

PEMBELAJARAN KIMIA ANALITIK DASAR BERBASIS MULTIMEDIA BAGI MAHASISWA CALON GURU KIMIA

Sri Haryani, Agung Tri Prasetya, M Alauhdin

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Email: haryanimail@gmail.com

Abstract. *This research aims to design multimedia based teaching materials model of Basic Analytical Chemistry that oriented on the explanation of macroscopic and microscopic level and symbolic, and its implementation to improve the mastery of science concepts and labwork skills of student teacher candidates. The subjects consisted of 27 and 30 students of chemistry education study program who take Basic Analytical Chemistry lecture as control and experimental group respectively. Quasi-experimental design with pretest - posttest control group used in this study, and the differences of pre and post-tests result were assumed as the effects of the treatment. Mastery of concepts and skills of science process measured by description test was analyzed by comparing the value of the normalized gain (N-gain), whereas questionnaires students feedback was analysed with descriptive percentage. Learning basic analytical chemistry using a CD-oriented learning material that oriented on the structure of matter on acid-base and permanganometric titration can improve mastery of concepts and skills of science proces. The highest indicators of science process skills was classifying and the lowest was hypothesize capabilities. The advantages of learning implementations were increasing mastery of the concepts and science process skills and making a fun learning experience among the students.*

Keywords: *multimedia, basic analytical chemistry, science process skills*

PENDAHULUAN

Upaya peningkatan kualitas pembelajaran dalam pendidikan sains di berbagai jenjang pendidikan telah dan akan dilakukan secara terus menerus. Salah satu peningkatan kualitas pembelajaran adalah peningkatan kemampuan profesional guru untuk selalu dapat mengikuti perkembangan sosial siswa sehingga tujuan pendidikan dapat tercapai. Lembaga penghasil guru harus meningkatkan kualitas pembelajaran bagi calon guru untuk menguasai pengeta-

huan, keterampilan, dan kemahiran yang ketika digunakan di kelas memperlihatkan adanya peningkatan mutu pengajaran dan keberhasilan belajar siswanya (Corrigan & Haberman, 1990). Salah satu pengetahuan yang harus dimiliki guru untuk meningkatkan profesinya adalah pengetahuan konten atau pengetahuan materi subyek. Pengetahuan konten berperan penting bagi calon guru sebagai bekal untuk dapat mengajar secara efektif (Harlen, 1999). Pengetahuan konten kimia mempunyai karakteristik khas yang berbeda dengan pengeta-

huan konten lainnya yakni menghendaki adanya hubungan konseptual antara representasi makroskopis, mikroskopis, dan simbolis. Jika ketiga aspek tersebut tidak muncul secara proporsional dalam pembelajaran kimia maka akan ditemui kesulitan dalam mempelajarinya. Kesulitan-kesulitan yang dialami di lapangan, baik oleh guru, mahasiswa calon guru maupun siswa yang mempelajari kimia sangat mungkin disebabkan oleh hal tersebut (Gabel, *et al*, 1987).

Di antara ketiga level ilmu kimia tersebut tampaknya penjelasan level mikroskopik belum mendapat perhatian dalam pembelajaran kimia di kelas. Padahal penjelasan level tersebut dapat membantu siswa untuk memahami level yang paling abstrak yaitu level simbolik. Atau dengan kata lain, level mikroskopik merupakan jembatan antara level makroskopik dan simbolik. Akibat dari kurangnya perhatian terhadap pembahasan level mikroskopik dalam pembelajaran, tidak mengherankan bila hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa siswa memiliki penguasaan yang kurang pada level tersebut (Sopandi dan Murni, 2007). Kurangnya penguasaan level mikroskopik perlu dihindari karena dapat menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep kimia (Williamson dan Abraham, 1995).

