

METAKOGNISI MAHASISWA DALAM PEMBELAJARAN KESETIMBANGAN KIMIA

Astin Lukum, Lukman A. R Laliyo, & Kostiawan Sukamto

FMIPA Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jenderal Sudirman 6 Gorontalo
e-mail: astin.lukum@yahoo.com

Abstract: Students' Metacognitive Knowledge in the Teaching of Chemical Equilibrium. This study on students' metacognitive knowledge related to Chemical Equilibrium topic was conducted at State University of Gorontalo, involving 153 students of Chemistry Department. The metacognitive knowledge being studied includes declarative, procedural, and conditional knowledge. The data were collected using an essay test about Chemical Equilibrium comprising four items on declarative knowledge, three items on procedural knowledge, and three items on conditional knowledge. The test has a 0.8 reliability coefficient, calculated using *alpha* Cronbach formula. In general, the scores on the three types of knowledge indicate that the students' metacognitive knowledge was low; in particular, their conditional knowledge was lower than their declarative knowledge, while their procedural knowledge was lower than their declarative knowledge.

Keywords: metacognitive knowledge, declarative, procedural, conditional, chemical equilibrium

Abstrak: Metakognitif Mahasiswa dalam Pembelajaran Konsep Keseimbangan Kimia. Penelitian metakognitif mahasiswa dilakukan terhadap 153 mahasiswa Jurusan Kimia Universitas Negeri Gorontalo. Pengetahuan metakognitif yang diteliti meliputi pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan kondisional berkaitan. Data penelitian adalah skor tes pengetahuan metakognitif mahasiswa berkaitan dengan topik keseimbangan kimia. Data penelitian dikumpulkan menggunakan 10 item tes yang terdiri atas empat item pengetahuan deklaratif, tiga item pengetahuan prosedural, dan tiga item pengetahuan kondisional. Koefisien reliabilitas tes dihitung dengan persamaan *alpha* Cronbach. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengetahuan metakognitif mahasiswa termasuk rendah. Pengetahuan kondisional mahasiswa lebih rendah dibandingkan dengan pengetahuan proseduralnya, sedangkan pengetahuan prosedural mahasiswa lebih rendah dibandingkan dengan pengetahuan deklaratifnya.

Kata kunci: pengetahuan metakognitif, pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, pengetahuan kondisional, keseimbangan kimia

Hasil ujian nasional pada tahun pelajaran 2007/2008, 2008/2009, dan 2009/2010 di empat SMA negeri di Kota Gorontalo, dan empat SMA negeri di Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo, yang merupakan sekolah-sekolah favorit, untuk mata pelajaran kimia adalah kurang dari 60 untuk skor maksimal 100 (Laliyo, 2011). Hal ini menunjukkan bahwa daya serap mata pelajaran kimia adalah rendah. Fakta ini juga menunjukkan bahwa mata pelajaran kimia dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit dipelajari oleh siswa.

Salah satu topik dalam pelajaran kimia di SMA dan MA adalah keseimbangan kimia. Hasil penelitian Childs dan Seehan (2009) menunjukkan bahwa

keseimbangan kimia merupakan topik yang paling sulit dalam pembelajaran kimia. Kesulitan tersebut disebabkan oleh tiga faktor. *Pertama*, konsep-konsep dalam topik keseimbangan kimia hampir semuanya merupakan konsep abstrak, seperti konsep keadaan setimbang dan pergeseran keseimbangan. *Kedua*, diperlukan kemampuan matematik dalam menyelesaikan soal-soal dalam keseimbangan kimia seperti untuk menghitung harga tetapan keseimbangan pada suhu tertentu atau akibat adanya pergeseran keseimbangan. *Ketiga*, konsep-konsep yang ada di dalamnya didasari oleh konsep-konsep sebelumnya, seperti konsep-konsep dalam topik Laju Reaksi dan Konsentrasi Larutan.

