

## EFEKTIVITAS PEMBELAJARAN ELEKTROKIMIA SMA DENGAN INKUIRI TERBIMBING BERBANTUAN MULTIMEDIA TERHADAP PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN ALGORITMIK

Anik Widarti<sup>1</sup>, Subandi<sup>2</sup>, Munzil<sup>3</sup>

1 Program Pascasarjana Pendidikan Kimia Universitas Negeri Malang

2 Prodi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

3 Prodi Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang

Email : anik\_kin@yahoo.com, subandi.fmipa@um.ac.id, munzil.fmipa@um.ac.id

### Abstract

The purpose of this research was to examine the differences of conceptual and algorithmic understanding between the students who learned using guided inquiry strategy as the experimental group and the students who learned verification strategy as the control group. The learning process in both classes was provided with multimedia. The students' cognitive achievement was taken using objective tests. The data was analysed using t-test. The research result showed that: (1) conceptual understanding level of students who learned using guided inquiry strategy was (average score of 59.06) higher than that of students who learned using verification strategy (average score of 36.27), (2) algorithmic understanding level of students who learned using guided inquiry strategy was (average score of 72.38) higher than that of students who learned using verification strategy (average score of 44.36).

**Keywords:** Conceptual Understanding, Algorithmic Understanding, Guided Inquiry

### Abstrak

Tujuan penelitian untuk menguji perbedaan: pemahaman konseptual dan algoritmik siswa yang dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing (sebagai kelompok eksperimen) dengan strategi verifikasi (sebagai kelompok kontrol). Pembelajaran pada kedua kelas dibantu dengan multimedia. Data hasil belajar kognitif menggunakan tes objektif. Teknik analisis data melalui uji beda (uji t),  $\alpha = 5\%$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) tingkat pemahaman konseptual siswa yang dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing (rerata skor 59,06) lebih tinggi dibanding siswa yang dibelajarkan dengan strategi verifikasi (rerata skor 36,27), (2) tingkat pemahaman algoritmik siswa yang dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing (rerata skor 72,38) lebih tinggi dibanding siswa yang dibelajarkan dengan strategi verifikasi (rerata skor 44,36).

**Keywords:** Pemahaman Konseptual, Pemahaman Algoritmik, Inkuiri Terbimbing

Diterima: Maret 2017 Diperbaiki: April 2017 Dipublikasi: Agustus 2017

## PENDAHULUAN

Ilmu kimia diantaranya mencakup produk dan proses. Produk ilmu kimia merupakan fakta, konsep, hukum, prinsip, dan teori sedangkan proses kimia merupakan prosedur dalam pemecahan masalah yang meliputi: (1) penemuan atau identifikasi masalah; (2) perumusan hipotesis; (3) perancangan penyelidikan atau eksperimen; (4) pelaksanaan penyelidikan; (5) pengumpulan dan analisis data; (6) penarikan kesimpulan; dan (7) komunikasi hasil penyelidikan (Effendy, 2013).

Berdasarkan karakteristik ilmu kimia tersebut, maka strategi yang dapat digunakan guru kimia dalam pembelajarannya di kelas salah satunya adalah strategi inkuiri terbimbing. Inkuiri terbimbing adalah suatu pendekatan pembelajaran yang menantang siswa untuk menyusun hipotesis dan merancang prosedur percobaan (Yousefzadeh *et al.*, 2007), dan mengujinya dimulai dari mengoleksi data dan mencari langkah kerja, idealnya hipotesis dibentuk sendiri kemudian diuji (Buck *et al.*, 2008). Tujuan utama inkuiri terbimbing adalah membimbing siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri (Sadeh & Zion, 2009). Selanjutnya Gormally *et al.* (2009) juga mengemukakan bahwa pembelajaran dengan pendekatan inkuiri mampu meningkatkan rasa percaya diri siswa. Marchlewicz & Wink (2011) mengungkapkan bahwa dengan menggunakan model aktivitas berbasis inkuiri dalam pembelajaran kimia dapat memberi kesempatan pada siswa untuk mengembangkan pemahaman yang lebih tepat dalam memecahkan masalah. Walker *et al.* (2011) menunjukkan hasil penelitiannya bahwa pembelajaran kimia di laboratorium yang berbasis inkuiri membentuk pemahaman konseptual, sikap kimia dan mendorong siswa untuk mengemukakan pendapatnya. Hofstein *et al.* (2005) mengemukakan bahwa kemampuan bertanya di kelas dengan pembelajaran inkuiri di laboratoium lebih unggul dibanding kelas dengan pembelajaran verifikasi di laboratorium. Pada inkuiri terbimbing, pengajar

mengajukan pertanyaan untuk diinvestigasi, kemudian memberi waktu kepada pebelajar untuk menyampaikan pemecahan masalah yang mungkin dapat dipakai (curah gagasan), pebelajar melakukan investigasi untuk membuktikan pemecahan yang diajukan selanjutnya mencatat hasil observasi dan mengkomunikasikannya kepada teman – temannya (Iskandar, 2011).

