

MODEL PEMBELAJARAN KIMIA ORGANIK TERINTEGRASI DENGAN KEMAMPUAN GENERIK SAINS

Sudarmin

Universitas Negeri Semarang, Jl. Sekaran Raya 50229
e-mail: darsudarmin@yahoo.com

Abstract: Learning Models of Organic Chemistry Subject Integrated with Science Generic Skills.

The aim of the study is to investigate how Organic Chemistry and Generic Science Skills Teaching Model can be developed for prospective chemistry teachers. This research and development study involves 79 students of Chemistry Education Department of Semarang State University. The data are collected using a test of organic chemistry concepts and generic science skills, a questionnaire, and an observation sheet and then analyzed using N-gain test. The result shows that the OCGSSM teaching model improves the prospective chemistry teachers' generic science skills in high and medium category. The high achieving student group has better comprehension of generic skills in logical consistency, observation, abstraction, symbolic language, sense of scale, and logical frame aspects than low achieving student group.

Abstrak: Model Pembelajaran Kimia Organik Terintegrasi Kemampuan Generik Sains.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran kimia organik terintegrasi kemampuan generik sains. Penelitian dan pengembangan melibatkan 79 mahasiswa Pendidikan Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang. Data dikumpulkan dengan tes penguasaan konsep kimia organik terintegrasi kemampuan generik sains, angket, dan lembar observasi, dan dianalisis dengan uji N-gain. Hasilnya menunjukkan bahwa penerapan MPKOKG meningkatkan penguasaan kemampuan generik sains calon guru kimia dengan taraf pencapaian tinggi dan sedang. Mahasiswa kelompok prestasi tinggi memiliki penguasaan kemampuan generik sains konsistensi logis, pengamatan, abstraksi, bahasa simbolik, kesadaran tentang skala serta *logical frame* lebih baik dibandingkan kelompok prestasi rendah.

Kata Kunci: model pembelajaran kimia organik, kemampuan generik sains

Abad ke-21 ditandai perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni (ipteks) yang berlangsung secara pesat diikuti transformasi sosial, ekonomi, budaya secara kait mengait tanpa batas, Untuk menghadapi era globalisasi dan tetap *survive* secara produktif dibutuhkan sumber daya manusia (SDM) berkualitas, kompetitif, berdaya pikir tinggi, fleksibel dan berbudaya (Tilaar, 2001). Permasalahannya, mutu pendidikan di Indonesia sebagai pencetak SDM berkualitas masih rendah, termasuk kualitas mutu pendidikan kimia sehingga berakibat menurunnya daya saing lulusan (Liliasari, 2005). Kalau masalah ini dibiarkan dan berlanjut terus, lulusan sebagai generasi penerus bangsa akan sulit bersaing dengan lulusan negara-negara lain. Berkaitan kualitas lulusan tersebut, maka pembelajaran kimia hendaknya mampu memberdayakan lulusannya dengan kemampuan generik sains (Liliasari, 2007).

Rendahnya penguasaan kimia dapat diketahui dari nilai rerata ujian nasional kimia dari tahun 1999-2000 yang berkisar 4,4 sampai 5,0 (Surapranata, 2005). Untuk memperbaiki mutu pendidikan kimia tersebut, lembaga pendidikan tenaga kependidikan (LPTK) perlu membekali calon guru kimia dengan standar kompetensi guru (SKG) yang meliputi penguasaan dalam materi bidang studi, cara penyampaian materi, evaluasi proses dan hasil pembelajaran, kompeten dalam aspek kepribadian sebagai tenaga kependidikan, memahami tingkat perkembangan siswa, serta terlibat aktif dalam organisasi keprofesional (Depdiknas, 2006).

Penyiapan calon guru kimia berkualitas, perlu didukung pendidikan *preservice* di LPTK yang baik; sebab mereka yang kelak menjadi faktor kunci dalam melakukan proses pembelajaran kimia di sekolah lanjutan. Pembekalan calon guru kimia saat ini dan yang akan datang, sebaiknya tidak hanya dimaksudkan

sekedar memberikan informasi pengetahuan konsep kimia, tetapi juga harus memiliki kemampuan kompetensi pedagogik, sosial, dan kepribadian yang baik (Mendiknas, 2007). Untuk pembelajaran dalam mata kuliah Kimia Organik di LPTK, juga belum menunjukkan hasil yang menggembirakan, karena pembelajarannya yang seharusnya membentuk logika mahasiswa untuk berpikir sistematis, obyektif, kreatif melalui pendekatan kemampuan proses sains, ternyata banyak diberikan dalam bentuk ceramah dan kegiatan praktikum masih sekedar bersifat verifikatif (Sudarmin, 2007). Disisi lain pendidikan sains, termasuk kimia hendaknya mempersenjatai lulusannya untuk berpartisipasi menyumbangkan pemikiran dalam kehidupan bermasyarakat (NRC, 2008).

Permasalahan kualitas proses dan hasil belajar Kimia Organik baik di sekolah lanjutan maupun di LPTK ditentukan banyak faktor. Tanpa mengesampingkan faktor lainnya, guru merupakan salah satu faktor terpenting, sebab kenyataan di lapangan menunjukkan belum semua guru kimia dan mahasiswa calon guru kimia memiliki standar kompetensi dan kelayakan profesi yang diharapkan (Depdiknas, 2006). Upaya ketercapaian kompetensi tersebut, maka pola pembelajaran kimia di LPTK hendaknya mengalami pembenahan yaitu model pembelajaran yang tidak hanya menekankan penguasaan konsep kimia. Kemampuan *softskill* berpikir, mengkomunikasikan proses dan hasil belajar kimia dalam pembelajaran kimia di sekolah lanjutan, serta membekali calon guru kimia dengan kemampuan generik sains untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang meliputi keterampilan dalam berpikir kritis, kreatif, menyelesaikan masalah, dan mengambil (Brotosiswojo, 2001, Liliarsari, 2007).

Mahasiswa calon guru kimia dituntut untuk memiliki penguasaan pengetahuan Kimia Organik yang bersifat abstrak, mikroskopis, makroskopis, bahasa simbolik, serta bagaimana pengetahuan Kimia Organik yang telah dipelajari memiliki nilai manfaat dalam kehidupannya dan masyarakat (Mahaffy, 2005). Kenyataan di lapangan menunjukkan guru kimia yang mengajar di beberapa SMA menyatakan mata kuliah Kimia Organik yang selama ini dipelajari calon guru kimia di LPTK terasa masih kurang membekali mereka dalam mengajarkan materi Kimia di SMA, serta bermanfaat dalam kehidupannya. Keadaan tersebut disebabkan, karena untuk mata kuliah Kimia Organik banyak melibatkan konsep abstrak, bahasa simbolik, struktur ruang molekul, tata nama atom dan molekul, dan berbagai sifat dan tipe reaksi kimia; sehingga berimplikasi mahasiswa calon guru kimia cenderung menghafal dan kurang membangun ke-

mampuan berpikir dalam membangun konsep Kimia Organik yang penting (Zhang, 2004, Bucat, 2005,).