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Negeri Semarang adalah mahasiswa yang dipersiapkan sebagai calon guru. Semestinya para calon guru mempunyai suatu desain pembelajaran yang menarik untuk memahami konsep-konsep kimia, ada aplikasinya dalam kehidupan siswa, sehingga intertekstualitas kimia yang mencakup antara level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dapat disampaikan kepada siswa dalam pembelajaran kimia. Mata kuliah bidang studi untuk calon guru kimia dengan konten yang sangat mirip dengan apa yang diberikan di SMA adalah mata kuliah Kimia Dasar. Sementara itu matakuliah yang

tergabung dalam kelompok bidang keahlian yang sangat erat kaitannya dengan mata kuliah Kimia Dasar adalah matakuliah Kimia Analitik Dasar dan praktikum kimia analitik dasar. Sepanjang pengalaman peneliti sebagai pengampu kedua mata kuliah serta didasarkan hasil penelitian Haryani, dkk (2007), walaupun mahasiswa telah melakukan praktikum kimia (makroskopik), namun mereka lemah dalam mengeksplanasi terhadap konsep-konsep dasar yang berkaitan dengan praktikum, lemah dalam mengeksplanasi prosedur yang dilakukan, serta kurang mampu mengeksplanasi terhadap gejala yang teramati. Kelemahan tersebut terkait dengan lemahnya penjelasan level mikroskopik atau dengan kata lain level mikroskopik tidak berkembang. Kelemahan eksplanasi tersebut karena di samping pola pelaksanaan praktikum yang dilakukan, juga karena panduan praktikum yang bersifat verifikatif (Haryani, 2008).

Solusi yang tepat untuk mengatasi masalah dengan mengembangkan model pembelajaran yang berorientasi pada struktur berbasis multimedia. Pembelajaran yang berorientasi pada struktur dapat membantu siswa mempelajari ketiga level dalam belajar kimia yang meliputi kegiatan mengamati level makroskopik, melihat visualisasi level mikroskopik yang kemudian direpresentasikan dalam bentuk bahasa simbolik. Bila pembelajaran seperti di atas dikembangkan dengan berbasis multimedia dimana teks, suara, gambar, animasi, dan video ada di dalamnya maka hal tersebut dapat mendukung upaya perubahan paradigma tugas guru (calon guru kelak) di kelas dari yang sifatnya sebagai sumber ilmu yang utama menjadi sebagai fasilitator, dan hanya memberikan bimbingan pada saat siswanya memerlukan bantuan. Dengan berperan sebagai fasilitator dan pembimbing, guru sudah menyiapkan siswa untuk kelak dapat memanfaatkan sumber-sumber informasi yang tersedia dan tidak terpaku hanya pada sumber informasi dari guru.

Dalam penelitian ini, penguasaan level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik akan diupayakan melalui pengembangan model pembelajaran kimia yang berorientasi pada struktur dengan menggunakan multi media dalam bentuk CD pembelajaran. Selanjutnya menurut Arsyad (2002) media komputer dan internet cukup bagus untuk digunakan dalam pembelajaran yang banyak mengandung konsep-konsep, prinsip, prosedur, dan sikap siswa; sehingga penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa dapat lebih meningkat. Berdasarkan studi PISA juga terungkap bahwa penggunaan multi media sebagai produk teknologi informasi dan komunikasi berhubungan erat dengan pencapaian akademik yang tinggi (Harrison, *et. al* dalam OECD, 2009). Penelitian ini secara umum ditujukan untuk merancang sebuah model bahan ajar Kimia Analitik Dasar berbasis multimedia yang berorientasi pada struktur yakni penjelasan level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, serta pengaruh implementasi terhadap peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa calon guru.

METODE PENELITIAN

Subyek penelitian adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia yang mengontrak Mata Kuliah Praktikum Kimia Analitik Dasar masing-masing 27 orang untuk kelompok kontrol dan 30 orang untuk kelompok eksperimen. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan desain *Pretes – Postes Control Group Design*. Perbedaan antara tes awal dan tes akhir diasumsikan sebagai efek dari perlakuan. Data keterampilan proses sains (KPS) dan penguasaan konsep diperoleh sebelum dan sesudah perlakuan. Pengumpulan data digunakan dua instrumen, yakni tes tertulis, dan kuesioner. Tes berupa soal uraian untuk mengetahui penguasaan konsep dan keterampilan proses sains maha-

siswa, baik sebelum (*pretes*) maupun sesudah (*postes*) implementasi yang diolah dan dianalisis untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa dengan uji gain ternormalisasi