Materi pokok elektrokimia tepat dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing, karena fenomena secara makroskopik dapat dipelajari melalui serangkaian kegiatan percobaan. Siswa yang melakukan kegiatan pembelajaran di laboratorium berbasis inkuiri memiliki penguasaan konsep elektrokimia dan sikap yang positif terhadap kimia (Sesen & Tarhan, 2013). Selanjutnya hasil penelitian Karsli & Ayas (2009) pada pembelajaran elektrokimia juga menunjukkan bahwa aktivitas di laboratorium dapat meningkatkan keaktifan siswa selama proses pembelajaran.

Dalam pembelajaran elektrokimia, ada 3 level representasi yang harus dikuasai yakni makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Johnstone, 1993). Disamping itu, topik ini juga memerlukan pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik yang pada tingkat submikroskopik ini bersifat abstrak sehingga menyebabkan siswa yang berada pada tahap berpikir konkret sering mengalami kesulitan belajar (Obomanu & Onuoha, 2012)

Pemahaman konseptual kimia berhubungan dengan kemampuan dalam menjelaskan fenomena kimia menggunakan 3 tingkat representatif yaitu secara makroskopik, mikroskopik dan simbolik (Johnstone, 1993; Pekdag, 2010; dan Ardac & Akaygun, 2004). Tingkat submikroskopik dan simbolik tidak dapat diamati dengan panca indera maka dapat divisualisasikan ke dalam aplikasi elemen multimedia (Osman & Lee, 2012).

Penggunaan animasi komputer merupakan media bagi pengajar untuk mempresentasikan topik-topik sains pada level partikulat dan merupakan teknik untuk pemahaman konseptual (Burke et al., 1998). Dari jawaban hasil posttest dan interview, siswa dapat memberikan penjelasan yang lebih baik terhadap konsep-konsep yang kompleks, abstrak dan dinamis pada pembelajaran materi elektrokimia berbasis instruksi dengan animasi komputer (Talib *et al.*, 2005). Guru dapat menjelaskan konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dengan menggunakan analogi atau model untuk lebih mencapai pemahaman konseptual daripada pemahaman algoritmik (Thiele & Treagust, 1995). Khaeruman (2011) melaporkan bahwa dengan menggunakan media animasi program flash pada pembelajaran elektrokimia juga dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kelas konvensional. Arsani (2007) melaporkan bahwa hasil tes uji kompetensi pada uji coba lapangan terbatas yaitu 83,3% siswa lulus mencapai KKM pada pembelajaran melalui modul elektrokimia dengan menggunakan multimedia.

Berdasarkan uraian tersebut tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan keefektifan pembelajaran elektrokimia untuk siswa SMA dengan strategi inkuiri terbimbing dibandingkan strategi verifikasi (ceramah-praktikum) terhadap pemahaman konseptual dan algoritmik.

## METODE

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan eksperimen semu dengan *post-test only control group design*. Populasi penelitian ini adalah siswa kelas XII IPA. SMA Negeri 1 Pacet tahun pelajaran 2014/2015 terbagi dalam 4 kelas. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan *Purposive Sampling* yaitu menentukan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol yang mempunyai kemampuan awal setara. Dalam hal ini adalah kelas XII IPA1 dan XII IPA2. Kemudian dilakukan undian untuk menentukan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Diperoleh hasil undian kelas XII IPA1 sebanyak 35 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas XII IPA2 sebanyak 37 siswa sebagai kelas kontrol.

