

MODUL PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS DAUR BELAJAR TIGA FASE PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MATAKULIAH KIMIA TEKNIK

Dwi Retno Wahyuni¹, Suhadi Ibnu², Munzil Arif²

¹Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

²Pendidikan Kimia-Pascasarjana Universitas Negeri Malang

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima: 09-12-2016

Disetujui: 20-4-2017

Kata kunci:

*developing module;
three phase learning cycle;
thermochemistry;
chemical engineering;
pengembangan modul;
daur belajar tiga fase;
termokimia;
kimia teknik*

ABSTRAK

Abstract: The purpose of this study was to produce module based on three phase learning cycle model for thermochemistry at chemical engineering course, to determine the validity of module development results through the test of readability and expert validation, and to assess the effectiveness of module. The analysis using independent data T test with SPSS 16.0 for windows with p – value < 0.05. The results of this study showed that there was an influence of thermochemistry module based of three phase learning cycle on learning outcomes of university students.

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah menghasilkan modul berbasis model daur belajar tiga fase untuk matakuliah kimia teknik pada materi termokimia, mengetahui kelayakan modul hasil pengembangan melalui uji keterbacaan dan penilaian ahli., dan mengetahui keefektifan modul. Analisis data yang digunakan menggunakan uji t-independent berbantuan program SPSS for Windows versi 16 menunjukkan p - value < Signifikan (2-tailed) sebesar 0.000 < 0.05. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase terhadap hasil belajar mahasiswa.

Alamat Korespondensi:

Dwi Retno Wahyuni
Pendidikan Kimia
Pascasarjana Universitas Negeri Malang
Jalan Semarang 5 Malang
E-mail: retnowahyuni1117@gmail.com

Matakuliah teori untuk kimia teknik meliputi materi lingkup pengukuran dan perhitungan dasar kimia, teori kinetika dan pengukuran gas, termokimia, elektrolisis, sifat dan prinsip konversi energi, teknik elektroplating dan penanggulangan korosi. Sreenivasulu dan Subramaniam (2013) menjelaskan bahwa termokimia merupakan salah satu topik dalam ilmu kimia yang terkait ilmu fisika dengan beberapa prinsip yang ditulis dalam terminologi matematika yang melibatkan penalaran abstrak dan pemahaman yang tidak sederhana sehingga menuntut mahasiswa memiliki pemahaman konseptual dan algoritmik. Konsep termokimia yang membutuhkan pemahaman konseptual, meliputi reaksi eksotermik dan endotermik, jenis entalpi reaksi, persamaan termokimia dan aliran kalor dari sistem ke lingkungan atau sebaliknya. Pemahaman algoritmik dibutuhkan dalam mempelajari konsep perubahan entalpi yang dapat diperoleh melalui data standar entalpi pembentukan, siklus Hess, data energi ikatan, data hasil percobaan kalorimeter, dan hukum pertama Termodinamika.

Chiu (2000) menjelaskan bahwa pemahaman konseptual merupakan kemampuan untuk mengungkapkan materi yang disajikan dalam bentuk yang lebih mudah dipahami, memberikan interpretasi, dan mengaplikasikan materi, sedangkan pemahaman algoritmik lebih mengutamakan pemahaman tentang prosedur atau rumus matematik untuk menghitung atau memecahkan masalah (Zoller, *et al.* 1995). Pemahaman konseptual mahasiswa dapat diukur menggunakan tes pilihan ganda. Pemilihan tes pilihan ganda memiliki kelebihan karena lebih mudah diterapkan, lebih cepat, dan objektif. Selain itu, tes pilihan ganda dapat diterapkan dalam kelas dengan jumlah mahasiswa banyak, namun tes pilihan ganda memiliki keterbatasan dalam penerapannya. Kekurangan dalam penerapan tes pilihan ganda adalah kesulitan dalam menentukan apakah mahasiswa menjawab benar karena telah memahami konsep atau hanya sekedar menebak, serta tingkat pemahaman mahasiswa pada tes pilihan ganda hanya berdasarkan pada jumlah jawaban yang benar (Nabilah, Andayani & Laksmiwati, tanpa tahun). Beberapa peneliti telah mengembangkan tes *two tier* dengan dua tingkat (Chandrasegaran *et al.*, 2007; Chou, C.C & Chiu M.H, 2014; Tan, K.C.D *et al.*, 2002; Tuysuz, C. 2009; Treagust D.F, 2006) yaitu tingkat pertama terdiri atas lima pilihan jawaban dan tingkat kedua terdiri atas pilihan alasan yang mengacu pada tingkat pertama. Tes *two tier* dapat digunakan sebagai alat uji pemahaman konsep termokimia pada matakuliah teori untuk kimia teknik.