Proses pembelajaran Kimia Organik seperti dirumuskan dalam *National Standard Teaching Association* (1988) yaitu belajar diawali dari tahapan eksplorasi pengalaman yang dimilikinya, melalui kegiatan berpikir ilmiah yang didahului dengan observasi sampai dengan menemukan kesimpulan yang menjadi pengetahuan baru. Kemampuan generik sains perlu dibekalkan calon guru kimia melalui pembelajaran Kimia Organik, sehingga dengan dikuasainya kemampuan generik sains berdampak kualitas lulusan calon guru kimia dalam berpikir dan bertindak meningkat (Hartono, 2006, Sudarmin, 2007). Kemampuan generik sains hakikatnya merupakan kemampuan dasar ilmiah yang bersifat umum dan dapat dikembangkan ketika mahasiswa mengikuti proses pembelajaran sains dalam hal ini Kimia Organik, dan sebagai bekal meniti karier bidang kimia atau bidang lain secara mandiri (Brotosiswojo, 2001, Liliarsari, 2007). Kemampuan generik sains penting dibekalkan, karena kemampuan ini sebagai bekal kemampuan berpikir untuk sukses dalam berkarier (NCVER, 2003).

Dibalik harapan yang tinggi mengenai kualitas calon guru kimia saat ini, kenyataannya pembelajaran Kimia Organik belum cukup baik. Penguasaan konsep Kimia Organik calon guru kimia masih rendah, sehingga proses dan hasil pembelajaran Kimia Organik masih perlu diperbaiki. Hasil penelusuran nilai diketahui bahwa mahasiswa Pendidikan Kimia di suatu LPTK di Jawa Tengah dari tahun 2005 sampai tahun 2007, mahasiswa yang remedial adalah 26 orang dari 43 orang (60,41%). Kenyataan tersebut menunjukkan bahwa pendidikan calon guru kimia perlu diarahkan untuk dibekali suatu model pembelajaran yang mampu meningkatkan penguasaan konsep dan penguasaan kemampuan generik sains. Melalui penguasaan konsep dan kemampuan generik sains akan membekali calon guru kimia akan kemampuan penguasaan (1) pengetahuan, (2) penyelidikan, (3) teknologi, dan (4) keterampilan berpikir (Falchikov, 1998).

Pengembangan ini dipilih mata kuliah kimia organik, karena dengan penguasaan Kimia Organik bagi calon guru kimia dapat mengembangkan kemampuan generik sains yang mampu diterapkan dalam penyelesaian masalah dalam kehidupan sehari-hari (Kamsah, 2004). Kemampuan generik sains yang dimaksudkan penelitian ini terdiri atas (a) pengamatan langsung dan tidak langsung, (b) kesadaran tentang skala, (c) bahasa simbolik, (d) inferensi logika, (e) hukum sebab akibat, (f) *logical frame*, (g) konsistensi logis, (h) pemodelan, dan (i) abstraksi (Sudarmin, 2007).

Berbagai kemampuan generik sains dapat dikembangkan data pembelajaran kimia organik. Kemampuan

generik sains pengamatan dapat dikembangkan melalui kegiatan pembelajaran praktikum destilasi, rekristalisasi. Kemampuan generik kesadaran akan skala dapat dikembangkan melalui kegiatan pengukuran dan penimbangan zat atau bahan kimia organik yang dilakukan selama praktikum, kemampuan generik sains bahasa simbolik dikembangkan melalui pembelajaran lambang isomer R dan S, rumus struktur dan rumus molekul organik. Kemampuan generik *logical frame* dikembangkan melalui pembahasan konsep hubungan panjang rantai karbon dengan titik didih.

Kemampuan generik sains konsisten logis dapat dikembangkan melalui pembelajaran keteraturan dalam hukum-hukum sains, misalnya hukum kekekalan orbital, prinsip *like dissolves like*. Kemampuan generik sains hukum sebab akibat dapat dikembangkan melalui pembahasan konsep reaksi kesetimbangan kimia pada reaksi esterifikasi antara alkohol dan asam karboksilat. Kemampuan generik sains pemodelan dapat dikembangkan melalui pembelajaran pemodelan isomer struktur dengan menggunakan model molekul (molemod); kemampuan generik sains inferensi logika, misalnya peristiwa resonansi benzena tidak dapat diamati secara visual, akan tetapi diyakini benar adanya resonansi dalam struktur benzena; kemampuan generik sains abstraksi dikembangkan melalui pemanfaatan media visualisasi pembentukan ikatan kovalen hidrokarbon menggunakan visual gambar, simulasi, atau animasi berbantuan komputer. Penelitian ini mengembangkan model pembelajaran kimia organik terintegrasi kemampuan generik sains, yaitu model pembelajaran ini akan (a) mengubah pembelajaran hafalan menjadi pemahaman, (b) pemahaman menjadi kemampuan, (c) kemampuan menjadi keinginan untuk melakukan, (d) keinginan untuk melakukan menjadi secara nyata melakukan, dan (e) secara nyata melakukan menjadi dalam proses berubah (Light and Cox, 2001). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran kimia organik terintegrasi kemampuan generik sains (MPKOKG).

METODE

Subjek penelitian ini adalah 79 mahasiswa semester dua dari program studi pendidikan kimia dan saat penelitian dilakukan mahasiswa tersebut mengambil mata kuliah Kimia Organik I (KO I). Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan pendidikan menurut Gall (2003), yaitu untuk pengembangan model pembelajaran Kimia Organik terintegrasi Kemampuan Generik Sains (MPKOKG). Tahapan pengembangan MPKOKG meliputi (a) tahap *define* meliputi kegiatan analisis kebutuhan, studi dokumen

dan literatur, serta studi empiris, (b) tahap *design* meliputi kegiatan rancangan model pembelajaran yang akan diterapkan, serta penetapan konsep Kimia Organik pada matakuliah Kimia Organik I dan Praktikum Kimia Organik I untuk mengembangkan kemampuan generik sains pada calon guru kimia.