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari instrumen perlakuan dan pengukuran. Instrumen perlakuan berupa RPP (rencana pelaksanaan pembelajaran) dan LKS (lembar kegiatan siswa). Menurut silabus SMAN 1 Pacet, alokasi waktu untuk materi elektrokimia adalah (12 x 45 menit) atau 6 kali pertemuan. Sesuai dengan alokasi waktu tersebut, RPP yang digunakan sebagai instrumen perlakuan yaitu RPP1 (inkuiri terbimbing) dan RPP2 (verifikasi) masing-masing untuk 6 kali pertemuan. Instrumen pengukuran adalah instrumen penilaian hasil belajar kognitif (pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik). Validitas isi instrument sebesar 92,4% sehingga dapat dinyatakan bahwa instrumen memiliki tingkat kevalidan yang sangat tinggi. Nilai reliabilitas tes adalah 0,838, termasuk dalam kriteria reliabilitas tingkat tinggi sehingga dapat dipercaya sebagai instrumen penelitian. Instrumen yang digunakan untuk memperoleh nilai kognitif siswa adalah tes berbentuk pilihan ganda dan berjumlah 22 butir soal, yang terdiri dari 11 butir soal untuk pemahaman konseptual dan 11 butir soal untuk pemahaman algoritmik. Hubungan antara tujuan penelitian, data, instrumen dan teknik analisa data disajikan pada Tabel 1

**Tabel 1. Tujuan Penelitian, Data, Instrumen dan Teknik Analisis Data**

Tujuan Penelitian	Data yang Diperoleh	Alat Ukur	Teknik Analisis Data
Mengetahui perbedaan pemahaman konseptual siswa pada kelas inkuiri terbimbing berbantuan multimedia dan pada kelas verifikasi berbantuan multimedia	Hasil belajar kognitif berupa nilai pemahaman konseptual	Tes	Uji-t
Mengetahui perbedaan pemahaman algoritmik siswa pada kelas inkuiri terbimbing berbantuan multimedia dan pada kelas verifikasi berbantuan multimedia	Hasil belajar kognitif berupa nilai pemahaman algoritmik	Tes	Uji-t

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil uji t terhadap tingkat pemahamana konseptual dan tingkat pemahaman algoritmik pada kelas inkuiri terbimbing dan kelas verifikasi terdapat pada dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Ringkasan Uji-t Hasil Pos-tes Tingkat Pemahaman Konseptual dan Tingkat Pemahaman Algoritmik pada Kelas Inkuiri Terbimbing dan Verifikasi**

Strategi	Tingkat Pemahaman	F	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower	Upper
Inkuiri terbimbing Verifikasi	Konseptual	24.852	22.7913	2.9822	.000	16.8434	28.7391
Inkuiri terbimbing Verifikasi	Algoritmik	4.111	28.0181	3.6057	.000	20.8268	35.2094

Berdasarkan hasil analisis tersebut tampak bahwa harga F untuk tingkat pemahaman konseptual adalah 24,852 pada sig. 0,000 atau F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf uji 5% ( $F_{hitung}(24,852) > F_{tabel}(3,980)$ ), sedangkan harga F untuk tingkat pemahaman algoritmik adalah 4,111 pada sig. 0,000 atau F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf uji 5% ( $F_{hitung}(4,111) > F_{tabel}(3,980)$ ), sehingga disimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat pemahaman konseptual dan tingkat pemahaman algoritmik antara siswa yang dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing berbantuan multimedia dengan siswa yang dibelajarkan dengan strategi verifikasi berbantuan multimedia.

Perbedaan tingkat pemahaman konseptual dan tingkat pemahaman algoritmik siswa antara kelas inkuiri terbimbing dan kelas verifikasi dapat dilihat dari rata-rata nilai pos-tes siswa. Rata-rata tingkat pemahaman konseptual siswa dengan strategi inkuiri terbimbing berbantuan multimedia (59,06) adalah lebih tinggi daripada dengan strategi verifikasi berbantuan multimedia (36,27). Rata-rata tingkat pemahaman algoritmik siswa dengan strategi inkuiri terbimbing berbantuan multimedia (72,38) adalah lebih tinggi daripada dengan strategi verifikasi berbantuan multimedia (44,36).