Pemahaman konsep kimia dapat ditingkatkan melalui tiga representasi, yaitu makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Representasi makroskopik dapat dipelajari melalui observasi perubahan materi seperti perubahan warna, pH larutan, pembentukan gas dan pengendapan dalam reaksi kimia (Chandrasegaran *et al.*, 2007:294). Level sub-mikroskopik merupakan level partikel yang dapat digunakan untuk mendeskripsikan gerakan elektron, molekul, partikel atau atom (Chittleborough dan Treagust, 2007:274). Devetak *et al.* (2007:2) menjelaskan bahwa pada level simbolik dari konsep kimia seperti simbol unsur, persamaan dan formula kimia, persamaan matematis, grafik, dan skema digunakan untuk mempermudah menjelaskan fenomena kimia yang abstrak.

Konsep kimia dapat dipahami berdasarkan representasi makroskopik, mikroskopik, simbolik melalui media belajar, animasi komputer (Tuysuz, 2010), buku teks (Nyachawya & Wood, 2014), multimedia modul (Tien & Osman, 2013) dan pemahaman algoritmik melalui modul Java (Teller *et al.*, 1998). Pemahaman konsep termokimia mahasiswa teknik dapat ditingkatkan melalui berbagai cara, salah satunya adalah penggunaan bahan ajar dan penerapan model pembelajaran yang tepat.

Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran termokimia pada matakuliah kimia teknik adalah model daur belajar. Dasna dan Sutrisno (2006:69) mengungkapkan model daur belajar akan melibatkan mahasiswa secara langsung pada kegiatan penelitian secara aktif agar terjadi proses asimilasi, akomodasi, dan organisasi dalam struktur kognitif mahasiswa. Pemilihan model daur belajar tiga fase sebagai dasar pengembangan modul karena tahapannya sederhana, mudah dalam penerapan dan memenuhi kriteria pembelajaran konstruktivistik. Model daur belajar dapat menjadi dasar dalam pengembangan bahan ajar.

Bahan ajar dapat berupa buku cetak atau media elektronik. Bahan ajar cetak dapat berupa buku teks, lembar kerja mahasiswa (LKM), handout, dan modul, sedangkan bahan ajar elektronik dapat berupa *media flash*, *power point*, *virtual lab* atau melalui aplikasi handphone. Pengembangan bahan ajar harus tepat sasaran dan sesuai dengan tujuan pembelajaran, artinya bahan ajar harus sesuai dengan karakter mahasiswa teknik. Penerapan bahan ajar berupa modul dapat menjadi alternatif dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa teknik. Dasna dan Sutrisno (2004) menjelaskan pengembangan modul berdasarkan daur belajar tiga fase sebagai berikut. *Pertama*, fase eksplorasi, terdapat serangkaian kegiatan belajar yang dapat dilakukan mahasiswa yaitu: melakukan pengamatan, membaca uraian dan tabel, menganalisa artikel. *Kedua*, fase pengenalan konsep, mahasiswa mendapatkan penjelasan tentang konsep yang ditemukan dan memperoleh informasi yang berhubungan dengan konsep yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari. *Ketiga*, fase penerapan konsep berisi serangkaian kegiatan belajar yang harus dilakukan mahasiswa untuk menerapkan konsep yang dipelajari dalam situasi baru yaitu memecahkan dan menganalisis masalah yang terdapat di dalam artikel atau melakukan percobaan baru. Pemilihan model daur belajar tiga fase sebagai dasar pengembangan modul karena tahapannya sederhana, mudah dalam penerapan dan memenuhi kriteria pembelajaran konstruktivistik.