Pengukuran penguasaan konsep dan KPS menggunakan tes bentuk uraian dengan skor hasil belajar berada dalam rentangan 0-100. Indikator keberhasilan ditandai jika semua mahasiswa telah mencapai minimal angka 65. Jenis KPS yang diungkap meliputi berkomunikasi, memprediksi, menyimpulkan, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, mengklasifikasi, dan merancang percobaan. Kuesioner dimanfaatkan untuk mengetahui pendapat mahasiswa terhadap implementasi pembelajaran, serta keunggulan dan kelemahan model pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini secara umum ditujukan untuk merancang sebuah model bahan ajar Kimia Analitik Dasar berbasis multimedia yang berorientasi pada struktur yakni penjelasan level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, serta pengaruh implementasi terhadap peningkatan penguasaan konsep dan KPS mahasiswa calon guru. Penelitian diawali dengan melakukan serangkaian kegiatan untuk mengembangkan model model bahan ajar Kimia Analitik Dasar yang melibatkan tim dosen pengampu, asisten, serta mahasiswa. Model pembelajaran menggunakan *software* yang dihasilkan dapat menampilkan animasi makroskopik dan mikroskopik dari konsep asidi alkalimetri, permanganometri, dan iodometri yang menggambarkan keadaan molekular dari fenomena ketiga konsep tersebut yang meliputi cara melakukan titrasi, pengamatan hasil titrasi, data hasil percobaan, grafik, dan latihan soal-soal uraian yang kesemuanya dapat mendukung penguasaan konsep dan keterampilan proses sains mahasiswa. Data rerata penguasaan konsep dan % N-g untuk kelompok kontrol dan eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan Tabel 2 menyajikan rerata % N-g KPS, dan Tabel 3 untuk tanggapan mahasiswa.

Tabel 1. Rerata nilai penguasaan konsep kelompok kontrol dan eksperimen

Tes	Kelompok mahasiswa	Tertinggi	Terendah	Rerata keseluruhan	% N-g	kategori
pretes	kontrol	78	20	47,42		
postes	kontrol	81	35	57,14	27,22	rendah
pretes	eksperimen	76	20	46,71		
postes	eksperimen	81	50	68,85	58,72	sedang

Tabel 2. Rerata nilai KPS

kelompok	% Ng							Rerata	Kategori
	1	2	3	4	5	6	7		
kontrol	28,58	25	30,15	35	20,06	28,25	23,50	27,22	rendah
eksperimen	71,52	60,38	69,10	64,55	29,05	65	50	58,72	sedang

Keterangan:

1. Berkomunikasi,
2. Memprediksi
3. Menyimpulkan
4. Mengajukan pertanyaan
5. berhipotesis
6. Mengklasifikasi
7. Merancang percobaan

Tabel 3. Rerata skor tanggapan mahasiswa kelompok eksperimen

Uraian	Rerata			
	SS	S	TP	TS
Jumlah	39	231	70	0
%	11.47	67.94	20.59	0.00

Keterangan: (SS = sangat setuju; S = setuju; TP = tidak ada pendapat; TS = tidak setuju;

Data awal pretes untuk kelompok kontrol dan eksperimen memiliki kecenderungan yang hampir sama (Tabel 1), sedangkan nilai rerata postes untuk kelompok kontrol dan eksperimen masing-masing kelompok memiliki kecenderungan yang berbeda. Hasil perhitungan gain ternormalisasi diperoleh % N-gain rata-rata mahasiswa kelompok eksperimen lebih tinggi dibanding kelompok kontrol baik untuk penguasaan konsep maupun keterampilan proses sains, dan keduanya menunjukkan

perbedaan yang signifikan. Data pada Tabel 1, yakni rerata % N-gain ternormalisasi penguasaan konsep kelompok kontrol termasuk kategori rendah, sementara untuk kelompok eksperimen termasuk kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis multimedia mempengaruhi penguasaan konsep mahasiswa, sehingga intertekstualitas kimia yang mencakup level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik dapat disampaikan kepada mahasiswa. Melalui implementasi model

pembelajaran ini materi dapat dilihat secara visual, dinamis, dan tiga dimensi sehingga merupakan model mental yang kaya informasi dan akan memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep, terutama konsep-konsep yang bersifat abstrak dan bersifat proses, dan dalam memecahkan masalah (Williamson dan Abraham, 1995).