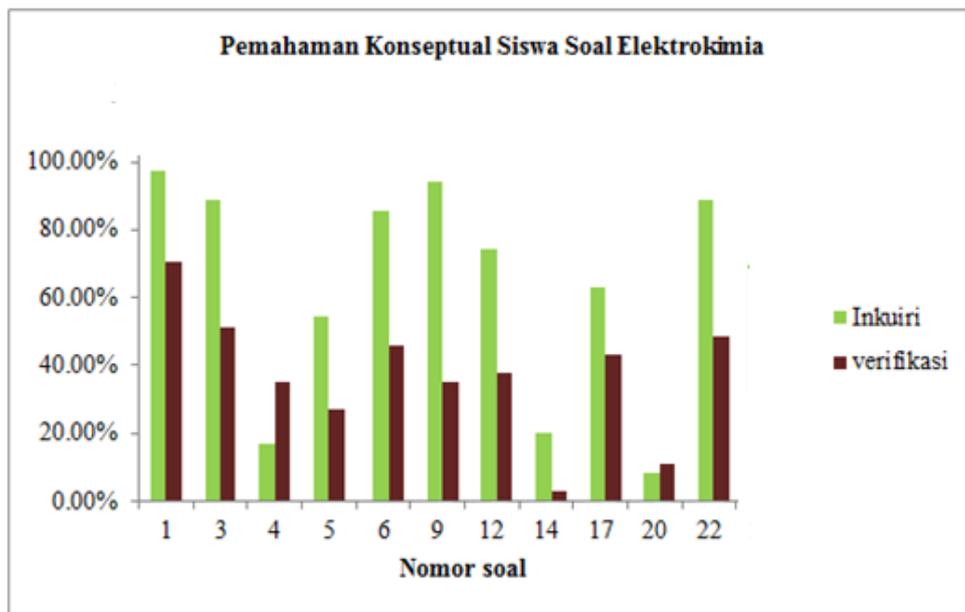
**Tabel 4. Ringkasan Data Hasil Pemahaman Konseptual dan Pemahaman Algoritmik**

Kelas Perihal	Inkuiri Terbimbing		Verifikasi	
	PK	PA	PK	PA
Nilai tertinggi	75.00	83.33	83.34	83.33
Nilai terendah	50.04	41.65	8.34	16.66
Rata-rata	59.06	72.38	36.27	44.36
Standar deviasi	7.09	12.91	16.23	17.24

Keterangan: PK = Pemahaman Konseptual; PA = Pemahaman Algoritmik

**Tingkat Pemahaman Konseptual Siswa**

Hasil tingkat pemahaman konseptual siswa di kelas inkuiri terbimbing dan di kelas verifikasi seperti dalam Gambar 1.



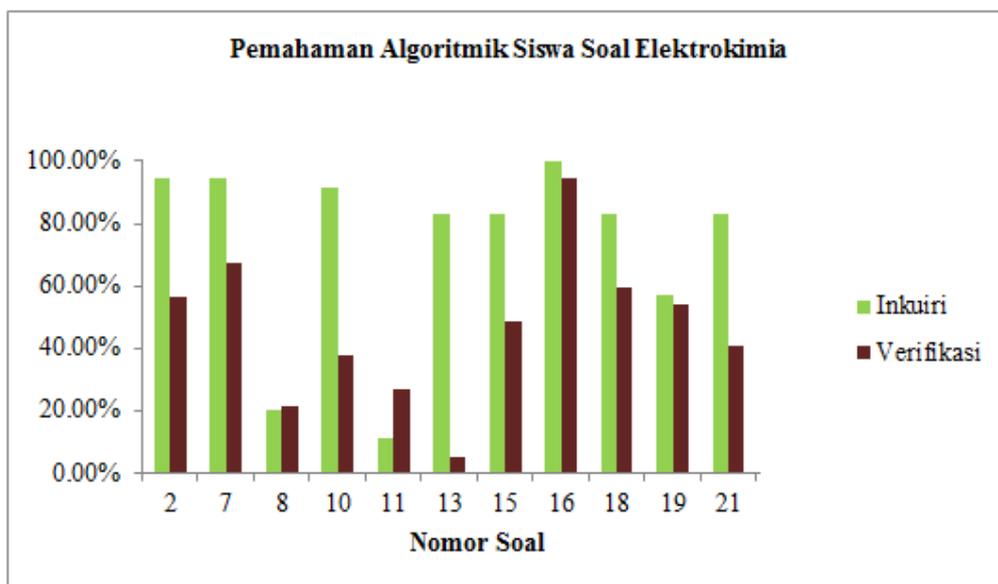
**Gambar 1. Tingkat Pemahaman Konseptual Siswa**

Kelompok siswa yang dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing mencapai hasil belajar pada tingkat pemahaman konseptual yang lebih tinggi dibandingkan strategi verifikasi. Hasil penelitian ini dapat dijelaskan bahwa pada kelas inkuiri terbimbing dalam merumuskan hipotesis selama pembelajaran berlangsung, siswa menggali pengetahuan yang diperoleh baik dari pengalaman pembelajaran sebelumnya maupun dari pengamatan fenomena dalam kehidupan sehari-hari sehingga terjadi pemrosesan informasi masuk dalam struktur kognitif dan akhirnya mengendap dalam memori jangka panjang. Hal ini yang menyebabkan siswa pada kelas inkuiri terbimbing mampu menyelesaikan soal-soal konseptual dengan mudah dibandingkan dengan kelas kontrol.