METODE

Penelitian menggunakan model pengembangan yang dikembangkan oleh Thiagarajan, *et al.* (1974), yaitu model 4D meliputi tahap pendefinisian (*Define*), perancangan (*Design*), pengembangan (*Develop*), dan penyebaran (*Disseminate*). Pengembangan modul pada materi termokimia melalui tahapan berikut. *Pertama*, tahap *define*. Tahap pendefinisian bertujuan untuk menetapkan dan mendefinisikan kebutuhan dalam pengembangan modul. Enam langkah dalam tahapan pendefinisian yang harus dilakukan sebagai berikut. *Pertama*, analisis awal akhir digunakan untuk mengidentifikasi masalah mendasar yang dihadapi oleh dosen matakuliah kimia teknik dalam menyampaikan materi. *Kedua*, analisis pembelajar digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik belajar mahasiswa yang sesuai dengan rancangan dan pengembangan bahan ajar. *Ketiga*, analisis materi termokimia pada kompetensi isi matakuliah kimia teknik. *Keempat*, analisis konsep digunakan untuk mengidentifikasi konsep utama yang akan diajarkan, menyusun secara hierarki, dan merinci konsep menurut tingkatan paling penting dan relevan. *Kelima*, analisis tugas digunakan untuk mengetahui pengetahuan mahasiswa tentang materi termokimia. *Keenam*, spesifikasi tujuan pengembangan bahan ajar digunakan untuk mengonversikan hasil yang telah diperoleh pada langkah analisis konsep dan analisis tugas menjadi tujuan dari pengembangan bahan ajar.

Kedua, tahap *design*. Tahap perancangan bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran yang digunakan. Tahap perancangan memiliki enam tahapan, yaitu penyusunan kriteria bahan ajar, penyeleksian jenis bahan ajar yang dikembangkan yaitu modul, penyusunan RPP sebagai pedoman dalam penyusunan modul, penentuan format modul. Modul dikembangkan berbasis model daur belajar tiga fase yang terdiri fase eksplorasi, pengenalan konsep, dan penerapan konsep, pembuatan prototipe modul, penyusunan instrumen validasi penelitian, seperti tes tertulis, angket, pedoman wawancara, dan lembar observasi.

Ketiga, tahap *develop*. Tahap pengembangan bertujuan untuk menghasilkan modul yang telah direvisi berdasarkan saran dari para ahli. Tahap pengembangan memiliki dua langkah, yakni prototipe modul berbasis daur belajar tiga fase divalidasi oleh para ahli yang berkompeten, yaitu dosen kimia ahli materi termokimia sekaligus ahli desain modul, dan validasi lanjutan dapat dilaksanakan jika modul yang dikembangkan telah layak. Apabila modul dinyatakan belum layak, maka wajib direvisi. Modul yang telah dinyatakan layak oleh dosen ahli dapat diterapkan dalam kelas penelitian.

Hasil validasi kemudian dianalisis. Jika modul dinyatakan tidak layak maka peneliti melakukan revisi sesuai dengan komentar dan saran yang diberikan. Setelah dinyatakan layak oleh dosen ahli dan dosen kimia teknik, selanjutnya dilakukan uji coba terbatas. Uji coba terbatas dilakukan hanya pada kelompok kecil mahasiswa yang bertujuan untuk menyempurnakan modul. Modul hasil revisi dari dosen ahli, dosen kimia teknik dan telah diujicoba terbatas merupakan produk akhir dari pengembangan dan diujicoba di lapangan.

Uji coba lapangan dilaksanakan di kelas matakuliah Kimia Teknik yang ditempuh pada semester pertama program studi Pendidikan Teknik Mesin. Jumlah subjek uji coba pada penelitian ini, yaitu 78 mahasiswa yang terbagi ke dalam kelas eksperimen sebanyak 39 mahasiswa dan kelas kontrol 39 orang. Kelas yang digunakan untuk eksperimen adalah kelas A, sedangkan kelas B dijadikan kelas kontrol.