Pendekatan pembelajaran Kimia Organik terintegrasi kemampuan generik sains bagi calon guru kimia meliputi pendekatan pemecahan masalah, keterampilan proses sains, media peta konsep, diagram *Vee*, visualisasi animasi simulasi gambar, simbol, pemodelan, diikuti kegiatan responsi, serta tugas mandiri dan kelompok yang diselesaikan diluar pembelajaran di kelas, (c) tahap *development* meliputi kegiatan uji coba terbatas dan secara luas dari draft awal MPKOKG, kemudian dianalisis, revisi, serta validasi oleh pakar Kimia Organik dan pendidikan, sehingga akhirnya diperoleh MPKOKG final.

Instrumen penelitian disusun bertolak pada indikator setiap kemampuan generik sains dan karakteristik setiap konsep Kimia Organik. Bentuk instrumen penelitian untuk penguasaan konsep terintegrasi kemampuan generik sains adalah pertanyaan benar-salah (B-S) diikuti penjelasan singkat (IS). Pada setiap pertanyaan mahasiswa diminta menjawab benar (B) atau salah (S) atas setiap soal tes, kemudian memberikan penjelasan singkat, baik penjelasan secara kuantitatif atau kualitatif. Penskoran soal benar salah (BS) dilakukan dengan memberikan skor 0 untuk jawaban salah atau tidak diisi dan skor satu untuk jawaban benar. Penskoran jawaban soal isian singkat mengacu sistem penskoran dari Arter dan Mc Tigher (2000) dan indikator setiap kemampuan generik sains, adapun penskoran mulai skor 0 berarti tidak tepat, skor 1-2 (sedikit tepat atau ada sebagian konsep yang tepat, serta sistematis), dan skor 3 (jawaban angkat tepat dan sistematis).

Penelitian ini terdiri atas dua instrumen tes yaitu instrumen penelitian pertama berisi 25 soal penguasaan konsep terintegrasi kemampuan generik sains untuk pokok bahasan atom dan molekul; serta orbital dan peranannya dalam ikatan kovalen. Instrumen penelitian kedua berisi 25 soal penguasaan konsep terintegrasi kemampuan generik sains untuk pokok bahasan isomeri struktur tata nama, alkan, dan stereokimia. Setiap tes penguasaan konsep kimia organik terintegrasi kemampuan generik sains memiliki skor maksimal 100. Instrumen untuk mengukur kemampuan generik pengamatan digunakan soal dalam bentuk diagram *Vee*, tabel pengamatan, dan uraian, Pemanfaatan diagram *Vee* pada penelitian ini, mengacu pada penelitian Tsarparlis, G. (2003). Pada penelitian ini untuk mengetahui tanggapan mahasiswa, serta evaluasi keunggulan dan keterbatasan MPKOKG yang telah diterapkan

digunakan instrumen non tes berupa angket dan kuesioner. Pengembangan instrumen non tes ini mengacu pada penelitian Suma (2003) dan Hartono (2006).

Instrumen tes penguasaan konsep kimia organik dan penguasaan kemampuan generik sains sebelum dicobakan secara empirik, perangkat tes divalidasi isinya oleh pakar pendidikan dan pakar kimia organik. Para pakar diharapkan menilai (a) kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran, (b) kejelasan bahasa dan kalimat, (c) sistem penilaian, dan (d) alokasi waktu yang ditetapkan. Kesesuaian soal yaitu apakah soal tes mengukur penguasaan kemampuan generik sains calon guru kimia divalidasi konstruk oleh pakar dan peneliti yang memfokuskan kemampuan generik sains. Perhitungan koefisien reliabilitas instrumen penelitian digunakan internal konsistensi dengan *Cronbach* koefisien alpha (Sugiyono, 2004). Hasil uji reliabilitas konsistensi butir tes dari kedua perangkat tes ini menggunakan program *software SPSS versi 11,0* for window dan diperoleh data berikut untuk perangkat tes pertama memiliki harga koefisien *Cronbach* alpha (α) 0,82 dengan kriteria sangat tinggi, sedangkan instrumen tes kedua memiliki koefisien *Cronbach* α 0,79 dengan kriteria tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan pengelompokan mahasiswa atas kelompok prestasi tinggi, sedang dan rendah. Pengelompokan subjek penelitian ini ke dalam prestasi tinggi, sedang dan rendah didasarkan atas indeks prestasi (IP) semester kesatu. Dipilihnya indeks prestasi (IP) semester satu sebagai dasar pengelompokan karena IP kumulatif lebih menggambarkan kemampuan menyeluruh mahasiswa daripada hanya didasarkan pada skor nilai suatu mata kuliah tertentu. Tabel 1 disajikan hasil pengelompokan prestasi tinggi, sedang dan rendah dari subjek penelitian.

Tabel 1. Pengelompokan Prestasi dari Subjek Penelitian

No.	Kelompok prestasi	Jumlah (N) subjek penelitian	IP terendah	IP tertinggi
1.	Tinggi	13	3,20	3,80
2.	Sedang	54	2,63	3,15
3.	Rendah	12	2,18	2,58

Tabel 1 memberikan informasi bahwa mahasiswa kelompok prestasi tinggi memiliki IP terendah 3,20 dan kelompok prestasi rendah memiliki IP terendah 2,18. Mahasiswa kelompok prestasi tinggi memiliki IP tertinggi 3,80 dan kelompok prestasi rendah memiliki IP tertinggi 2,58.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik MPKOKG

Karakteristik MPKOKG terlihat pada tujuan utama pembelajaran kimia organik yaitu untuk membekali penguasaan konsep Kimia Organik dan kemampuan generik sains bagi calon guru kimia. Berdasarkan pengalaman empiris proses pembelajaran menggunakan pendekatan penguasaan konsep semata, sehingga keberhasilan belajar diukur dari banyaknya topik dan konsep-konsep yang dapat dikuasai oleh calon guru kimia. Penerapan MPKOKG ini diperlukan perangkat komputer dan berbasis Internet, sehingga media komputer membantu dalam mengembangkan kemampuan generik sains pemodelan, visualisasi dari bahasa simbolik, dalam kimia, animasi-simulasi gambar, grafik, serta pemaparan konsep Kimia Organik dengan peta konsep.

Karakteristik MPKOKG lain terlihat pada kegiatan utama pembelajaran menggunakan pendekatan pemecahan masalah, keterampilan proses sains, diagram *Vee*, berbasis aktivitas mahasiswa, latihan pemecahan soal secara individu dan kelompok, serta diskusi pemecahan masalah. Kegiatan akhir pembelajaran adalah evaluasi proses dan hasil pembelajaran, mengaitkan kembali tujuan atau kompetensi pembelajaran dan kemampuan generik sains yang dikembangkan, serta pemberian tugas dan latihan untuk meningkatkan penguasaan konsep dan kemampuan generik sains.