Matakuliah ini diberikan sesudah Kimia Dasar, namun faktanya nilai pretes untuk soal sederhana yang berkaitan dengan Kimia Dasar masih cukup rendah. Sebagai contoh, mahasiswa mengetahui bahwa beberapa garam seperti perak klorida dan barium sulfat sukar larut dalam air, namun ketika ditanya mengapa kelarutan perak klorida menjadi besar dalam amonia, pada umumnya tidak bisa menjelaskan. Demikian juga, mahasiswa tidak bisa menjelaskan apa arti titik akhir titrasi dalam penentuan kadar suatu zat. Pada konsep volumetri tersebut, mahasiswa juga lemah dalam menjelaskan hubungan persamaan reaksi dengan stoikiometri larutan maupun perhitungan kadar yang dicapai pada volume tertentu. Padahal, gejala kimia yang dapat diamati pada level makroskopik tersebut dapat dijelaskan dengan perilaku dan sifat-sifat partikel pada level mikroskopik.

Kelemahan eksplanasi mahasiswa dalam menjelaskan hubungan persamaan reaksi dengan stoikiometri larutan, maupun perhitungan kadar yang dicapai pada volume tertentu dapat ditekan melalui model pembelajaran ini. Hal ini sesuai pendapat bahwa efektifitas belajar sangat dipengaruhi gaya belajar dan bagaimana cara belajar. Menurut Bobbi DePorter (1999) 10% informasi diserap dari apa yang kita baca, 20% dari apa yang kita dengar, 30% dari apa yang kita lihat, 50% dari apa yang kita lihat dan dengar, 70% dari apa yang kita katakan, 90% dan apa yang kita katakan dan lakukan. Pembelajaran model ini memenuhi persyaratan sebagai media karena terkait dengan atau adanya kemampuan yang terkait dengan video, audio, teks, grafik, simu-

lasi, dan animasi seperti yang dikemukakan para peneliti di atas.

Rerataan pencapaian % N-gain untuk KPS dalam hal berhipotesis masih dalam kategori rendah berturut-turut kelompok kontrol dan eksperimen 20,06 dan 29,06. Hal ini disebabkan mahasiswa belum terbiasa merumuskan hipotesis, meskipun hasil kelompok eksperimen lebih baik dari kelompok kontrol. KPS lain yang masih nampak kurang untuk kelompok kontrol yakni merencanakan percobaan, dengan % N-gain 23,50. Ditinjau dari pendapat para ahli tentang perencanaan percobaan seperti Semiawan, C (1994), mengatakan bahwa keterampilan merencanakan percobaan merupakan salah satu tujuan yang perlu dikembangkan karena kegiatan praktikum tidak hanya sekedar melakukan kegiatan manual dengan atau tanpa alat-alat, melainkan juga mentransfer kegiatan merencanakan kegiatan ilmiah, merumuskan pertanyaan serta merancang percobaan. Sementara itu menurut Harlen *et al.* (1995) keterampilan merencanakan percobaan merupakan keterampilan yang terintegrasi, mulai dari menentukan variabel, merumuskan masalah berdasarkan variabel yang telah ditentukan, membuat hipotesis serta merancang percobaannya itu sendiri yang menyangkut aspek alat dan bahan, penentuan arah kerja dan langkah kerja, serta penentuan fakta apa yang harus dicatat, diukur, atau diamati. Seorang siswa tidak akan dapat mengembangkan keterampilan proses sainsnya sebagaimana direkomendasikan dalam KTSP dengan baik, jika tidak dilatih dalam bidang studi yang dipelajarinya (Meyers, 1986). Dengan demikian, guru-guru dalam semua disiplin ilmu memegang peranan penting dalam mengembangkan keterampilan proses sains siswa di samping penguasaan konsep tentunya. Dalam penelitian ini ada empat enam indikator keterampilan proses sains yang dikembangkan yaitu berkomunikasi, memprediksi, menyimpulkan, mengajukan pertanyaan, berhipotesis, mengklasifikasi,

dan merancang percobaan. Data penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan keterampilan proses sains pada kelas eksperimen dengan prosentase yang jauh lebih tinggi. Artinya bahwa pembelajaran berbasis multimedia membantu mahasiswa calon guru dalam membuat pertimbangan-pertimbangan untuk menarik suatu kesimpulan dengan benar, memprediksi, berkomunikasi, mengklasifikasi, dan merancang percobaan