Kesulitan siswa dalam mempelajari topik kesetimbangan kimia dapat juga disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang digunakan. Selama ini, ada kecenderungan pembelajaran topik kesetimbangan kimia dilakukan dengan pendekatan verifikasi. Dalam pembelajaran dengan pendekatan verifikasi guru menjelaskan materi pelajaran, diikuti dengan praktikum yang sebagian besar ditujukan untuk memverifikasi “kebenaran” dari materi yang telah dijelaskan oleh guru. Pembelajaran secara verifikasi tersebut dapat dianggap sebagai pembelajaran yang kurang bermakna bagi siswa (Effendy, 2002: 1).

Menurut Carin dan Sund (1975) pembelajaran bermakna dapat terjadi apabila siswa mengkonstruksi sendiri konsep-konsep dengan bantuan yang minimal dari guru. Pembelajaran bermakna sangat menentukan kinerja akademik siswa. Kinerja akademik tersebut erat kaitannya dengan kemampuan metakognitif siswa.

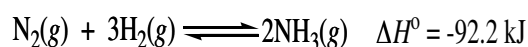
Ada beberapa pendapat berkaitan dengan metakognitif. Anggo (2011:26) menyatakan bahwa metakognitif merupakan suatu rangkaian dari aktivitas berpikir yang dilakukan oleh manusia. Murni (2010: 3) menyatakan bahwa metakognitif merupakan pengetahuan berpikir tingkat tinggi karena melibatkan fungsi eksekutif yang lebih mengkoordinasikan tentang perilaku pembelajaran. Rompayom dkk (2010:3) menyatakan bahwa metakognitif merupakan kemampuan siswa secara eksplisit dalam memikirkan gagasan atau konsep yang mereka miliki. Iwai (2011:151) dan Murti (2011:53) mendefinisikan metakognitif sebagai pengetahuan yang dimiliki seseorang tentang proses dan hasil kognitifnya sendiri, yang mencakup pemantauan aktif, regulasi konsekuen, dan kegiatan pemrosesan informasi. Berdasarkan pendapat-pendapat di atas, pengetahuan yang diperoleh siswa dalam kegiatan pembelajaran dapat dianggap sebagai hasil dari pengetahuan metakognitifnya.

Ada tiga jenis pengetahuan metakognitif, yaitu pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional (Rampayom dkk., 2010). Pengetahuan deklaratif merupakan pengetahuan tentang diri sendiri sebagai pembelajar, dan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja seseorang. Pengetahuan prosedural merupakan pengetahuan tentang cara menggunakan segala sesuatu yang telah diketahui dalam pengetahuan deklaratifnya, sedangkan pengetahuan kondisional merupakan pengetahuan tentang kapan dan mengapa menggunakan pengetahuan deklaratif dan pengetahuan prosedural. Pemahaman siswa berkaitan dengan topik kesetimbangan kimia dapat dianggap memer-

lukan pengetahuan metakognitif karena di dalamnya terkandung pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional.

Pengetahuan deklaratif berkaitan dengan topik kesetimbangan kimia merupakan pemahaman siswa tentang konsep-konsep yang ada dalam materi tersebut dan bagaimana pembelajar mengkonstruksi konsep-konsep tersebut dalam kognisinya dengan berbagai cara yang mudah menurut pembelajar. Sebagai contoh adalah konsep tentang keadaan setimbang. Siswa mengkonstruksi konsep tersebut dan berdasarkan pemahaman yang telah dibangun ia mungkin menyatakannya bahwa keadaan setimbang adalah suatu keadaan dimana pada reaksi reversibel (dapat balik) laju reaksi pembentukan produk adalah sama dengan laju reaksi pembentukan reaktan.