Tabel 1. Nonequivalent control group design

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
A	O1	X	O2
B	O3		O4

(Sumber: Sugiyono, 2013)

Keterangan:

A= Kelompok eksperimen

B= Kelompok kontrol

O1= *Pretest* kelompok eksperimen

O2= *Posttest* kelompok eksperimen

X= Perlakuan melalui penggunaan modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase

O3= *Pretest* kelompok kontrol

O4= *Posttest* kelompok kontrol

Berdasarkan pemaparan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa langkah awal, pada kelompok kelas kontrol dan kelompok kelas eksperimen diberikan soal *pretest*. Setelah diberikan soal selanjutnya kelompok kelas eksperimen diberikan perlakuan, kemudian setelah diberikan perlakuan akan diberikan soal *posttest*. Pada kelas kontrol tidak diberikan perlakuan oleh peneliti, sedangkan kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan menggunakan modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase. Setelah perlakuan dilakukan langkah selanjutnya adalah pemberian soal *posttest* kepada kedua kelompok kelas kontrol maupun kelas eksperimen untuk mengetahui hasil belajar mahasiswa.

Untuk pengumpulan data pada ranah kognitif yang digunakan peneliti adalah metode tes objektif *two tier* dalam bentuk soal pilihan ganda dua tingkat yang terdiri atas 25 butir soal dan 5 pilihan jawaban. Tingkatan pertama dalam soal merupakan pilihan jawaban sedangkan tingkatan kedua berupa pilihan alasan. Instrumen tes yang diujikan telah memenuhi syarat uji kelayakan yaitu uji validitas, reliabilitas, daya beda serta uji kesukaran. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan menggunakan instrumen tes. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis dengan berbantuan program SPSS for Windows versi 16. Hal tersebut dilakukan peneliti untuk mengetahui perbedaan hasil belajar mahasiswa yang sebelumnya dilakukan uji t independent untuk melihat perbandingan hasil rata-rata dari kelas kontrol dan kelas eksperimen. Tahapan analisis uji beda rata-rata di antaranya uji normalitas, uji homogenitas serta uji t - test. Uji normalitas digunakan untuk mengetahui sampel yang berasal dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji homogenitas dilakukan untuk melihat apakah sampel data mempunyai varian yang homogen atau tidak, maka perlu diuji homogenitas variannya terlebih dahulu dengan uji F.

HASIL

Data yang digunakan di dalam penelitian ini adalah data hasil belajar yang berasal dari ranah kognitif. Data ranah kognitif didapatkan melalui jawaban tes pemahaman mahasiswa pada materi termokimia dari matakuliah Kimia Teknik. Tes diberikan sebelum dan setelah penerapan modul pembelajaran termokimia berbasis daur belajar tiga fase pada mahasiswa semester 1 yang mengikuti matakuliah Kimia Teknik. Data nilai hasil analisis *Pretest* hasil belajar kelompok kontrol dan eksperimen dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis data deskriptif *pretest*

Kelompok	Group Statistics			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kelas eksperimen	39	23.38	9.109	1.459
Kelas kontrol	39	20.31	6.250	1.001

Dari data hasil *pretest* diperoleh rata-rata pada kelas eksperimen sebesar 23.38 dengan standar deviasi 9.109. Hasil *pretest* pada kelas kontrol diperoleh rata-rata 20.31 dengan standar deviasi 6.250. Rata-rata *pretest* hasil belajar kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol sebelum perlakuan. Hasil uji beda rata-rata menggunakan uji *t-independent* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis uji *t-independent pretest*

Kelompok	df	Sig. (2-tailed)	Mean Dif	Std. Error Dif	Keterangan
Kelas eksperimen	71.5	0,087	3.07692	1.76897	H ₀ diterima
Kelas kontrol					

Berdasarkan Tabel 3 ditunjukkan bahwa p - value < Signifikan (2-tailed) sebesar $0.087 > 0.05$ atau H₀ diterima. Dengan demikian, tidak terdapat perbedaan pada kemampuan awal mahasiswa atau tidak terdapat pengaruh dari faktor lain terkait dengan kemampuan awal mahasiswa.

Analisis dari hasil pengolahan data penelitian yang didapat bahwa rata-rata *posttest* pada kelas eksperimen adalah 79.59 dengan standar deviasi 5.789. Rata-rata *posttest* pada kelas kontrol sebesar 67,69 dan standar deviasi 6.182. Dengan demikian, rata-rata *posttest* hasil belajar pada kelompok eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelompok kontrol. Lebih lanjut, analisis data *posttest* dijelaskan pada Tabel 4.

