

KETERKAITAN MODEL MENTAL MAHASISWA DENGAN PENGUASAAN KONSEP STOIKIOMETRI SEBELUM DAN SESUDAH PEMBELAJARAN DENGAN MODEL SiMaYangSunyono¹⁾; Leny Yuanita²⁾; Muslimin Ibrahim²⁾

¹⁾Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung, Alamat: Gedongmeneng Bandar Lampung (Email: sunyono@unila.ac.id).

²⁾Pendidikan Sains Fakultas Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya (Email: yuanita@sby.dnet.net.id., dan muslimin_ibrahim@yahoo.com).

ABSTRAK: Masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah bagaimana keterkaitan antara model mental dengan penguasaan konsep mahasiswa pada topik Stoikiometri melalui pembelajaran dengan menggunakan model SiMaYang? Desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pretest and posttest control group design*. Populasi pada penelitian ini adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Matematika dan IPA pada Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung yang mengambil mata kuliah Kimia Dasar di semester genap 2012/2013. Sampel penelitian ditentukan secara acak untuk mendapatkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) Model pembelajaran SiMaYang dapat meningkatkan penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa dengan skor N-Gain = 0,63 atau kategori “sedang”. Pada kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional skor N-Gain peningkatan penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa sebesar 0,43 atau berkategori “sedang”. (2) Model pembelajaran SiMaYang dapat menumbuhkan model mental stoikiometri mahasiswa dengan kategori “sedang” (skor N-Gain = 0,56) yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang pembelajarannya dilakukan dengan model konvensional memiliki skor = 0,22 atau kategori “rendah”. (3) Keterkaitan antara model mental mahasiswa dengan penguasaan konsep pada topik stoikiometri cukup kuat. Dalam hal ini, model mental mahasiswa dapat mempengaruhi penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa, begitu juga penguasaan konsep sebelumnya dapat membantu mahasiswa dalam menumbuhkan model mentalnya.

Kata Kunci: Model SiMaYang, Model Mental, Penguasaan Konsep

ABSTRACT: The problem posed in this study is how the relationship between mental model with the concept mastery of student on the topic of Stoichiometry through learning by using a model of SiMaYang? Design used in this study is *pretest and posttest control group design*. The population in this study was students of Department of Mathematics and Science Education at the Faculty of Teacher Training and Education at the University of Lampung who took a course in Basic Chemicals at semester 2012/2013. The research sample randomly assigned to receive the experimental class and control class. The results showed that (1) learning model of SiMaYang was able to improve concepts mastery of students on the topic of stoichiometry with a score of N-Gain = 0.63 or a category of "moderate". At the control class with conventional learning had a score of N-Gain enhancement of concepts mastery of students by 0.43 or a category of "moderate". (2) learning model of SiMaYang was able to develop a mental models of students on the topic of stoichiometry with the category of "moderate" (Score N-Gain = 0.56) higher than the control class that its learning done with conventional models by score was 0.22 or category of "low". (3) The association between mental models with concepts mastery of students on the topic of stoichiometry strong enough. In this case, the mental models can affect mastery of concepts student, as well as mastery of the previous concepts can help students to develop mental models.

Keywords: Mental Models, Concept Mastery

PENDAHULUAN

Karakteristik ilmu kimia dilihat dari representasinya diklasifikasikan dalam level representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Johnstone, 1993 dan Treagust, et al, 2003). Representasi makroskopik yaitu representasi kimia yang diperoleh melalui pengamatan nyata terhadap suatu fenomena yang dapat dilihat dan dipersepsi oleh panca indra atau dapat berupa pengalaman sehari-hari siswa. Contohnya: terjadinya perubahan warna, suhu, pH larutan, pembentukan gas dan endapan yang dapat diobservasi ketika suatu reaksi kimia berlangsung. Seorang siswa dapat merepresentasikan hasil pengamatan dalam berbagai mode representasi, misalnya dalam bentuk laporan tertulis, diskusi, presentasi oral, diagram *vee*, grafik dan sebagainya (Johnstone, 2006; dan Ainsworth, 2008).

Representasi submikroskopik yaitu representasi kimia yang menjelaskan mengenai struktur dan proses pada level partikel (atom/molekul) terhadap fenomena makroskopik yang diamati. Representasi submikroskopik sangat terkait erat dengan model teoritis yang melandasi eksplanasi dinamika level partikel. Mode representasi pada level ini diekspresikan secara simbolik mulai dari yang sederhana hingga menggunakan teknologi komputer, yaitu menggunakan kata-kata, gambar dua dimensi, gambar tiga dimensi baik diam maupun bergerak (animasi) atau simulasi. Representasi simbolik yaitu representasi kimia secara kualitatif dan kuantitatif, yaitu rumus kimia, diagram, gambar, persamaan reaksi, stoikiometri dan perhitungan matematik (Johnstone, 2006, dan Ainsworth, 2008). Oleh karena itu, strategi pembelajaran kimia perlu dilandasi prinsip-prinsip berikut ini: level *makroskopik* disajikan melalui kegiatan laboratorium (demonstrasi atau praktikum) atau memperlihatkan fenomena dengan *simulasi* laboratorium, kemudian diintegrasikan dengan level *submikroskopik* melalui visualisasi statik atau dinamik dengan menggunakan media komputer (*animasi, simulasi* atau *software molekular*) ataupun media konvensional dengan *kit molekular*. Selanjutnya dihubungkan dengan level *simbolik* (melalui persamaan dan rumus kimia) yang direpresentasikan di kelas. Melalui strategi tersebut diharapkan siswa membentuk *model mental* yang dapat diadaptasikan untuk eksplanasi fenomena kimia yang serupa dan diaplikasikan ke dalam strategi pemecahan masalah.

