihak bank yang memiliki banyak uang menuju ke nasabah peminjam yang kekurangan uang untuk keperluan usaha
<b>Persamaan</b>		
Aliran terjadi akibat perbedaan potensial antar kedua titik Aliran berlangsung dengan sendirinya (secara alamiah)		
<b>Perbedaan</b>		
Elektron mengalir dari potensial lebih tinggi	air terjun mengalir dari atas tebing dengan potensial gravitasi menuju ke bawah tebing dengan potensial gravitasi yang rendah	Aliran dana mengalir dari pihak bank dengan potensi keuangan tinggi menuju ke nasabah peminjam dengan potensi keuangan yang rendah
<b>Kesimpulan</b>		
Mengapa terjadi aliran elektron pada reaksi redoks di dalam rangkaian sel volta? .....		

**Tabel 3. Deskripsi Konsep Analog dan Konsep Target (Distribusi Ion pada Sel Volta/ Pengaruh Keberadaan Jembatan Garam)**

Konsep Target	Konsep Analog
Fungsi jembatan garam	Fungsi penambahan pupuk ZA ( $ZnSO_4$ /garam bersifat asam) ke tanah berpH basa dan penambahan kapur ( $CaCO_3$ /garam bersifat basa) ke tanah berpH asam
<b>Persamaan</b>	
Kelebihan muatan negatif harus diimbangi dengan penambahan muatan positif dan juga sebaliknya Kelebihan sifat asam pada tanah harus dinetralkan dengan penambahan kapur dan juga sebaliknya	
<b>Perbedaan</b>	
Kation dan anion jembatan garam ( $KNO_3(aq)$ ) dapat terdistribusi secara alamiah ke larutan elektrolit yang kelebihan muatan positif atau negatif	Penambahan pupuk ZA atau kapur ke dalam tanah bergantung pada pH tanah, yang dilakukan secara sengaja untuk menjamin pertumbuhan tanaman
<b>Kesimpulan</b>	
Jelaskan fungsi dari jembatan garam pada rangkaian sel volta! .....	

## SIMPULAN

Strategi analogi di dalam pembelajaran praktikum sel volta diharapkan bermanfaat memudahkan peserta didik menginterpretasi fenomena mikroskopis (aliran elektron dan distribusi ion) berdasarkan pengamatan nyala lampu/ nilai voltase sebagai aspek makroskopis. Praktikum akan lebih bermakna apabila

mengarahkan peserta didik untuk melakukan pengamatan (aspek makroskopis) dan menuliskan persamaan reaksi redoks (aspek simbolik), yang digunakan untuk mengkonstruksi konsep proses aliran elektron dan distribusi ion yang terjadi pada sel volta. Aliran elektron dan distribusi ion termasuk fenomena yang tidak tampak dilihat, sehingga diduga menyebabkan peserta didik tidak mudah melakukan interpretasi mengenai fenomena tersebut. Proses konstruksi konsep akan lebih mudah, apabila peserta didik diberi *scaffolding* berupa strategi analogi yang diduga dapat memvisualisasikan fenomena aliran elektron melalui penyajian analogi berupa aliran air terjun dan aliran dana di dalam masyarakat. Penyajian analogi berupa penambahan pupuk ZA atau kapur pada tanah pertanian yang ber-pH basa atau asam diharapkan dapat mempermudah mengkonstruksi konsep fungsi jembatan garam dalam menjaga keseimbangan distribusi ion antar kedua setengah sel.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Abel, K.B & Halenz, D.R. 1992. Enzyme Activity: A Simple Analogi. *Journal of Chemical Education*, 69(1): 9.
- Asnawi, R. 2015. *Miskonsepsi pada Materi Elektrokimi Ditinjau dari Kemampuan Berpikir Ilmiah Siswa*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Bodner, G. M. 1986. Constructivism: A Theory of Knowledge. *Journal of Chemical Education*, (63): 873-878.
- Brown, D. & Clement, J. 1989. Overcoming Misconceptions Via Analogical Reason-Ning (Factors Influencing Understanding in A Reaching Experiment). *Instructional Science*, 18:237-261.
- Chima, I., B. & Onyebuchi, O.E. 2011. Using Culturally-Based Analogical Concepts in Teaching Secondary School Science: Model of a Lesson Plan. *International Journal of Science and Technology Education Research*, 2(1): 1 – 5.
- Effendy. 2012. *A Level Chemistry for Senioe High School Students Volume 3*. Malang: Indonesian Academic Publishing.
- Gabel, D. 2003. Enhancing the Conceptual Understanding of Science. *Winter Educational Horizons*.
- Garnett, P. J. & Treagust, D. F. 1992. Conceptual Difficulties Experienced by Senior High School Students of Electrochemistry: Electrochemical (Galvanic) and Electrolytic Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10): 1079-1099.
- Goh & Chia. 1985. The Use of Analogies in Teaching and Learning Chemistry. *Teaching and Learning*, 6(1): 39-43.
- Hanson, D. M. 2006. *Foundations of Chemistry: Applying POGIL Principles*. Lisle IL: Pacific Crest.

- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. 1993. Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10): 1291-1307.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. 2006. Teaching And Learning With Analogies: Friend or Foe?. *Metaphor and Analogy in Science Education*, 11-24.
- Johnstone, A. H. 1993. The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9): 701-705.
- Kaplan, A., Oztruck, M., & Ocal, M.F. 2015. Relieving of Misconceptions of Derivative Concept with Derive. *International Journal of Research in Education and Science*, 1(1): 64-74.
- Kozma, R.B. & Russel, J. 1997. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9): 949-968.
- Marais, A.F. 2011. Overcoming Conceptual Difficulties in First-year Chemistry Students by Applying Concrete Teaching Tools. *S. Afr. J. Chem.*, 64: 151-157.
- Muhajir. 2008. *Pengaruh Penggunaan Analogi Bergambar Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI IPA SMA Laboratorium Universitas Negeri Malang pada Materi Pokok Laju Reaksi*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Mulyadi. 2010. *Diagnosis Kesulitan Belajar & Bimbingan terhadap Kesulitan Belajar Khusus*. Yogyakarta: Nuha Litera.
- Nahum, T. L., Hofstein, A., Mamlok, R., & Bardov, Z. 2004. Can Final Examinations Amplify Students' Misconceptions in Chemistry?. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3): 301-325.
- Ormrod, J. 2009. *Psikologi Pendidikan Membantu Siswa Tumbuh dan Berkembang*. Jakarta: Erlangga.
- Ozmen, H. 2004. Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2).
- Petrucci, Hardwood, Herring, & Madura. 2011. *Kimia Dasar: Prinsip-Prinsip Dan Aplikasi Modern Edisi ke Sembilan Jilid 3*. Terjemahan oleh Suminar Setiati Achmadi. Jakarta: Erlangga.
- Pienta, N., Cooper, M., & Greenbowe, T. 2005. *Chemists' Guide to Effective Teaching: The Role of Analogies in Chemistry Teaching (chapter 8 pp. 90-105.)*. Prentice-Hall: Upper Saddle River, SNY.
- Pratiwi, G.S. 2015. *Pengaruh Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) VS Pendekatan Verifikasi dan Keterampilan Penalaran Ilmiah terhadap Pemahaman Konseptual, Algoritmik, dan Grafik dalam Materi*

- Kesetimbangan Kimia pada Siswa SMA Kelas XI IPA*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Pusat Kurikulum dan Buku. 2013. *Kurikulum 2013*. Jakarta: Depdikbud.
- Puskurbuk. 2013. *Pendekatan Pembelajaran Tematik Terpadu di Sekolah Dasar*. Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang: Kemendikbud.
- Sanger, M.J. 1996. *Identifying, Attributing, And Dispelling Student Misconceptions in Electrochemistry*. Disertasi diterbitkan secara online. Iowa State University.
- Sen, Yilmaz, & Geban. 2015. The Effects of Process Oriented Guided Inquiry Learning Environment On Students' Self-Regulated Learning Skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 66.
- Sharma, R.M. & Sharma, A. 2015. Observations from Secondary School Classrooms in Trinidad and Tobago: Science Teachers' Use of Analogies. *Science Education International*, 25(4): 557-572.
- Sirhan, G. 2007. Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2).
- Sulistina, O., Dasna, I.W., & Iskandar, S.M. 2010. Penggunaan Metode Pembelajaran Inkuiri Terbuka dan Inkuiri Terbimbing dalam Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Siswa Kelas X SMA Laboratorium Malang. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 17(1): 82-88.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. 2015. Supporting Students in Learning with Multiple Representation to Improve Student Mental Models on Atomic Structure Concepts. *Science Education International*, 26(2): 104-125.
- Supasorn, S. & Promarak, V. 2014. Implementation of 5E Inquiry Incorporated with Analogy Learning Approach to Enhance Conceptual Understanding of Chemical Reaction Rate for Grade 11 Students. Paper on *Chemistry Education Research and Practice*.
- Suyono. 2014. *Misconception Prevention of Senior High School Students on Chemistry Concepts Using Several Inquiry-Based Learning Models*. Makalah disajikan dalam Proceeding of International Conference On Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences 2014, Yogyakarta State University, 18-20 Mei 2014.
- Villagonzalo, E.C. 2014. *Process Oriented Guided Inquiry Learning: An Effective Approach in Enhancing Students' Academic Performance*. Makalah disajikan dalam DLSU Research Congress 2014 De La Salle University, Manila, Philippines.
- Winarti, A. 1998. *Analisis Pemahaman Konsep Asam Basa melalui Penggambaran Mikroskopis dan Hubungannya dengan Kemampuan Berpikir Formal Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP UNLAM Banjarmasin*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Malang.

- Wisudawati, A. W. & Sulistyowati, E. 2014. *Metodologi Pembelajaran IPA*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wu, H., Krajcik, J.S., & Soloway, E. 2000. *Promoting Conceptual Understanding of Chemical Representations: Students' Use of a Visualization Tool in the Classroom*. Paper Presented at The Annual Meeting of the National Association Of Research In Science Teaching, New Orleans LA, April 28-Mei 1.