Pada kelas inkuiri terbimbing, siswa berusaha untuk menemukan konsep atau prinsip dengan bimbingan guru berdasarkan fakta yang diperoleh dari percobaan kemudian menghubungkannya dengan informasi yang diperoleh dari pengamatan multimedia yang ditampilkan sebagai pengetahuan baru yang masuk dalam struktur kognitif siswa sehingga terjadi proses asimilasi dan akomodasi yang seimbang. Hal ini yang menyebabkan siswa pada kelas inkuiri terbimbing mampu menyelesaikan soal-soal konseptual dengan mudah dibandingkan dengan kelas verifikasi. Hal ini mendukung pendapat Brett (2006) dan Rajan & Marcus (2009) yang menyatakan bahwa dengan pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa.

**Tingkat Pemahaman *Algorithmic* Siswa**

Hasil tingkat pemahaman algoritmik siswa di kelas inkuiri terbimbing dan di kelas verifikasi seperti dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tingkat Pemahaman Algoritmik Siswa

Kelompok siswa yang dibelajarkan dengan strategi inkuiri terbimbing mencapai hasil belajar pada tingkat pemahaman algoritmik yang lebih tinggi dibandingkan strategi verifikasi. Dalam penelitian ini dalam satu soal mencakup pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik, siswa yang bisa menyelesaikan soal dengan pemahaman konseptual maka mampu juga menyelesaikan soal dengan pemahaman algoritmik. Seperti terlihat dalam soal untuk nomor 9 dan 13 yang mencakup tingkat pemahaman konseptual sekaligus tingkat pemahaman algoritmik, siswa yang mampu menyelesaikan soal tingkat pemahaman konseptual pada nomor 9 sebesar 94,29% di kelas eksperimen sedangkan di kelas kontrol sebesar 35,15%, sedangkan soal tingkat pemahaman algoritmik pada nomor 13 sebesar 82,86% di kelas eksperimen dan di kelas kontrol sebesar 5,40%.

Pada kelas kontrol tingkat pemahaman algoritmik tidak berbeda jauh dengan kelas eksperimen karena untuk menyelesaikan soal algoritmik hanya dibutuhkan perumusan secara matematika saja tidak perlu pemahaman yang lebih dalam. Pada kelas kontrol rata-rata siswa bisa menyelesaikan soal algoritmik dengan mudah karena kondisi soal yang diberikan sesuai dengan contoh soal yang diberikan oleh guru sehingga siswa cenderung untuk menghafal rumusnya. Soal pemahaman algoritmik dianggap lebih mudah oleh siswa karena tanpa berpikir lebih mendalam hanya diperlukan perhitungan yang sederhana seperti soal nomor 16 untuk sel Volta hanya menghitung potensial sel yang terjadi pada rangkaian sel Volta rata-rata 90% siswa baik kelas inkuiri terbimbing maupun kelas verifikasi mampu menyelesaikannya. Hal ini mendukung pendapat Chiu (2001) dan Gultepe et.al (2013) yang menyatakan bahwa dalam menyelesaikan soal pemahaman algoritmik diperlukan pemahaman konsep kimia dan perhitungan matematika.

Penelitian ini mengalami kendala dalam penerapan strategi pembelajaran inkuiri terbimbing. Kendala yang ditemui peneliti antara lain, siswa masih kesulitan dalam merumuskan hipotesis karena belum terbiasa hanya siswa yang mampu menggali pengetahuan dan memiliki pengalaman dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan topik elektrokimia sehingga guru harus membimbing dan mengarahkan secara perlahan-lahan pada tahap merumuskan hipotesis yang akhirnya dapat berjalan dengan baik. Kendala yang lain adalah waktu yang tersedia kurang mencukupi karena siswa belum terbiasa dengan kegiatan pada fase-fase pembelajaran inkuiri terutama pada fase merumuskan hipotesis, sehingga pembelajaran mengalami perpanjangan 2x pertemuan.

## PENUTUP

Strategi pembelajaran inkuiri terbimbing terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik siswa dibandingkan dengan strategi pembelajaran verifikasi.