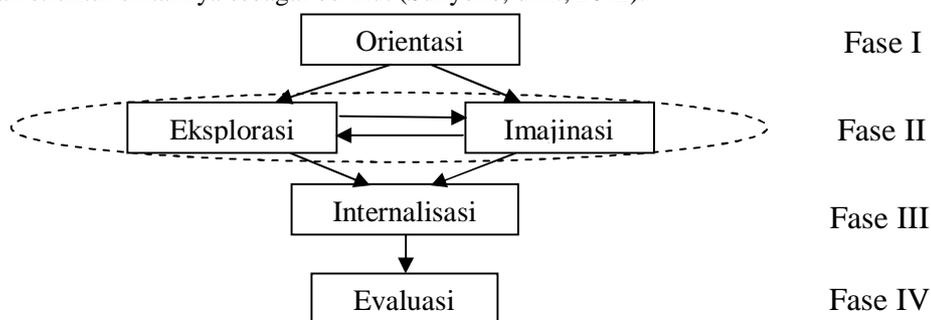
Hasil penelitian yang dilakukan oleh Paivio dan Bagget (dalam Dede, Chris., 2000), mengindikasikan bahwa dengan memilih perpaduan media yang tepat, kegiatan belajar dari pembelajar dapat ditingkatkan. Menurut teori *dual coding*, kedua *channel* pemrosesan informasi (verbal dan visual) tidak ada yang lebih dominan. Oleh sebab itu, kedua *channel* tersebut perlu diparalelkan dalam pembelajaran yang dapat diwujudkan melalui pembelajaran yang mengkombinasikan antara *channel* verbal dan visual. Kenyataannya, pembelajaran kimia yang berlangsung selama ini cenderung memprioritaskan hanya pada level representasi makroskopik dan simbolik secara verbal (Chittleborough & Treagust, 2007; Liliyasi, 2007; dan Sunyono, dkk., 2011). Representasi submikroskopis umumnya hanya di representasikan secara verbal, dan model-model molekular kurang mendapatkan apresiasi, padahal model-model molekular tersebut dapat menjembatani pembelajaran kimia antara ketiga level tersebut. Oleh sebab itu, tidak diapresiasikannya level submikroskopis dalam pembelajaran merupakan salah satu penyebab pembelajar kesulitan dalam upayanya meningkatkan kemampuan menginterpretasikan representasi internal ke dalam representasi eksternal (Chittleborough & Treagust, 2007).

Dalam pembelajaran dengan berbagai representasi kimia, model mental pembelajar dapat dibangun melalui pemberian pertanyaan-pertanyaan yang menggiring pembelajar agar menggunakan metakognisinya dalam memecahkan masalah (Park, 2006; Wang., 2007; dan Davidowitz, et al., 2010). Di samping itu, membangun model mental pembelajar sangat dimungkinkan dilakukan melalui pembelajaran yang menekankan pada transformasi ketiga level fenomena kimia sebagaimana dilaporkan oleh Coll (1999); Chittleborough. & Treagust (2007); Davidowitz, et al. (2010); Strickland, et. al. (2010); dan McBroom, (2011). Apa itu model mental? Bower dan Morrow (dalam Strickland, et. al., 2010)) mendefinisikan model mental dalam pernyataan berikut: “*We build models that represent significant aspects of our physical and social world, and we manipulate elements of those models when we think, plan, and try to explain events of that world.* Selanjutnya dikatakan bahwa “*an individual’s mental models are complex knowledge constructs representing the person’s experiences regarding a particular phenomenon. The construction of mental models is not limited to tangible objects; the phenomena may be as abstract as the notions of ‘right’ and ‘wrong.’*” Berdasarkan definisi tersebut dapat dikatakan bahwa konstruksi model mental adalah inti dari suatu pembelajaran bermakna, dimana dalam memahami dan menalar bagaimana

suatu sistem bekerja, pembelajar perlu menyusun suatu model mental di otaknya terhadap sistem yang dihadapinya. Dalam hal ini, individu tersebut akan membangun jaringan konsep-konsep terkait dan memahami hubungan fungsional dari sejumlah aspek dan tingkatan yang berbeda dari sistem tersebut (Abdullah, 2006).