Dari data penelitian dapat diketahui bahwa pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains calon guru lebih baik dibandingkan pembelajaran konvensional. Setiap indikator mengalami peningkatan yang hampir seragam kecuali berhipotesis, artinya model pembelajaran yang dibuat sesuai untuk mengukur indikator keterampilan proses sains yang telah disebutkan sebelumnya. Indikator yang mengalami peningkatan tertinggi adalah berkomunikasi Hal ini merupakan implikasi dari kemampuan penalaran logis yang juga ikut berkembang. Peningkatan kemampuan memprediksi dan mengajukan pertanyaan selanjutnya dapat digunakan mahasiswa untuk meningkatkan kemampuannya dalam merancang percobaan. Kemampuan lain yang juga mengalami peningkatan tinggi yakni menyimpulkan, hal ini disebabkan oleh model pembelajaran yang dibuat banyak melatih mahasiswa membuat dan menarik kesimpulan. Beberapa simulasi yang terdapat dalam model pembelajaran memberikan kesempatan yang cukup besar kepada mahasiswa untuk belajar membuat perkiraan dan mencoba sendiri membuktikan kebenaran perkiraannya. Terbuktinya perkiraan yang dibuat mahasiswa dapat memotivasi mahasiswa untuk belajar lebih lanjut. Sedangkan jika perkiraan yang dibuat belum tepat, mahasiswa dapat segera memprediksi kemungkinan penyebabnya dan bagaimana memperbaikinya.

Keberhasilan dalam usaha meningkatkan penguasaan konsep serta keterampilan proses

sains mahasiswa calon guru melalui pembelajaran berbasis multimedia sesuai dengan pendapat Meyers (1986) yang mengungkapkan bahwa penguasaan konsep dan keterampilan proses sains tidak berkembang tanpa usaha yang secara eksplisit dan disengaja ditanamkan dalam pengembangannya. Seorang siswa tidak akan dapat mengembangkan keterampilan proses sains dengan baik jika tidak dilatih dalam bidang studi yang dipelajarinya. Sementara itu berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa kesulitan peserta didik belajar kimia banyak disebabkan karena kurangnya penguasaan siswa mengenai apa yang terjadi pada tingkatan mikroskopik ini (Williamson dan Abraham, 1995). Oleh karena itu upaya peningkatan penguasaan level mikroskopik yang dilakukan dengan mengembangkan model pembelajaran kimia yang melibatkan level mikroskopik dalam penelitian ini dapat meningkatkan tingkat berfikir mahasiswa, terbukti dari % N-gain yang dihasilkan. Hal ini didukung pernyataan Ambrogi *et al.*, (2008), bahwa untuk meningkatkan minat siswa dan memotivasi mereka dibutuhkan suatu strategi yang baik yang melibatkan topik-topik sains terkini dan mutakhir.

Keunggulan dari pembelajaran dasar kimia analitik berbasis multimedia dibanding pembelajaran konvensional menurut siswa antara lain memperoleh pengalaman belajar yang menyenangkan, dan memperoleh banyak ilmu. Dari hasil kuesioner nampak bahwa persentasi setuju, jauh lebih besar dari option lainnya yakni tidak ada pendapat, dan tidak setuju. Hal ini mengisaratkan bahwa melalui pembelajaran dasar kimia analitik berbasis multimedia mendorong mahasiswa aktif dalam pembelajaran, serta melatih pemecahan masalah yang sangat berguna dalam kehidupannya kelak terutama terkait kemampuan mengajar, serta merupakan pembelajaran yang menyenangkan. Secara umum dari respon siswa terungkap dari angket siswa, memberikan gambaran umum model pembel-

ajaran berbasis multimedia komputer pada konsep asidi alkalimetri, dan permanganometri mendapatkan respon positif dari mahasiswa. Respon positif mahasiswa diungkapkan juga bahwa mahasiswa menyukai pembelajaran dengan *software* yang diimplementasikan merupakan salah satu indikasi terciptanya lingkungan belajar yang efektif.