Ilmu kimia termasuk kimia organik banyak mengandung konsep abstrak yang akan menimbulkan kesulitan jika hanya dijelaskan dengan menggunakan teks atau komponen grafik seperti banyak terdapat dalam buku teks biasa (Tsoi, 2007). Untuk memahami konsep kimia organik yang abstrak dengan baik diperlukan visualisasi multimedia bentuk animasi-simulasi gambar statik dua dan tiga dimensi; visualisasi gambar dinamis, serta visualisasi pemodelan yang mampu meningkatkan daya pikir dan imajinasi terhadap konsep kimia organik yang abstrak. Pendekatan pembelajaran multimedia dengan model animasi-simulasi gambar dan pemodelan merupakan upaya untuk menemukan cara tertentu bagi mahasiswa dalam memandang konsep dasar kimia organik menjadi lebih mudah dipahami dan dapat dimodelkan oleh siswanya kelak.

Pengaruh MPKOKG Terhadap Kemampuan Generik Sains

Hasil analisis rerata skor postes, skor pretes, *N-gain*, harga *t* hitung, dan harga signifikansi (*P*) uji dua pihak dengan tingkat kepercayaan 95 % untuk keseluruhan kemampuan generik sains yang dikembangkan

calon guru kimia untuk berbagai kelompok prestasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor Pretes dan Postes Kemampuan Generik sains Calon Guru Kimia Setelah MPKOKG Diterapkan

Kel. prestasi	Jumlah subjek	Rerata Postes	Rerata Pretes	N-gain	t-hitung	Signifikan ^{*)}	Keputusan
Tinggi	13	165,0	112,6	0,62	27,10	0,00	Signifikan
Sedang	54	49,9	83,9	0,57	33,14	0,00	Signifikan
Rendah	12	128,3	62,2	0,47	12,39	0,00	Signifikan

*) Harga signifikansi (P) dengan uji dua pihak dan tingkat kepercayaan 95 %, skor maksimal dalam penelitian ini adalah 200.

Berdasarkan tabel 2 ditemukan hasil penelitian bahwa MPKOKG telah mampu meningkatkan penguasaan kemampuan generik sains calon guru kimia untuk semua kelompok prestasi tinggi, sedang dan rendah. Jika ketiga harga N-gain dari kelompok prestasi tinggi, sedang, dan rendah dihitung reratanya maka diperoleh harga N-gain 0,554 atau 55,4 %; sedangkan secara kelompok harga N-gainnya 0,618; 0,57 dan 0,475 untuk kelompok prestasi tinggi, sedang, dan rendah. Peningkatan kemampuan generik mencapai harga rerata N-gain 0,554 seperti pada temuan ini termasuk tingkat pencapaian sedang (Hake, 1998).

Hasil penelitian ini juga menunjukkan pola keteraturan bahwa daya serap penguasaan kemampuan generik sains dari mahasiswa prestasi tinggi lebih baik daripada kelompok prestasi sedang dan rendah. Hasil penelitian ini sejalan hasil temuan Gerace dan Beaty (2005) menyatakan dalam pembelajaran yang menekankan kemampuan berpikir, mahasiswa prestasi tinggi lebih baik daripada prestasi rendah, karena mereka memiliki retensi memori jangka panjang lebih baik.

Hasil uji beda rerata skor pretes dan postes dengan uji *paired sample test* (uji-t), maka diperoleh harga t-hitung pada taraf kepercayaan 95% (uji dua pihak) untuk prestasi tinggi, sedang dan rendah berturut-turut adalah 27,096; 33,137 dan 12,391. Harga t-hitung yang diperoleh lebih besar daripada t-tabel dengan db yang bersesuaian, sehingga diputuskan terdapat peningkatan penguasaan keseluruhan kemampuan generik sains bagi calon guru kimia secara signifikan antara sebelum dan sesudah penerapan MPKOKG.

Harga N-gain Setiap Kemampuan Generik Sains

Penelitian ini dilakukan dengan pengolahan data setiap kemampuan generik sains terlihat harga N-gain untuk penguasaan kemampuan generik sains dari urutan harga N-gain terendah ke harga N-gain tertinggi adalah kemampuan generik sains (a) konsistensi logis, (b) pengamatan, (c) hukum sebab akibat, (d) inferensi logika, (e) abstraksi, (f) bahasa simbolik, (g) kesadaran tentang skala, (h) *logical frame*, dan (i) pemodelan. Kemampuan generik sains pemodelan dengan taraf pencapaian tinggi yaitu N-gain 0,715. Kemampuan generik sains yang berkembang dengan taraf pencapaian sedang, tetapi harga N-gain dibawah 0,400 adalah kemampuan generik sains konsistensi logis yaitu dengan harga N-gain sebesar 0,330.

Rendahnya harga N-gain kemampuan generik sains konsistensi logis, karena kemampuan berpikir konsistensi logis memerlukan tingkat berpikir dasar tingkat tinggi. Kemampuan generik konsistensi logis menuntut mahasiswa menghubungkan antar konsep atau data eksperimen Kimia Organik yang dimiliki dengan konsep atau data eksperimen Kimia Organik yang lain; kemudian mensintesisnya menjadi suatu bentuk keteraturan pola tertentu. Kemampuan generik sains dalam tingkat pencapaian sedang dengan harga N-gain antara 0,50-0,70 (cenderung tinggi) adalah bahasa simbolik, kesadaran tentang skala dan *logical frame*.

Kemampuan Generik Sains Antara Prestasi Tinggi dan Rendah

Berdasarkan hasil uji *independent sample test* (uji t), ditemukan bahwa tidak terdapat perbedaan secara signifikan antara mahasiswa prestasi tinggi dan rendah yaitu pada kemampuan generik sains hukum sebab akibat, inferensi logika, dan pemodelan. Hal tersebut ditandai oleh harga t-hitung lebih kecil daripada t-tabel pada taraf kepercayaan 95% (uji dua pihak). Untuk enam jenis kemampuan generik sains lain yaitu konsistensi logis, pengamatan, abstraksi, bahasa simbolik, kesadaran tentang skala, dan *logical frame* terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok prestasi tinggi dan rendah

Mengacu hasil penelitian ini, maka terdapat model pembelajaran yang dapat diterima oleh semua kelompok prestasi, sehingga antara kelompok prestasi tinggi dan rendah tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam penguasaan kemampuan generik sains. Pada sisi lain terdapat model pembelajaran yang hanya cocok untuk kelompok prestasi tinggi, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara mahasiswa kelompok prestasi tinggi dan rendah. Oleh sebab itu perlunya bimbingan dan layanan tertentu bagi ke-

lompok prestasi rendah agar menguasai kemampuan generik sains yang sulit dikembangkan tersebut.