Dalam membangun model mental, Schönborn and Anderson (2009) melaporkan bahwa terdapat 7 (tujuh) model tentang faktor-faktor yang menentukan kemampuan pembelajar dalam menginterpretasikan representasi eksternal (ER) fenomena kimia, yang disebut sebagai model triarkis (*triarchic model*). Tujuh faktor tersebut adalah kemampuan penalaran siswa (R faktor), pemahaman mahasiswa mengenai relevansi konsep terhadap ER (faktor C), dan sifat dari mode di mana fenomena yang diinginkan dinyatakan oleh ER (Faktor M), serta empat faktor lainnya yang merupakan kombinasi/interaksi dari ketiga faktor awal tersebut, yaitu faktor R-C, R-M, C-M, dan C-R-M. Faktor R-C adalah pengetahuan konseptual diri sendiri mengenai ER, faktor R-M adalah fitur dari ER itu sendiri, faktor C-M adalah faktor interaktif yang mempengaruhi interpretasi ER, dan faktor C-R-M adalah interaksi dari ketiga faktor awal (C, R, M) yang mewakili kemampuan seorang mahasiswa untuk melibatkan semua faktor dari model agar dapat meninterpretasikan ER dengan baik (Schönborn and Anderson, 2009).

Sebagaimana hasil temuan Sunyono, dkk (2011) bahwa mahasiswa yang tidak di latih dalam menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia tersebut akan mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah yang terkait dengan transformasi dari level makro ke submikro dan/atau simbolik atau sebaliknya. Kesulitan-kesulitan mahasiswa dalam menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia tersebut menandakan mahasiswa masih kesulitan dalam membangun model mental, sehingga mahasiswa kesulitan dalam mengembangkan kemampuan berfikirnya. Menurut Senge, PM. (2004; 13-14) bahwa proses berfikir seseorang memerlukan bangunan model mental yang baik. Dalam membangun model mental dan meningkatkan penguasaan konsep, peneliti menggunakan model pembelajaran berbasis multipel representasi yang bernama SiMaYang, dengan struktur sintaknya sebagai berikut (Sunyono, dkk., 2012).



Gambar 1. Fase-Fase Model Pembelajaran Si-5 Layang-Layang (SiMaYang).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pengembangan dalam rangka menemukan model pembelajaran berbasis multipel representasi yang menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia. Desain penelitian pengembangannya menggunakan desain yang dikemukakan oleh Borg, W.R. & Gall, M.D. (2003). Populasi dalam penelitian ini adalah semua mahasiswa Jurusan Pendidikan MIPA yang mengambil Mata Kuliah Kimia Dasar di semester ganjil tahun 2012/2013. Sampel penelitian ditentukan secara acak dengan undian untuk mendapatkan kelas eksperimen dan kelas kontrol. Desain yang digunakan dalam tahap uji coba terbatas ini adalah *pretest and posttest control group design* (Fraenkel, J.R. & Wallen, 2003, hal. 271 – 275).

Penguasaan konsep mahasiswa diukur dengan menggunakan soal-soal pilihan ganda 5 opsi dengan jumlah 20 item soal baik untuk pretes maupun postes. Selanjutnya model mental mahasiswa dikonfirmasi dengan

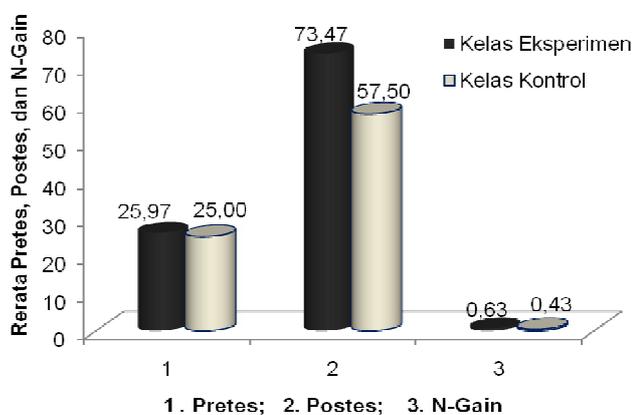
pemberian soal-soal tes berbentuk uraian (essay) dengan beberapa pertanyaan-pertanyaan yang menggiring mahasiswa berpikir dengan tiga level fenomena kimia (Park, E.J., 2006; Wang, C.Y., 2007; dan Davidowitz, B., et al., 2010). Pengukuran model mental menggunakan rubrik yang telah divalidasi oleh ahli (Sunyono, dkk., 2012). Sebelum digunakan, semua instrumen penelitian (buku model SiMaYang, rencana pembelajaran, lembar kegiatan mahasiswa, instrumen observasi, instrumen tes penguasaan konsep, dan instrumen tes model mental) divalidasi terlebih dahulu oleh pakar yang relevan sebanyak 5 orang (Sunyono, dkk., 2012).