Pengetahuan prosedural berkaitan dengan topik kesetimbangan kimia merupakan pengetahuan tentang bagaimana menggunakan konsep-konsep yang telah diketahui dalam pengetahuan deklaratifnya. Sebagai contoh dalam menghitung tetapan kesetimbangan (K_c), siswa menggunakan konsep yang telah ia konstruksikan sebelumnya, yaitu konsep tentang kesetaraan suatu reaksi, konsep tentang keadaan setimbang, dan konsep tentang konsentrasi zat. Berdasarkan dua konsep pertama siswa dapat menuliskan ungkapan tentang tetapan kesetimbangan, kemudian berdasarkan konsep yang ketiga pembelajar dapat menghitung harga tetapan kesetimbangan. Pengetahuan kondisional berkaitan dengan topik kesetimbangan kimia merupakan pengetahuan tentang kapan dan mengapa menggunakan pengetahuan deklaratif dan pengetahuan prosedural. Sebagai contoh adalah bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk memperbesar hasil gas NH_3 yang diperoleh berdasarkan reaksi kesetimbangan berikut.



Untuk menjawab pertanyaan tersebut siswa harus menggunakan pengetahuan deklaratif yang telah ia konstruksikan seperti konsep tentang reaksi eksotermik, konsep pengaruh perubahan volume dan tekanan terhadap pergeseran kesetimbangan, serta konsep tentang katalis. Kemudian siswa menggunakan konsep-konsep tersebut untuk memilih kondisi yang tepat, yaitu kondisi yang menyebabkan kesetimbangan bergeser ke arah kanan sehingga gas NH_3 yang dihasilkan menjadi optimal.

Cross dan Paris, (1988:131-142) melaporkan bahwa pengukuran pengetahuan metakognitif mencakup tiga hal, yaitu pengukuran pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan

kondisional. Pengetahuan metakognitif dapat diukur dengan menggunakan beberapa metode. Rompayom dkk. (2010:2) menyatakan bahwa beberapa metode yang biasa digunakan untuk mengukur metakognitif adalah dengan menggunakan kuesioner, wawancara, *analysis of thinking-aloud protocols*, pengamatan dan *raise-awareness task*, dan buku harian atau otobiografi. Cooper dkk. (2008:18-24) menggunakan *across-method-and-time instrument designed* untuk mengukur pengetahuan metakognitif dalam menyelesaikan soal-soal kimia. Rompayom dkk. (2010) mengembangkan instrumen untuk mengukur pengetahuan metakognitif siswa dalam materi ikatan kimia dalam bentuk serangkaian pertanyaan terbuka. Pertanyaan terbuka tersebut disajikan dalam bentuk tes tertulis yang memungkinkan siswa untuk mengungkapkan apa yang mereka ketahui, selain itu siswa dapat mengembangkan sendiri ide-ide mereka dalam menggunakan strategi kognitifnya.

Countinho (2007) melaporkan bahwa ada hubungan antara pengetahuan metakognisi dengan keberhasilan belajar, siswa dengan pengetahuan metakognisi yang tinggi cenderung memiliki hasil belajar yang tinggi. Hasil penelitian Nbina, & Viko (2010:1) menunjukkan bahwa pada pengajaran yang menggunakan strategi metakognisi, penilaian diri dapat meningkatkan prestasi belajar kimia di sekolah menengah dan juga secara signifikan meningkatkan efikasi diri mereka.

Selama ini penelitian-penelitian dalam pembelajaran kimia, khususnya dalam pembelajaran topik kesetimbangan kimia, cenderung berkaitan dengan kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep dan kesalahan konsep atau miskonsepsi dalam topik tersebut (Hariun dkk., 2008). Penelitian tentang pengetahuan metakognitif mahasiswa berkaitan dengan topik kesetimbangan kimia dapat dianggap belum banyak. Salah satu penelitian pembelajaran kimia yang berkaitan dengan pengetahuan metakognitif dilakukan oleh Danial (2010). Dari penelitian ini terungkap bahwa mahasiswa belum mampu menggunakan pemikiran kritis yang terkait dengan pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional. Hal ini kemungkinan akibat dari belum terlaksananya pembelajaran konstruktivis oleh dosen. Penelitian tentang pengetahuan metakognitif mahasiswa berkaitan dengan topik kesetimbangan kimia penting untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengetahuan metakognitif mahasiswa yang meliputi pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Subjek penelitian adalah mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Gorontalo pada tahun akademik 2011/2012 yang telah memperoleh perkuliahan materi kesetimbangan kimia. Subjek penelitian adalah 153 mahasiswa sampel ditentukan berdasarkan teknik *purposive sampling*, yang terdiri dari 53 mahasiswa angkatan 2011/2012, 53 mahasiswa angkatan 2010/2011, dan 47 mahasiswa angkatan 2009/2010.