Kendala yang dihadapi peneliti adalah masalah waktu penelitian yang relatif singkat antara diterimanya penelitian dengan pelaksanaan penelitian. Harapan peneliti dapat menghasilkan 2 proposal penelitian mahasiswa, namun demikian belum bisa terlaksana karena untuk akhir semester VII para mahasiswa sudah membuat merancang proposal bahkan siap mengambil data. Sementara itu untuk semester V bimbingan penulisan proposal belum bisa kami laksanakan, baru bisa mempersiapkan nama-nama mahasiswa, dan negosiasi pelaksanaan bimbingan penulisan proposal.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Model bahan ajar Dasar Kimia Analitik yang dirancang menghasilkan CD pembelajaran yang berorientasi level berorientasi penjelasan level makroskopik, mikroskopik, dan simbolik untuk topik volumetri sub topik titrasi asidi alkalimetri dan permanganometri, dilengkapi alat ukur KPS dan penguasaan konsep. Implementasi dapat meningkatkan penguasaan konsep dan KPS mahasiswa lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang belajar secara konvensional. Indikator keterampilan proses sains yang mengalami peningkatan tertinggi adalah kemampuan berkomunikasi dan membuat kesimpulan, sedangkan terendah pada dua indikator yaitu kemampuan berhipotesis dan merancang percobaan. Keunggulan implementasi model di samping meningkatkan penguasaan konsep, dan keterampilan proses sains, juga memperoleh pen-

galaman belajar yang menyenangkan. Dengan demikian pembelajaran menggunakan CD pembelajaran ini sangat potensial diterapkan di lapangan dalam rangka meningkatkan kualitas proses pembelajaran

Saran

Hasil penelitian ini merupakan informasi berharga untuk memperhatikan pentingnya meningkatkan kuantitas dan kualitas penjelasan level mikroskopik melalui CD pembelajaran yang disiapkan secara baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambrogi, P., Caselli, M., Montalti, M., and Venturi, M. 2008. Make sense of nanotechnology and nanotechnology. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9, 5-10.
- Bobbi DePorter. 1999. *Quantum Learning*. Jakarta: Kaifa
- Corrigan, D.C. & Haberman, M. 1990. *The Contacts of Teacher Education*. In Houston (Ed), *Handbook of Research on Teacher Education, A Project of The Association of Teacher Educators*. New York: Macmillan
- Gabel, D.L. Samuel, K.V & Hunn, D. 1987. Understanding the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695-697
- Harlen, W. 1992. *The Teaching of Science*. London: David Fulton Publisher.
- Haryani, S. 2008. Analisis Pelaksanaan dan Hasil Belajar Praktikum Kimia Analitik Instrumen. *Makalah* diseminarkan pada seminar Nasional kerjasama UNS-UN-DIP-UNNES Oktober th 2008
- Haryani, S. Prasetya, AT, & Wardani, S. 2007. Penugasan Perencanaan Percobaan pada Praktikum Dasar-dasar Kimia Analitik untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Calon Guru. *Makalah* diseminarkan pada seminar

- Nasional kerjasama UNDIP-UNNES-UNS Oktober th 2007
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). 2009. *PISA 2009 Assesment Framework: Key Competencies in Reading, Mathematics, and Science*, Perancis: OECD 2009.
- Semiawan, C. 1994. *Pendekatan Keterampilan Proses Bagaimana Mengaktifkan Siswa dalam Belajar*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Sopandi, W. dan Murniati. 2007. Microscopic Level Misconceptions on Topic Acid Base, Salt, Buffer, and Hydrolysis: A Case Study at a State Senior High School, *Makalah Seminar Internasional yang diselenggarakan PPS UPI Bandung pada Oktober 2007*.
- Williamson, V.M. & Abraham, M.R. 1995. The Effects of Computer Animation on Particulat Mental Models of College Chemistry Students. *Journal of Research Science Teaching*, 32 (5), 521-534