Analisis data tentang model mental mahasiswa dan data hasil tes penguasaan konsep mahasiswa dilakukan melalui analisis deskriptif dan kuantitatif. Data tentang penguasaan konsep kimia pada topik Stoikiometri ditentukan melalui skor N-gain (Hake, 2002). Analisis kuantitatif hasil tes model mental dilakukan dengan pemberian skor pada masing-masing jawaban mahasiswa (Park, E.J., 2006) sesuai dengan tipe jawaban mahasiswa. Selanjutnya, dari hasil penskoran model mental mahasiswa dihubungkan dengan penguasaan konsep dengan menggunakan statistik korelasi untuk melihat keterkaitan antara penguasaan konsep yang dicapai mahasiswa dengan model mentalnya secara statistik. Analisis deskriptif juga dilakukan untuk mendeskripsikan model mental mahasiswa sebelum dan sesudah penerapan model SiMaYang dan keterkaitan antara prestasi (penguasaan konsep) dan model mental.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Penguasaan Konsep Stoikiometri

Pengukuran penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa dilakukan melalui pretes dan postes. Data pretes dan postes pada kelas eksperimen dan kontrol untuk mendapat rerata dan N-Gain dari kedua kelas tersebut ditunjukkan sebagaimana Gambar 2.



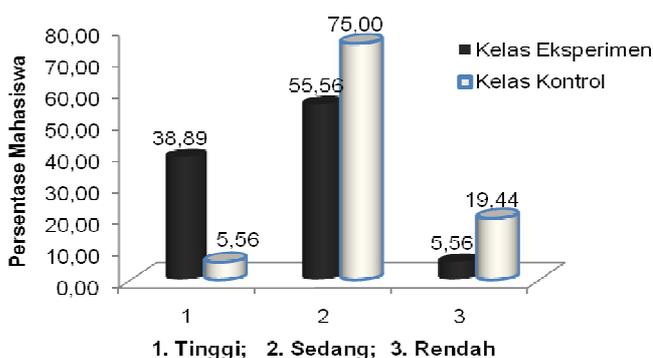
Gambar 2. Data pretes, postes, dan N-Gain Penguasaan Konsep Stoikiometri Mahasiswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Berdasarkan Gambar 2. bahwa terjadi peningkatan penguasaan konsep antara sebelum dan sesudah pembelajaran baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Peningkatan penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa menghasilkan N-Gain dengan kategori “sedang” baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Peningkatan penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa pada kelas eksperimen lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Data pretes pada kelas eksperimen, rerata penguasaan konsep mahasiswa sebesar 25,97 dengan SD sebesar 14,14, sedangkan postes pada kelas eksperimen memiliki rerata penguasaan konsep mahasiswa sebesar 73,47 dengan SD sebesar 3,54. Pada kelas eksperimen, rerata N-Gain mahasiswa sebesar 0,63 dengan SD 0,12 dan masuk dalam kategori sedang. Pada kelas kontrol, rerata pretes mahasiswa sebesar 25,00 dengan SD sebesar

14,14, sedangkan postes pada kelas kontrol memiliki rerata sebesar 57,50 dengan SD sebesar 3,54. Rerata N-Gain mahasiswa pada kelas kontrol sebesar 0,43 dengan SD = 0,06. Besarnya N-Gain pada kelas kontrol tersebut masuk kategori sedang.

Berdasarkan Gambar 2. tersebut tampak bahwa meskipun antara kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki kategori N-Gain yang sama, yaitu sedang, tetapi rerata N-Gain pada kelas eksperimen cenderung lebih besar daripada rerata N-Gain kelas kontrol.

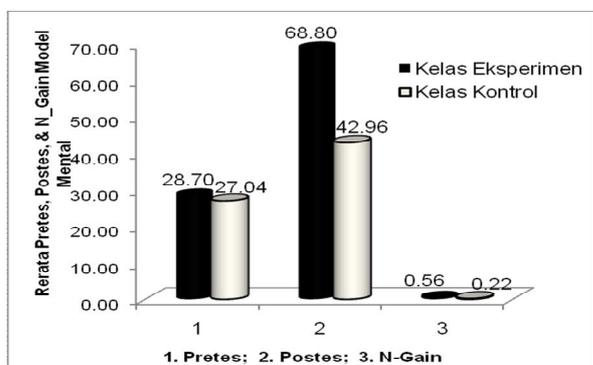
Ditinjau dari sebaran mahasiswa yang memperoleh N-Gain pada kategori tertentu setelah pembelajaran berlangsung memperlihatkan adanya perbedaan antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3. Pada kelas eksperimen, terdapat 38,89% mahasiswa yang memperoleh kategori N-Gain tinggi dan mahasiswa yang memperoleh N-Gain dengan kategori sedang sebanyak 55,56%. Dengan demikian, mayoritas mahasiswa kelas eksperimen memperoleh N-Gain dengan kategori sedang dan tinggi. Pada kelas kontrol, hanya 5,56% mahasiswa yang memperoleh N-Gain dengan kategori tinggi dan mayoritas mahasiswa memperoleh N-Gain dengan kategori sedang (75%) dan rendah (19,44%). Kecenderungan adanya perbedaan N-Gain antara kelas eksperimen dan kelas kontrol tersebut akan diuji lebih lanjut melalui uji statistik inferensial.