Penguasaan Konsep Calon Guru Kimia

Hasil kedua dari penelitian ini adalah pengaruh penerapan MPKOKG terhadap penguasaan konsep Kimia Organik bagi calon guru kimia. Sehubungan pentingnya penguasaan konsep, uraian berikut disajikan hasil analisis skor penguasaan konsep Kimia Organik calon guru kimia untuk setiap pokok bahasan yang diungkap melalui instrumen penelitian tes. Pada Tabel 3 disajikan keseluruhan penguasaan konsep Kimia Organik subjek penelitian.

Tabel 3. Rerata Pretes, Postes, N-gain (%), dan t hitung Penguasaan Konsep Mahasiswa

Pokok Bahasan	Rerata Pretes	Rerata Postes	N-gain	Uji t (db 23)	Signifikansi (P) ^{*)}	Keputusan
Atom dan Molekul	31,32	46,28	51,1	17,12	0,00	Signifikan
Orbital dan Ikatan kovalen	11,60	27,39	55,3	19,48	0,00	Signifikan
Isomeri, Tata Nama, Alkana	30,30	48,89	63,6	20,78	0,00	Signifikan
Stereokimia	14,67	27,05	46,2	22,743	0,00	Signifikan

^{*)} Harga signifikansi pada uji dua pihak dengan tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan tabel 3 diketahui bahwa mahasiswa calon guru kimia mengalami peningkatan penguasaan konsep organik dengan harga rerata N-gain (%) berturut-turut 51,10; 55,30; 63,60 dan 46,20 untuk pokok bahasan atom dan molekul, orbital dan peranannya dalam ikatan kovalen, Isomeri struktur, tata nama, alkana, dan stereokimia. Mengacu pada harga N-gain diketahui bahwa peningkatan penguasaan konsep Kimia Organik pada keempat pokok bahasan memiliki rerata N-gain pada taraf pencapaian kategori sedang (Hake, 1998).

Hasil analisis dengan uji t dengan tingkat kepercayaan 95 % (uji dua pihak) menunjukkan bahwa harga signifikansi (P) adalah 0,00 dan lebih kecil dari harga alpha (0,025). Dengan demikian model pembelajaran yang diterapkan mampu memberikan perbedaan yang signifikan mengenai penguasaan konsep Kimia Organik bagi calon guru kimia.

Pada penelitian ini ditemukan urutan peningkatan penguasaan konsep Kimia Organik mulai dari harga N-gain rendah ke harga N-gain tinggi yaitu (1) penguasaan konsep untuk pokok bahasan Stereokimia, (2) Atom dan molekul, (3) Orbital dan peranannya dalam ikatan kovalen, dan (4) Isomeri struktur, tata nama, dan alkana. Dengan demikian terlihat bahwa penguasaan konsep pada stereokimia lebih sulit dibandingkan ketiga pokok bahasan yang lain. Hasil ini wajar, karena konsep berkaitan isomer geometrik, kiralitas, dan konfigurasi R/S pada stereokimia termasuk konsep-konsep yang membutuhkan tingkat berpikir abstraksi yang lebih tinggi untuk memahaminya (Pribyl Bodner. 1987).

Penelitian ini peningkatan penguasaan konsep calon guru kimia, selain dilihat dari harga N-gain, signifikansi dengan uji-t, tetapi juga dilihat dari perolehan skor dari hasil tes untuk setiap instrumen penelitian. Tabel 3 disajikan analisis skor pretes dan postes penguasaan konsep Kimia Organik pada calon guru kimia. Tabel 4 menunjukkan skor maksimal pretes mencapai 68 untuk topik atom, molekul dan orbital dan peranannya; serta skor pretes 82 untuk pokok bahasan isomeri struktur, tata nama, alkana, stereokimia. Setelah pembelajaran mengalami peningkatan skor maksimal dari 68 menjadi skor 92 untuk pokok bahasan atom dan molekul, serta orbital dan peranannya dalam ikatan kovalen. Untuk pokok bahasan isomeri struktur, tata nama, alkana dan stereokimia mengalami peningkatan skor maksimal dari 82 menjadi 97.

Tabel 4. Penguasaan Konsep Kimia Organik Subjek Penelitian

Pokok Bahasan	Jenis Tes	Skor minimal	Skor maksimal	Skor Rerata	Skor di atas 60 (%)
Atom dan molekul, orbital dan peranannya dalam ikatan kovalen (Skor maks. 100)	Postes	34	92	73,25	86,1
	Pretes	18	68	40,61	7,6
Isomeri struktur, tata nama, alkana, dan stereokimia (Skor maks. 100)	Postes	45	97	75,94	91,1
	Pretes	23	82	44,97	7,6

Penguasaan Konsep Antar Prestasi Tinggi dan Rendah

Hasil pengolahan data melalui uji *independent sample test* (uji t-tes) skor rerata postes untuk kelompok prestasi tinggi dan rendah pada setiap pokok

bahasan yang dikuasai oleh mahasiswa calon guru kimia, datanya disajikan Tabel 5. Dari hasil ini ditemukan bahwa terdapat perbedaan peningkatan secara signifikan antara mahasiswa kelompok prestasi tinggi dan rendah dalam penguasaan konsep Kimia Organik dalam keempat pokok bahasan tersebut. Hal tersebut ditandai harga t-hitung lebih besar daripada t-tabel pada taraf kepercayaan 95% (uji dua pihak).

Hasil penelitian ini ditemukan bahwa pendekatan pembelajaran yang diterapkan yang meliputi pendekatan pemecahan masalah, keterampilan proses sains, peta konsep, diikuti tugas individu dan kelompok. Pada penelitian ini, pembelajaran yang diterapkan selalu mengkondisikan mahasiswa aktif berpikir, serta memanfaatkan media komputer untuk pemodelan, visualisasi animasi-simulasi gambar, dan grafik telah cukup baik dalam meningkatkan penguasaan konsep dari calon guru kimia. Hasil uji t-tes skor postes penguasaan konsep kimia organik antara kelompok prestasi tinggi dan rendah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji t-tes Postes Penguasaan Konsep Kimia Organik Antara Prestasi Tinggi dan Rendah

No.	Pokok Bahasan	Harga t		Harga signifikansi (P) ^{*)}	Keputusan
		Hitung	Tabel (db 23)		
01.	Atom dan molekul	4,645	2,069	0,000	Signifikan
02.	Orbital dan Peranannya dalam ikatan kovalen	3,287	2,069	0,003	Signifikan
03.	Isomeri struktur, Tata Nama, Alkana	3,109	2,069	0,005	Signifikan
04.	Stereokimia	3,453	2,069	0,002	Signifikan