Strategi inkuiri terbimbing berbantuan multimedia sangat perlu diterapkan dalam pembelajaran kimia di sekolah untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan pemahaman algoritmik materi kimia yang lain. Waktu pelaksanaan inkuiri terbimbing relatif lama dibandingkan kelas verifikasi, sehingga diperlukan persiapan dan pengaturan yang lebih baik agar dapat berjalan dengan efektif.

**DAFTAR RUJUKAN**

- Ardac, D., & Akaygun, S. (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
- Arsani, I.A. 2007. *Pengembangan modul elektrokimia dengan model multimedia untuk mata kuliah kimia terapan pada jurusan teknik mesin politeknik negeri Bali*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang..
- Gormally, C., Brickman, P., Hallar, B., & Armstrong, N. 2009. Effect of inquiry- based learning on students science literacy skills and confidence. *International Journal for Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2)
- Brett, C. 2006. A diaper a day and what's going on with gaviscon?: two lab activities focusing on chemical bonding concepts. *Journal of Chemical Education*, 83(4): 574-576.
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52-58.
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *J. Chem. Educ.*, 75(12), 1658.
- Chiu, M. H. (2001). Algorithmic problem solving and conceptual understanding of chemistry by students at a local high school in Taiwan. *Proceedings-National Science Council Republic of China Part D Mathematics Science and Technology Education*, 11(1), 20-38.
- Effendy. 2013. Integrasi karakter dalam pembelajaran kimia di sekolah dan perguruan tinggi. *Makalah disajikan dalam Workshop Nasional Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia FMIPA UNESA, Surabaya, 27 April 2013*.
- Gultepe, N., Celik, 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..
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- Iskandar, S.M. 2011. *Pendekatan pembelajaran sains berbasis konstruktivis*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9): 701-704.
- Giganti, P. (2007). Why teach problem solving, Part I: The World Needs Good Problem Solvers!. *ComMuniCator*, 31(4), 15-16.
- Karsli, F. & Ayas, A. 2009. Developing a laboratory activity on electrochemical cell by using 5E learning model for teaching and improving science process skills. *Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES)*, 121-130.
- Khaeruman. 2011. *Keefektifan pembelajaran kooperatif model TGT dengan menggunakan media animasi program flash diukur dengan proses dan hasil belajar kimia pada pokok bahasan elektrokimia siswa kelas XI SMK negeri 1 Singosari*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Program Pasca Sarjana Universitas Negeri Malang.
- Marchlewicz, S. C., & Wink, D. J. (2011). Using the activity model of inquiry to enhance general chemistry students' understanding of nature of science. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1041-1047.
- Obomanu, B. J., & Onuoha, C. O. (2012). Students conceptual difficulties in electrochemistry in senior secondary schools. *Journal of Emerging Trends in Educational Research and Policy Studies*, 3(1), 99.
- Osman, K., & Lee, T. T. (2012). Interactive multimedia module with pedagogical agent in Electrochemistry. *Interactive Multimedia*, 29-48.
- Pekdag, B. (2010). Alternative methods in learning chemistry: Learning with animation, simulation, video and multimedia. *Journal of Turkish Science Education*, 7(2).

- Rajan, N., & Marcus, L. (2009). Student attitudes and learning outcomes from process oriented guided-inquiry learning (POGIL) strategy in an introductory chemistry course for non-science majors: An action research study. *The Chemical Educator*, 14(2), 85-93.
- Sadeh, I., & Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1137-1160.
- Sesen, B. A., & Tarhan, L. (2013). Inquiry-based laboratory activities in electrochemistry: High school students' achievements and attitudes. *Research in Science Education*, 43(1), 413-435.
- Talib, O., Matthews, R., & Secombe, M. (2005). Computer-animated instruction and students' conceptual change in electrochemistry: Preliminary Qualitative Analysis. *International Education Journal*, 5(5), 29-42.
- Thiele, R. B., & Treagust, D. F. (1995). Analogies in chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 17(6), 783-795.
- Walker, J. P., Sampson, V., & Zimmerman, C. O. (2011). Argument-driven inquiry: An introduction to a new instructional model for use in undergraduate chemistry labs. *Journal of Chemical Education*, 88(8), 1048-1056.
- Yousefzadeh, M. J., Martin, E. M., & Rogers, A. L. (2007). A guided-inquiry approach to the general chemistry laboratory. *Chem Educ*, 396398.