Gambar 3. Sebaran Persentase Mahasiswa yang Memperoleh N-Gain Penguasaan Konsep pada Kategori Tertentu.

B. Model Mental Mahasiswa

Instrumen tes model mental digunakan untuk mengukur peningkatan model mental mahasiswa dalam mempelajari Stoikiometri pada perkuliahan Kimia Dasar. Data pretes dan postes pada kelompok eksperimen dan kontrol dianalisis untuk mendapatkan rerata dan N-Gain pada kedua kelompok tersebut dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pretes, Postes, dan N-Gain untuk Model Mental Mahasiswa.

Berdasarkan Gambar 4, terjadi peningkatan skor model mental antara sebelum dan sesudah pembelajaran baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol dan menghasilkan N-Gain model mental dengan kategori “sedang” pada kelas eksperimen dan kategori “rendah” pada kelas kontrol.

C. Keterkaitan Model Mental dan Penguasaan Konsep

Ditinjau dari kemampuan dosen dalam mengelola pembelajaran yang “tinggi” (Sunyono, dkk., 2012), meningkatnya model mental mahasiswa dibandingkan sebelum penerapan model SiMaYang, dan peningkatan penguasaan konsep Stoikiometri dengan gain “sedang”, dapat dikatakan bahwa pelaksanaan pembelajaran dengan model SiMaYang memiliki keefektivan yang tinggi dalam menumbuhkan model mental dan penguasaan konsep mahasiswa. Peningkatan penguasaan konsep Stoikiometri ini dapat dipahami, karena pembelajaran dengan menggunakan model SiMaYang merupakan pembelajaran berbasis multipel representasi, dimana dalam pelaksanaannya mahasiswa diajak untuk melakukan proses eksplorasi pengetahuan melalui berbagai sumber, seperti buku teks, penjelasan dosen, dan/atau *webpage/weblog*. Tahapan eksplorasi dan imajinasi ini dilakukan secara kolaboratif diantara mahasiswa melalui diskusi kelompok.

Pada kegiatan eksplorasi akan muncul pertanyaan-pertanyaan pada mahasiswa seperti mengapa dan bagaimana. Munculnya pertanyaan-pertanyaan tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa telah siap untuk melakukan kegiatan imajinasi. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Karplus dan Their (dalam Fajaroh dan Dasna, 2007) bahwa pada fase eksplorasi, pengajar membangkitkan minat dan keingintahuan pembelajar tentang topik yang akan diajarkan, sehingga peserta didik lebih termotivasi dalam mengikuti kegiatan pembelajaran pada tahap berikutnya. Selanjutnya penelitian Zhu dan Grabowski (2006) menunjukkan tidak terdapat perbedaan hasil belajar ketika menggunakan animasi dan media audio visual, namun terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara pembelajaran dengan animasi dan audio visual dengan pembelajaran secara verbal (teks dan oral).

Kegiatan eksplorasi selalu dibarengi dengan kegiatan imajinasi. Kegiatan imajinasi diperlukan untuk melakukan pembayangan mental terhadap representasi eksternal level submikroskopik, sehingga dapat mentransformasikannya ke level makroskopik atau simbolik atau sebaliknya. Kegiatan eksplorasi – imajinasi merupakan tahap yang paling penting dalam pembelajaran untuk menumbuhkan daya nalar dan membangkitkan kreativitas mahasiswa. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilaporkan oleh Haruo, O (2009) bahwa “...*the teaching with emphasis on the imagination can evoke the representation capabilities of learners, so that learners can improve their creativity. The power of imagination will evoke passion to improve the skills and conceptual knowledge of the learners.*”

Di samping kegiatan eksplorasi dan imajinasi, mahasiswa diberi kesempatan untuk menginternalisasikan hasil kerja kelompoknya. Pada tahap internalisasi, mahasiswa melakukan presentasi dan diskusi kelas, mengerjakan tugas individu atau latihan individu dalam melakukan interpretasi dan transformasi fenomena kimia dari level yang satu ke level yang lain. Tahap internalisasi ini bertujuan agar mahasiswa memiliki kretaitvas yang tinggi dan daya imajinasi yang kuat dalam mendukung perolehan pengetahuan konseptual. Oleh sebab itu, dalam pelaksanaan model pembelajaran SiMaYang, selain mahasiswa bekerja secara kelompok (fase eksplorasi – imajinasi), mahasiswa juga berlatih secara individu untuk mengembangkan kemampuan intelektualnya berdasarkan interpretasinya sendiri, melalui presentasi dan tugas/latihan individu.

Hasil analisis SPSS untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 tersebut diperoleh bahwa hubungan antara skor gain model mental (X) dengan skor gain penguasaan

konsep (Y) stoikiometri mahasiswa berharga positif dan berkategori tinggi, baik pada kelas eksperimen maupun kontrol.