Tabel 4. Analisis data deskriptif *posttest*

Kelompok	Group Statistics			
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Kelas eksperimen	39	79,59	5,789	.927
Kelas kontrol	39	67,69	6.182	.990

Hasil *posttest* harus diuji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu sebelum dilakukan uji hipotesis. Berdasarkan hasil uji Kolmogorov-Smirnov kelas eksperimen sebesar $0,010 > 0,05$ dan uji Kolmogorov-Smirnov kelas kontrol sebesar $0,12 > 0,05$, sehingga kelas eksperimen dan kontrol dapat dikatakan terdistribusi normal. Berdasarkan uji homogenitas dapat diketahui bahwa data telah memenuhi kriteria homogen. Setelah dilakukan uji normalitas dan homogenitas, dapat dilanjutkan dengan uji beda rata-rata menggunakan uji *t-independent* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil analisis uji *t-independent* untuk *posttest*

Kelompok	df	Sig. (2-tailed)	Mean Dif	Std. Error Dif	Keterangan
Kelas eksperimen	76	.000	11.89744	1.35618	H ₀ ditolak
Kelas kontrol	75,674				

Berdasarkan Tabel 5 ditunjukkan bahwa p - value < Signifikan (2-tailed) sebesar $0.000 < 0.05$ atau H₀ ditolak. Dengan demikian, terdapat perbedaan pada kemampuan akhir mahasiswa atau terdapat pengaruh dari faktor lain terkait dengan kemampuan akhir mahasiswa setelah perlakuan. Berdasarkan hasil uji *t-independent*, dapat disimpulkan bahwa modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase efektif digunakan dalam proses pembelajaran.

PEMBAHASAN

Hasil pengembangan telah melewati tiga tahap uji kelayakan, yaitu (1) uji kualitas produk, (2) uji coba keterbacaan perorangan, dan (3) uji coba keterbacaan kelompok. Hasil ketiga tahapan uji kelayakan masing-masing memberikan penilaian produk dengan kategori layak. Persentase rata-rata penilaian kualitas modul termokimia dan buku petunjuk dosen oleh uji ahli yaitu satu dosen jurusan Kimia dan tiga dosen jurusan Teknik Mesin secara berturut-turut sebesar 91,02% dan 92,27%. Persentase rata-rata penilaian kualitas modul termokimia berdasarkan uji coba keterbacaan perorangan sebesar 74,71%. Persentase rata-rata penilaian kualitas modul termokimia berdasarkan uji coba keterbacaan kelompok sebesar 77,00%.

Produk yang telah melewati tahap uji kelayakan selanjutnya diuji efektivitasnya untuk mengetahui keefektifan modul termokimia dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mesin. Sebelum modul diterapkan, mahasiswa diberikan pretes terlebih dahulu untuk mengukur kemampuan awalnya. Instrumen tes yang dikembangkan untuk pretes dan postes terlebih dahulu dinilai kualitas butir soal oleh para ahli yaitu dua dosen jurusan Kimia dan tiga dosen jurusan Teknik Mesin. Pengembangan soal untuk instrumen tes disesuaikan dengan indikator soal dan menggunakan model pilihan ganda *two tier*. Soal pretes dan postes digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar dan efektivitas penggunaan modul termokimia.

Berdasarkan penelitian empiris pada mahasiswa angkatan 2016 program studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang, hasil uji lapangan menunjukkan bahwa modul termokimia efektif digunakan sebagai bahan ajar. Jumlah mahasiswa yang dapat mencapai kriteria kelulusan mengingkat dari 0% menjadi 100%, dengan skor kelulusan berdasarkan standar yang ditentukan oleh program studi Pendidikan Teknik Mesin yaitu minimal 55 atau C. Lebih lanjut, hasil uji beda menggunakan uji *t-independent* pada hasil *posttest* di kelas kontrol dan eksperimen menunjukkan nilai *p-value* (0.00) kurang dari nilai signifikansi (0.05) atau H_0 ditolak. Dengan demikian, terdapat perbedaan hasil belajar menggunakan modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase menyebabkan terdapat perbedaan hasil belajar mahasiswa pada kelas kontrol dan eksperimen. Dengan demikian, terdapat pengaruh penggunaan modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase terhadap hasil belajar mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mesin. Adanya pengaruh tersebut ditunjukkan dengan nilai rata-rata *posttest* hasil belajar kelas kontrol sebesar 67,69 lebih rendah dibandingkan dengan nilai *posttest* hasil belajar kelas eksperimen sebesar 79,59. Selanjutnya, hasil analisis statistik menggunakan uji *t-independent* berbantuan SPSS 16.0 for windows menunjukkan hasil yang signifikan $p \text{ value} = 0.00 < 0.05$ sehingga H_0 ditolak. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase memberikan pengaruh terhadap hasil belajar mahasiswa program studi Pendidikan Teknik Mesin.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran yang diajukan yaitu dosen dapat menggunakan bahan ajar berupa modul termokimia berbasis daur belajar tiga fase sebagai alternatif sumber belajar penunjang dalam pembelajaran. Dosen dapat menggunakan modul secara lebih luas yaitu pada program studi pendidikan teknik otomotif dan teknik mesin.