*) Harga signifikansi pada uji dua pihak dengan tingkat kepercayaan 95%

PEMBAHASAN

Penguasaan Kemampuan Generik Sains Calon Guru Kimia

Berdasarkan hasil temuan penelitian ini terlihat bahwa MPKOKG telah mampu mengembangkan sejumlah penguasaan kemampuan generik sains bagi calon guru kimia, baik kelompok prestasi tinggi, sedang, dan rendah. Harga peningkatan penguasaan kemampuan generik sains pada calon guru kimia adalah 0,554 termasuk kategori pencapaian sedang (Hake, 1998). Hasil temuan penelitian ini jika diban-

dingkan hasil penelitian Hartono (2005) yang menunjukkan pencapaian *normalized gain* rerata 0,50 dalam pembelajaran Fisika Moderen berorientasi kemampuan generik sains, maka temuan ini dapat dikatakan wajar dan tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Hartono (2005) dan Hake (2002).

Dengan memperhatikan pola keteraturan harga N-gain dari harga N-gain tinggi ke rendah, ditemukan suatu pola keteraturan berikut penguasaan kemampuan generik sains mahasiswa kelompok prestasi tinggi lebih baik daripada kelompok prestasi sedang dan rendah. Hasil penelitian ini sejalan hasil temuan Gerace dan Beaty (2005) yang menemukan pola keteraturan dalam pembelajaran fisika dan sains yang menekankan keterampilan berpikir pemecahan masalah, maka mahasiswa prestasi tinggi lebih baik daripada mahasiswa prestasi rendah. Hal tersebut terjadi karena mahasiswa kelompok prestasi tinggi memiliki kemampuan analisis berpikir dan retensi memori jangka panjang lebih baik daripada kelompok prestasi sedang dan rendah.

Hasil analisis perbedaan rerata skor pretes dan postes menggunakan *paired sample test* (uji t) untuk keseluruhan kemampuan generik sains, diketahui bahwa nilai t-hitung lebih besar dari pada t-tabel dengan taraf kepercayaan 95 %, sehingga ditemukan bahwa penerapan MPKO-KG telah mampu meningkatkan penguasaan kemampuan generik sains calon guru kimia. Jika diperhatikan secara individual dari 79 mahasiswa calon guru kimia, maka terdapat 12 mahasiswa dari kelompok prestasi rendah yang perlu mendapat perhatian dan layanan bimbingan selama pembelajaran. Hal tersebut dikarenakan kelompok prestasi rendah memiliki selisih harga N-gain yang cukup besar dengan nilai N-gain kelompok prestasi tinggi yaitu sebesar 0,143. Kelompok prestasi rendah memiliki N-gain 0,475. Sedangkan mahasiswa kelompok prestasi tinggi memiliki nilai N-gain 0,618, hal ini menunjukkan kelompok prestasi rendah masih mampu ditingkatkan kemampuan generik sainsnya..

Hasil penelitian ini ditemukan urutan penguasaan kemampuan generik sains calon guru kimia dari urutan harga N-gain terendah yang bermakna sulit terkembangkan ke harga N-gain tinggi yang berarti mudah terkembangkan adalah sebagai berikut kemampuan konsistensi logis (0,330), pengamatan langsung dan tak langsung (0,436), hukum sebab akibat (0,445), inferensi logika (0,464), abstraksi (0,494), bahasa simbolik (0,522), kesadaran tentang skala (0,560), *logical frame* (0,618); dan pemodelan (0,715). Bro-tosiswojo (2001) mengemukakan urutan kemampuan generik sains dari yang sukar dikembangkan ke urutan kemampuan generik yang mudah dikembangkan adalah kemampuangenerik abstraksi, inferensi

logika, pemodelan, hukum sebab akibat, konsistensi logis, *logical frame*, bahasa simbolik, kesadaran tentang skala, pengamatan tak langsung, dan pengamatan langsung. Hasil temuan penelitian ini terdapat kemampuan generik sains yang memiliki pola urutan tingkat kesulitan yang sama dengan Brotosiswojo (2001), tetapi terdapat pula yang bertentangan. Untuk kemampuan generik pemodelan sulit berkembang menurut Brotosiswojo (2001), ternyata hasil penelitian ini mudah berkembang.

Kemampuan generik konsistensi logis memiliki harga N-gain terkecil dan berarti kemampuan generik ini belum berkembang dengan baik, hal ini dilihat dari harga N-gain yang menunjukkan harga N-gain rendah yaitu 0,330. Menurut Brotosiswojo (2001) kemampuan generik konsistensi logis pada urutan sedang yaitu urutan keenam dari sepuluh kemampuan generik yang ada. Hasil temuan ini berarti model pembelajaran konsep Kimia Organik untuk mengembangkan kemampuan generik sains belum mampu secara optimal untuk mengembangkan kemampuan berpikir konsistensi logis calon guru kimia. Kemampuan generik konsistensi logis dengan N-gain rendah, berarti menunjukkan pula bahwa konsep Kimia Organik untuk mengembangkan kemampuan generik konsistensi logis seperti hubungan sifat keelektronegatifan unsur dan kepolaran senyawa organik; hubungan antara ikatan hidrogen dan titik didih, hubungan jenis orbital hibrida dengan panjang ikatan belum dikuasai dengan baik oleh calon guru kimia. Hasil temuan ini diperkuat dari analisis harga rerata N-gain penguasaan konsep untuk mengembangkan kemampuan generik konsistensi logis juga mencapai harga N-gain pada taraf pencapaian sedang.

Kemampuan generik sains hukum sebab akibat menurut kategori Brotosiswojo (2001) sebagai kemampuan generik dalam kategori sedang atau cukup sulit dikembangkan. Hasil temuan ini menunjukkan peningkatan harga N-gain kelompok prestasi rendah lebih baik daripada kelompok prestasi tinggi, hal ini dimungkinkan perbedaan pemahaman aturan, hukum, atau prinsip dari kelompok prestasi tinggi dan rendah. Hartono (2005) menyatakan kemampuan berpikir hukum sebab akibat berkaitan menghubungkan dua atau lebih hukum, teori, dan prinsip (variabel), sehingga temuan ini wajar, sebab masih pada tingkat kemampuan berpikir dasar.