Tabel 1. Analisis SPSS Hubungan antara Model Mental (X) dan Penguasaan Konsep (Y) Stoikiometri Mahasiswa pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

Parameter Korelasi	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Koefisien Regresi (R)	0,7171	0,738
<i>Siginificances (sig)</i>	0,000	0,000
Kontanta	0,634	0,780
Koefisien X	29,483	24,638

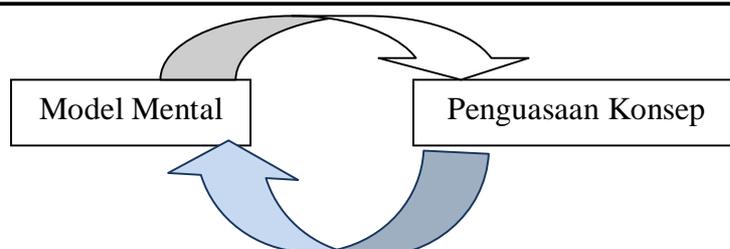
Analisis deskriptif keterkaitan antara model mental stoikiometri mahasiswa dengan penguasaan konsep dilakukan terhadap 6 (enam) item tes model mental yang analisisnya di tabulasikan ke dalam Tabel 2. Hasil analisis hubungan tersebut sejalan dengan pernyataan beberapa pakar diantaranya Chittleborough, G. dan Treagust, D.F. (2007) dalam laporan penelitiannya menyatakan bahwa pada umumnya, seiring dengan meningkatnya kemampuan membangun model mental, pemahaman siswa akan konsep kimia juga semakin meningkat. Demikian pula Senge, P.M. (2004; 13–14) mengatakan bahwa proses berfikir seseorang memerlukan bangunan model mental yang baik. Seseorang yang mengalami kesulitan dalam membangun model mentalnya menyebabkan orang tersebut akan mengalami kesulitan dalam mengembangkan keterampilan berfikir, sehingga tidak mampu melakukan pemecahan masalah dengan baik.

Berbeda dengan temuan Jaber, L.Z. and BouJaoude, S. (2012) bahwa mayoritas pembelajar dalam kelompok eksperimen dapat mengembangkan pemahaman relasional yang memadai tentang reaksi kimia dibandingkan dengan pembelajar pada kelompok kontrol. Selain itu, 22% dari pembelajar kelompok eksperimen mampu menghasilkan pengetahuan konseptual yang memadai, sehingga dapat membuat hubungan level makro-submikro-simbolik dengan akurat dibandingkan dengan hanya 4% dari pembelajar kelompok kontrol. Perbedaan-perbedaan pada dua kelompok tersebut dapat dijelaskan oleh fakta bahwa pembelajar dalam kelompok eksperimen dilatih untuk berpikir tentang konsep-konsep di tingkat submikro, makro, dan simbolis, kemudian pembelajar membuat interkoneksi diantara level-level tersebut. Di samping itu, Jaber, L.Z. and BouJaoude, S. (2012) juga menyimpulkan bahwa pembelajar dari kelompok eksperimen dengan profil model mental “tinggi” menunjukkan pemahaman di level submikro yang lebih maju daripada siswa kelompok kontrol dengan profil model mental yang “rendah”.

Tabel 1. Analisis Deskriptif Keterkaitan antara Model Mental dan Penguasaan Konsep pada Topik Stoikiometri

Konsep	Penguasaan Konsep	Model Mental (representasi)
Perubahan fisika dan kimia (verbal – visual)	Sebelum pembelajaran	Sebelum pembelajaran
	53,13% mahasiswa dapat menjelaskan dan memberi contoh	6,25% mahasiswa dapat menginterpretasikan gambar submikro tentang perubahan fisika dan kimia.
	Setelah pembelajaran	Setelah pembelajaran
	93,75% mahasiswa dapat menjelaskan dan memberi contoh	56,25% mahasiswa dapat menginterpretasikan gambar submikro tentang perubahan fisika dan kimia.
Persamaan Reaksi (verbal – visual)	Sebelum pembelajaran	Sebelum pembelajaran
	18,75% mahasiswa dapat menuliskan persamaan reaksi berdasarkan pertanyaan verbal.	Tidak ada mahasiswa yang mampu mentransformasi fenomena verbal ke visual tentang reaksi kimia.
	Setelah pembelajaran	Setelah pembelajaran
	84,38% mahasiswa dapat menuliskan persamaan reaksi berdasarkan pertanyaan verbal.	6,25% mahasiswa yang mampu mentransformasi fenomena verbal ke visual tentang reaksi kimia
Persamaan Reaksi (visual – verbal)	Sebelum pembelajaran	Sebelum pembelajaran
	Tidak ada mahasiswa yang mampu menuliskan persamaan reaksi berdasarkan gambar submikro.	Tidak ada mahasiswa yang secara tepat dapat membuat gambar submikro tentang reaksi kimia.
	Setelah pembelajaran	Setelah pembelajaran
	81,25% mahasiswa mampu menuliskan persamaan reaksi berdasarkan gambar submikro.	87,50% mahasiswa yang secara tepat dapat membuat gambar submikro tentang reaksi kimia.
Reaktan Pembatas (visual – verbal)	Sebelum pembelajaran	Sebelum pembelajaran
	3,13% mahasiswa mahasiswa mampu mengenali reaktan pembatas berdasarkan gambar submikro.	9,38% mahasiswa dapat melakukan transformasi dari submikro ke simbolik dan makro (verbal) dalam menentukan reaktan pembatas.
	Setelah pembelajaran	Setelah pembelajaran
	40,63% mahasiswa mahasiswa mampu mengenali reaktan pembatas berdasarkan gambar submikro.	50,00% mahasiswa dapat melakukan transformasi dari submikro ke simbolik dan makro (verbal) dalam menentukan reaktan pembatas.

Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa model mental mahasiswa juga dipengaruhi oleh tingkat pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep sebelumnya. Model mental mahasiswa merupakan sebuah representasi internal yang dibangun dari pengalaman, interpretasi, dan penjelasan konsep yang diterima mahasiswa sebelumnya, kemudian diterapkan ke dalam pemahaman mahasiswa terhadap representasi eksternal level submikroskopik (Wang, C.Y., 2007). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa ada hubungan timbal balik antara model mental mahasiswa dengan peningkatan penguasaan konsep mahasiswa. Model mental dan penguasaan konsep saling terkait satu sama lain, model mental dapat mempengaruhi peningkatan penguasaan konsep, demikian pula penguasaan konsep dapat mempengaruhi pembentukan model mental. Adanya ketergantungan model mental terhadap penguasaan konsep dapat dipahami, mengingat pernyataan Norman, D. (dalam Barsalou, 1992) bahwa *“people form mental models through experience, training and instruction”*. Dengan demikian, penguasaan konsep yang diperoleh dari pengalaman mahasiswa sebelumnya dapat mempengaruhi model mentalnya. Keterkaitan antara model mental dengan penguasaan konsep dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 4. Keterkaitan antara Model Mental dan Penguasaan Konsep

Model-model mental tersebut digunakan oleh mahasiswa untuk melakukan upaya memecahkan masalah melalui proses menalar, menjelaskan, memprediksi fenomena, atau menghasilkan model yang diekspresikan dalam berbagai bentuk (seperti, diagram, gambar, grafik, simulasi atau pemodelan, aljabar/matematis, bahkan juga deskripsi verbal dengan kata-kata atau bentuk tulisan cetak, dan lain-lain), kemudian dapat dikomunikasikan pada orang lain (Borges and John K. Gilbert, 1999; dan Greca and Moreira, 2001). Oleh sebab itu, model mental sangat penting dibangun untuk memudahkan mahasiswa mempelajari dan memahami suatu materi pembelajaran dan ada perbedaan tingkat penguasaan materi pembelajaran antara mahasiswa yang mampu membangun model mental yang baik dengan pelajar yang tidak mampu membangun model mental (Park, E.J., 2006; Wang, C.Y., 2007; McBroom, R.A., 2011., dan L.Z. and BouJaoude, S. 2012).

KESIMPULAN

1. Model pembelajaran SiMaYang dapat meningkatkan penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa dengan skor N-Gain = 0,63 atau kategori “sedang”. Pada kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional skor N-Gain peningkatan penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa sebesar 0,43 atau berkategori “sedang”.
2. Model pembelajaran SiMaYang dapat menumbuhkan model mental stoikiometri mahasiswa dengan kategori “sedang” (skor = 0,56) yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang pembelajarannya dilakukan dengan model konvensional (skor = 0,22 atau kategori “rendah”).
3. Keterkaitan antara model mental mahasiswa dengan penguasaan konsep pada topik stoikiometri cukup kuat. Dalam hal ini, model mental mahasiswa dapat mempengaruhi penguasaan konsep stoikiometri mahasiswa, begitu juga penguasaan konsep sebelumnya dapat membantu mahasiswa dalam menumbuhkan model mentalnya. Temuan ini memperkuat pandangan Borges and Gilbert, J.K., (1999); Greca and Moreira, (2001); dan Chittleborough, G. & Treagust, D.F., (2007), dan pendapat Senge, PM (2004).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, F.A. 2006. The Pattern of Physics Problem-Solving from the Perspective of Metacognition. *Master Dissertation, University of Cambridge*. Situs: <http://people.pwf.cam.ac.uk/kst24/ResearchStudents/>. Diakses: Pada Tanggal: 5 Januari 2011.
- Ainsworth. 2008. The Educational Value of Multiple-Representations when Learning Complex Scientific Concepts. *In (Gilbert, J.K., Reiner, M., Nakhleh, M. Eds) Visualisation: Theory and practice in science education*. U.K., Springer.
- Barsalou, 1992, *Cognitive Psychology: An Overview for Cognitive Scientist*. LEA Publisher.
- Borg, W.R., and Gall, M.D., 2003. *Education Research (An Introduction), 7th Ed*. Pearson Education Inc. United States of America.
- Borges, A.T., and Gilbert, J.K. 1999. Mental Models of Electricity. *International Journal of Science Education*, 21, p. 95 – 117.
- Chittleborough, G. and Treagust D. F. 2007. The Modelling Ability Of Non-Major Chemistry Students And Their Understanding Of The Sub-Microscopic Level. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8, 274-292.