DAFTAR RUJUKAN

- Chandrasegaran, A.L, Treagust D.F. & Mocerino M. 2007. "The Development of a Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe and Explain Chemical Reactions using Multiple Levels of Representation". *Chem. Educ. Res Practice*. 8 (3):293—307.
- Chittleborough, G.D., Treagust, D.F. & Mocerino, M. 2002. *Constraints to the Development of First Year University Chemistry Students' Mental Models of Chemical Phenomena dalam Bunker & G. Swan. Focusing on Student*, Perth, WA: Profesional Development@Learning Development series, pp:43—50.
- Chiu, M. 2000. Algorithmic Problem Solving and Conceptual Understanding of Chemistry by Student at a Local High School in Taiwan. *Proc. Natl. Sci. Counc ROC*. 11 (1):20—28.
- Chou, C.C & Chiu M.H. 2004. A Two-Tier Diagnostic Instrument on The Molecular Representations of Chemistry: Comparison of Performance between Junior High School and Senior High School Students in Taiwan. *Paper presented at the 18th International Conference on Chemical Education*. Istanbul, Turkey.
- Dasna, I W. & Sutrisno. 2004. *Pengembangan Bahan Ajar Model Learning Cycle untuk Pengajaran Kimia di SMA*. Makalah disajikan dalam Konvensi Nasional Pendidikan Indonesia V di Surabaya tanggal 5—9 Oktober 2004.
- Dasna, I.W & Sutrisno. 2006. *Model-Model Pembelajaran Konstruktivistik dalam Pembelajaran Sains Kimia*. Malang: FMIPA Universitas Negeri Malang.
- Devetak, i., Vogrinc, J. & Glazar, S.A. 2007. *Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level*. Springer Science + Business Media B.V
- Nabilah, Andayani, Y & Laksmiwati, D. Tanpa tahun. Analisis Tingkat Pemahaman Konsep Siswa Kelas XI IPA SMAN 3 Mataram Menggunakan One Tier dan Two Tier Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan. *J. Pijar MIPA*, 2 (8):64— 69.
- Nyachwaya & Wood. 2014. Evaluation of Chemical Representations in Physical Chemistry Textbooks. *Journal of Chemistry Research and Practice*, 15:720—728.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Thiagarajan, et al. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minneapolis: Indiana University.
- Tan, K.C.D., Goh, N.K., Chia, L.S. & Treagust, D.F. 2002. "Development and Application of a Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Instrument to Assess High School Students' Understanding of Inorganic Qualitative Analysis". *J. Res. Sci. Teach.* 39:283—301.
- Tien, L.T. & Osman, K. 2013. Penggunaan Modul Multimedia Interaktif dengan Agen Pedagogi dalam Pembelajaran Elektrokimia: Kesan terhadap Pemahaman Konsep dalam Elektrokimia. *Journal of Sains Malaysiana*. 10 (41):1301—1307

- Tuysuz, C. 2009. Development of Two-Tier Diagnostic Instrument and Assess Students' Understanding in Chemistry. *Academic Journal*. 4 (6):626—631.
- Zoller, U. Lubezky, A., Nakhleh, M.B. & Dory, Y.J. 1995. Success on Algorithmic and LOCS vs Conceptual Chemistry Exam Question. *Journal of Chemical Education*. Vol 72 (11).