Kemampuan generik inferensi logika, diketahui dari ketiga kelompok prestasi ditemukan bahwa kelompok prestasi tinggi mencapai N-gain tertinggi yaitu 0,54 yang berarti skor pencapaian sedang. Untuk nilai N-gain terendah adalah kelompok prestasi sedang harga N-gain 0,420. Hasil temuan ini wajar, sebab inferensi logika melibatkan kemampuan ber-

pikir kompleks dalam menyusun dan merumuskan kesimpulan. Hal inilah, mengapa kelompok prestasi tinggi lebih baik daripada kedua kelompok prestasi lain.

Kemampuan generik abstraksi calon guru kimia telah mengalami peningkatan hingga mencapai harga rerata N-gain 0,49 setelah MPKOKG diterapkan dan termasuk taraf pencapaian sedang. Berdasarkan harga N-gain tersebut, ternyata terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok prestasi tinggi dan rendah, temuan ini sesuai temuan Mahaffy (2005) dan Suma (2003). Untuk kemampuan generik sains kesadaran tentang skala, *logical frame*, dan pemodelan termasuk kemampuan generik sains yang mudah dikembangkan; sehingga selisih skor pretes dan postesnya cukup besar.

Kemampuan generik sains pengamatan termasuk kategori mudah dikuasai menurut kategori Brotosiswojo. Kenyataannya hasil penelitian ini adalah kemampuan generik untuk pengamatan sulit berkembang. Hal ini disebabkan tuntutan dari hasil penelitian ini tidak sebatas kemampuan melihat (*observer*), tetapi dituntut kecermatan dan kemampuan menganalisis hasil pengamatan, mengintegrasikan hasil pengamatan, kemampuan sintesis dalam merumuskan kesimpulan, serta mempresentasikan hasil pengamatan.

Kemampuan generik sains pemodelan merupakan satu-satunya yang memiliki harga N-gain dalam kategori tinggi yaitu 0,72. Hal ini berarti model pembelajaran berbantuan komputer untuk visualisasi animasi-simulasi gambar dua dan tiga dimensi, simbol dan rumus molekul Kimia Organik, penggunaan alat peraga model molekul untuk mengkonkritkan konsep yang abstrak dari rumus struktur dan isomer struktur dan geometrik, serta kegiatan latihan terstruktur pemecahan masalah diikuti responsi telah efektif untuk mengembangkan kemampuan generik sains pemodelan bagi calon guru kimia. Hasil temuan ini sebagai salah satu alternatif jawaban untuk mengembangkan kemampuan generik pemodelan yang menurut Brotosiswojo sulit berkembang, namun hasil penelitian ini mengalami peningkatan N-gain dalam kategori tinggi. Tsoi (2007) menyatakan pembelajaran berbantuan multimedia mampu mengkonkritkan konsep kimia yang abstrak, mikroskopik, dan keruangan struktur molekul sehingga meningkatkan penguasaan konsep daya nalar mahasiswa.

Brotosiswojo (2001) menempatkan kemampuan generik sains inferensi logika dan abstraksi sebagai kemampuan generik sains yang sulit dikembangkan. Sependapat dengan Brotosiswojo, ternyata hasil temuan penelitian ini juga diperoleh data bahwa kemampuan generik abstraksi, inferensi logika, dan hukum sebab akibat sebagai kemampuan generik sains yang

belum berkembang sampai tingkat pencapaian N-gain tinggi.

Penguasaan Konsep Kimia Organik Calon Guru Kimia

Hasil temuan penelitian ini ditemukan pokok bahasan stereokimia dan pokok bahasan atom dan molekul memiliki harga N-gain sedang (N-gain 0,46 dan 0,51). Hal tersebut, karena konsep pada stereokimia, atom, dan molekul selain sebagai wahana mengembangkan kemampuan generik bahasa simbolik dan pemodelan, tetapi juga untuk mengembangkan kemampuan generik yang sulit berkembang seperti kemampuan generik abstraksi, inferensi logika, hukum sebab akibat dan konsistensi logis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara mahasiswa kelompok prestasi tinggi dan rendah dalam penguasaan konsep Kimia Organik dalam keempat pokok bahasan yang dijadikan objek penelitian ini. Hal tersebut ditandai harga t-hitung lebih besar daripada t-tabel pada taraf kepercayaan 95% (uji dua pihak). Hal ini berarti MPKOKG telah mampu meningkatkan penguasaan konsep calon guru kimia, namun dalam pelaksanaannya perlu ada bimbingan untuk mahasiswa kelompok prestasi rendah.

Hasil analisis skor pretes dan postes, mahasiswa calon guru kimia telah mengalami peningkatan penguasaan konsep-konsep organik dengan harga N-gain paling rendah dalam penelitian ini yaitu 0,323 pada penguasaan konsep isomeri geometrik dari alkena, hal ini terjadi karena pertanyaannya menuntut kemampuan generik dalam berabstraksi, pemodelan dan bahasa simbolik, sehingga kelompok prestasi sedang dan rendah belum menguasai kemampuan berabstraksi dengan baik. Retno DS (2006) dalam bidang *stereokimia* anorganik, menemukan kelompok prestasi tinggi lebih baik daripada kelompok prestasi sedang dan rendah.

Tanggapan, Keunggulan dan Keterbatasan MPKOKG

Berdasarkan hasil analisis dari angket yang telah disebarkan pada mahasiswa, ditemukan suatu tanggapan positif terhadap MPKOKG dengan penilaian yang tinggi untuk penambahan konsep Kimia Organik, ajakan untuk terlibat aktif selama pembelajaran, serta pemberian layanan bimbingan.

Penerapan MPKOKG ditemukan beberapa keunggulan yaitu (a) dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan penguasaan konsep Kimia Organik dan kemampuan generik sains bagi calon guru kimia, (b) memungkinkan dosen melakukan layanan bimbingan

individual. Layanan individu kepada mahasiswa terlaksana, karena pada proses pembelajaran dengan MPKOKG selalu diikuti oleh lembar pertanyaan dimana pertanyaan bersifat membimbing dan disusun secara sistematis serta berurutan sesuai konsep-konsep yang akan diajarkan dan tingkat kesulitan yang beragam sehingga menjadikan mahasiswa merasa terbantu dalam memahami konsep Kimia Organik serta kemampuan generik sains yang dikembangkan bagi calon guru kimia, (c) memberikan contoh langsung model pembelajaran kimia berorientasi kemampuan generik sains pada calon guru kimia.