- Coll, R.K., 1999. Learners' Mental Models of Chemical Bonding. *The Thesis of Ph.D Program of Science Educatin*, Curtin University of Technology. Australia.
- Dede, Chris. 2000. Using Multiple Interactive Media to Enable Effective Teaching & Learning. *FET Connections*. <http://www.fetc.org/fetcon/20...>. Diakses pada Tanggal 22 Oktober 2010.
- Davidowitz, B., Gail Chittleborough, and Eileen Murray., 2010. Student-generated submicro diagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, **11**, 154–164.
- Fajaroh dan Dasna. 2007. *Pembelajaran dengan Model Siklus Belajar (learning cycle)*. Universitas Negeri Malang. Malang.
- Fraenkel, J.R. and Wallen, N.E., 2003. **How to Design and Evaluate Research in Education**. 5th Ed. McGraw-Hill Companies. Boston.
- Greca, I.M., and Moreira, M.A., 2001. Mental Models, Conceptual Models, and Modelling. *International Journal of Science Education*, **22**, p. 1 – 11.
- Hake, R., 2002. Relationship of Individual Student Normalized Learning Gains in Mechanics with Gender, High-School Physics, and Pretest Scores on Mathematics and Spatial Visualization. Tersedia pada: <http://www.physics.indiana.edu/~hake>. Diakses pada tanggal: 22 Juli 2011.
- Haruo, O., Hiroki, F., & Manabu, S., 2009. Development of a lesson model in chemistry through “Special Emphasis on Imagination leading to Creation” (SEIC). *Chemical Education Journal (CEJ)*. **13**, No. 1. p. 1–6.
- Jaber, L.Z. and Boujaoude, S., 2012. A Macro–Micro–Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*. **34**, No. 7, p. 973–998.
- Johnstone, A. H. 1993. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, **70**. No. 9. p. 701-705.
- Johnstone, A.H., 2006. Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*. **7**, No. 2. p. 49-63.
- Liliasari., 2007. Scientific Concepts and Generic Science Skills Relationship In The 21st Century Science Education. *Seminar Proceeding of The First International Seminar of Science Education.*, 27 October 2007. Bandung. 13 – 18.
- McBroom, R.A., 2011. Pre-Service Science Teachers' Mental Models Regarding Dissolution and Precipitation Reactions. *A Dissertation Submitted to The Graduate Faculty of North Carolina State University in PartialFulfillment of The Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy*. Raleigh, North Carolina.
- Park, E.J., 2006. Student Perception and Ceneptual Development as Represented by Student Mental Models of Atomic Structure. *Disertation for the Doctor Degree of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University*. Columbus. USA.
- Schönborn, K.J., dan Anderson, T.R. 2009. A Model of Factors Determining Students' Ability to Interpret External Representations in Biochemistry. *International Journal of Science Education*. **31**, No. 2, p. 193–232.
- Senge, P.M., 2004. **The Fifth Discipline. The Art and Practice of The Learning Organization**. Doubleday Dell Publishing Group, Inc. New York.
- Strickland, A.M., Adam Kraftb, & G. Bhattacharyyac, 2010. What happens when representations fail to represent? Graduate students' mental models of organic chemistry diagrams. *Chem. Educ. Res. Pract.*, **11**, p. 293–301.
- Sunyono, Leny Yuanita, & Muslimin Ibrahim. 2011. Model Mental Mahasiswa Tahun Pertama dalam Mengenal Konsep Stoikiometri (Studi pendahuluan pada mahasiswa PS. Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung. *Prosiding Seminar Nasional V*. 6 Juli 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sunyono, Leny Yuanita, & Muslimin Ibrahim. 2012. Analisis Keterlaksanaan dan Kemenarikan Model Pembelajaran SiMaYang dalam Membangun Model Mental Mahasiswa pada Topik Stoikiometri. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. 6 Oktober 2012. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Tasker, R. & Dalton. R., 2006. Research Into Practice: Visualization Of The Molecular World Using Animations. *Chem. Educ. Res. Prac.* **7**, 141-159.
- Treagust, D.F., Chittleborough, G.D., & Mamiala. 2003. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *Int. J. Sci. Educ.*, Vol. **25**, No. 11, p. 1353–1368.

-
- Wang, C.Y., 2007. The Role of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models in General Chemistry Students' Understanding about Molecular Polari. *Dissertation for the Doctor Degree of Philosophy in the Graduate School of the University of Missouri*. Columbia.
- Zhu, L. & Grabowski, B. 2006. Web-Based Animation or Static Graphics: Is the Extra Cost of Animation Worth It?. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*. 15, No.3. p. 329-347.