Keterlibatan aktif mahasiswa calon guru kimia secara terus menerus dalam pembelajaran kimia organik dan kemampuan generik sains diharapkan memiliki keterampilan berpikir yang teratur yang merupakan perangkat handal untuk dapat menyelesaikan masalah. Apabila hal ini dikaitkan dengan tugas mahasiswa sebagai calon guru kimia maka dapat dikatakan sangat relevan karena mereka tidak hanya mendengar ceramah, atau sekedar melihat, tetapi bahkan dia mengalami sendiri pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa yang belajar (National Research Council, 2008). Ini merupakan bekal yang berguna bagi para calon guru kimia karena di lapangan kelak mereka berandil besar dalam menemukan kualitas pembelajaran kimia di sekolah lanjutan kelak. Carindan Sund (1989) menyatakan keunggulan suatu pembelajaran berpusat aktivitas mahasiswa melalui kegiatan mengenal masalah, mengidentifikasi variabel, dan akhirnya menemukan langkah untuk penyelesaian masalah tersebut.

Pembelajaran Kimia Organik dalam penelitian ini untuk mengembangkan kemampuan generik sains bagi calon guru kimia, walaupun telah dirancang secara baik dengan pertimbangan situasi dan kelas tetapi dari pengamatan selama penelitian masih terdapat beberapa keterbatasan yaitu (a) pembelajaran ini lebih efektif jika jumlah peserta yang tidak begitu banyak, (b) memerlukan perangkat komputer dan waktu belajar dengan jumlah yang cukup, dan (c) kontrol terhadap kemampuan calon guru kimia masih perlu diperhatikan, karena pada penelitian ini sebagai variabel penelitiannya hanya penguasaan konsep dalam Kimia Organik, kemampuan generik sains, dan model pembelajaran. Variabel lain seperti minat, motivasi, gaya kognitif, dan lingkungan belajar tidak dikontrol.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian, temuan, dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa penerapan MPKOKG dapat meningkatkan penguasaan kemampuan generik sains calon guru kimia sampai pada tingkat

pencapaian harga N-gain kategori tinggi dan sedang dan penguasaan konsep Kimia Organik sampai pada harga

N-gain kategori sedang, serta memperoleh tanggapan positif dari mahasiswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Arter, J. & McTighe, J. 2000. *Scoring Rubrics in Classroom: Using Performance Criteria for Assessing and Improving Student Performance (Experts in Assessment)*. editors. Guskey, T.R, and J. Marzano). California: Corwin Press. Inc.
- Brotosiswojo, B.S. 2001. *Hakekat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Kimia di Perguruan Tinggi*. Jakarta: PAU-PPAI.
- Bucat, R. 2005. Implication of Chemistry Education Research for Teaching Practice: Pedagogical Content Knowledge as a Way Forward. *Chemical Education International*. 6(1): 1-3.
- Carind, A.A. & Sund, R.B. 1989. *Teaching Science Through Discovery (6th edition)*, Ohio: Merrill Publishing Company.
- Depdiknas. 2006. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 23 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Depdiknas.
- Falchikov, N. 1998. *Supporting First-Year Student: Generic Skills Development Strategies. Improving Student Learning as Learner (pp. 192-201)*. Oxford: Oxford Centre for Staff and Learning Development.
- Gall, M. D.; Gall, J. P. & Borg, W. R. 2003. *Educational Research: An Introduction*, seventh edition. Boston: Allyn and Bacon.
- Gerace, W. J. & Beaty, I. D. 2005. Teaching vs Learning: Changing Perspectives on Problem Solving In Physics Instruction. *Article presentated in 9th Common Conference of the Cyprus Physics Association and Greek Physics Association*, Feb 4-6 2005 in University of Massachusetts Amherst.
- Grinder, M. (1991). *Righting The Education Conveyer Belt*. Portland: Metamorphous Press.
- Hake, R.R. 1998. Interactive-Engagement vs Traditional Methods: a six thousand-Student Survey Of Mechanics Test Data for Introductory Physics Courses. *American Journal of Physics*, 66, 64-74.
- Hake, R.R. 2002. *Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics With Gender, Highschool, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualizaton*. (on line), (<http://www.arxiv.org>, diakses 13 Oktober 2004).
- Hartono. 2005. *Pembelajaran Fisika Moderen bagi Mahasiswa Calon Guru*, Disertasi tidak dipublikasikan. Bandung: Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung..
- Kamsah, M. Z. 2004. *Developing Generic Skills in Classroom Environment: Engineering Student's Perspective*.
- Light, G. & Cox, R. 2001. *Learning and Teaching in Higher Education, The reflective Professional*. London: A Sage Publications Inc.
- Liliasari. 2005. *Membangun Keterampilan Berpikir Manusia Indonesia Melalui Pendidikan Pendidikan Sains*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Pendidikan IPA. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Liliasari. 2007. *Model-Model Pembelajaran Berbasis IT untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains dan Berpikir Tingkat Tinggi Pebelajar*. Penelitian HPTP. Bandung: Sekolah Pascasarjana UPI.
- Mahaffy, P. 2005. The Future Shape of Chemistry Education. *Chemistry Education: Research and Practice*. 24(3): 229-245.
- Mendiknas. 2007. *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualitas Akademik dan Kompetensi Guru*. Jakarta: Mendiknas.
- National Research Council. 2008. *Research on Future Skill Demands; Workshop Summary*. Margaret Hilton, Rapporteur Center for Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: The National Academies Press: Tersedia: <http://www.nap.edu>. [6 April 2011].
- Pribyl, J. R. & Bodner, G. M. 1987. Spatial Ability and Its Role In Organic Chemistry: A Study of Four Organic Courses. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 229-240.
- Retno D.S. 2006. *Pembekalan Kemampuan Generik bagi Calon Guru Melalui Pembelajaran Kimia Anorganik Berbasis Multimedia Komputer*, Disertasi tidak dipublikasikan. Bandung: Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.
- Sudarmin. 2007. *Pengembangan Model Pembelajaran Kimia Organik dan Keterampilan Generik Sains bagi Calon Guru*. Disertasi tidak dipublikasikan. Bandung: Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.
- Sugiyono. 2004. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Suma, K. 2003. *Pembekalan Kemampuan-kemampuan Fisika bagi Calon Guru*. Disertasi tidak dipublikasikan. Bandung: Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
- Surapranata, S. 2005. *Analisis, Validitas, Realibilitas dan Interpretasi Hasil Tes Implementasi Kurikulum 200*. Bandung: Rosda
- Tilaar, A.R. 2001. *Paradigma Baru Pendidikan Nasional*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tsarparlis, G. 2003. Chemical Phenomena Versus Chemical Reaction: Do Student Make the Connection?. *Chemistry Education: Research and Practice*. 4(1), 31-43.
- Tsoi, M.F. 2007. *Multimedia Learning Design: The Engaging Phase*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 11 April.

Zhang, Q. 2004. Using Contemporary Teaching and Learning Strategies in Organic Chemistry. *The China Paper*, July 2004.