Data penelitian adalah skor tes pemahaman materi kesetimbangan kimia. Instrumen yang digunakan untuk mengambil data penelitian adalah tes pemahaman konsep kesetimbangan kimia (TPKKK). Tes ini berupa pertanyaan terbuka yang terdiri dari 10 item. empat item berkaitan dengan pengetahuan deklaratif, tiga item berkaitan dengan pengetahuan prosedural, dan tiga item berkaitan dengan pengetahuan kondisional. Item tes pengetahuan deklaratif ditujukan untuk menggali pengetahuan mahasiswa tentang konsep-konsep dasar pada materi kesetimbangan kimia. Item tes pengetahuan prosedural ditujukan untuk menggali pengetahuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah secara bertahap. Item tes pengetahuan kondisional ditujukan untuk menggali pengetahuan mahasiswa tentang bagaimana, mengapa, dan kapan menggunakan strategi tertentu dalam menyelesaikan masalah pada kondisi dan situasi tertentu pada materi kesetimbangan kimia. Apabila mahasiswa mampu menjawab setiap item tes secara bertahap mulai dari pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional, maka mahasiswa tersebut dianggap telah memiliki pengetahuan metakognitif yang baik. TPKKK divalidasi oleh dua orang validator kemudian diujicobakan kepada mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia lainnya yang tidak termasuk dalam subjek penelitian. Uji reliabilitas tes dengan *alpha* Cronbach menghasilkan harga koefisien reliabilitas sebesar 0,8. Teknik pemberian skor tes merujuk pada kriteria pemberian skor pengetahuan metakognitif yang dikemukakan oleh Rompayom dkk. (2010:5) yang disajikan pada Tabel 1. Data penelitian dianalisis secara dekriptif kualitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil Tes TPKKK mahasiswa untuk aspek pengetahuan deklaratif, prosedural, dan kondisional dalam materi kesetimbangan kimia diuraikan pada Tabel 2, 3, dan 4.

Tabel 1. Kriteria Pemberian Skor untuk Mengukur Tingkat Pengetahuan Metakognitif Mahasiswa Berdasarkan Kriteria Rompayom dkk. (2010:5)

Skor	Deskripsi Pengetahuan Deklaratif	Deskripsi Pengetahuan Prosedural	Deskripsi Pengetahuan Kondisional
0	Jawaban yang diberikan mahasiswa tidak relevan dengan pertanyaan.	Mahasiswa tidak menguraikan strategi tertentu yang digunakan untuk memecahkan masalah.	Mahasiswa tidak menjelaskan kapan dan mengapa menggunakan strategi tertentu dalam memecahkan masalah.
1	Mahasiswa tidak menguraikan apapun yang berhubungan dengan pertanyaan. Jawaban mahasiswa tidak spesifik dan tidak berhubungan dengan pertanyaan.	Mahasiswa memahami tujuan tugas/soal, tetapi membuat pernyataan yang tidak spesifik dan tidak berhubungan antara informasi dan pertanyaan.	Mahasiswa menggunakan strategi umum untuk memecahkan masalah, tetapi tidak menjelaskan kapan atau mengapa menggunakan strategi itu atau statemen yang diberikan tidak spesifik.
2	Mahasiswa mampu memberikan jawaban dengan jelas dan terkait dengan pertanyaan.	Mahasiswa mampu menggambarkan dengan jelas strategi yang digunakan dengan mempertimbangkan implikasi antara informasi dan pertanyaan.	Mahasiswa mampu menjelaskan kapan dan mengapa menggunakan strategi tertentu untuk menyelesaikan masalah. Mahasiswa mampu menghubungkan dengan jelas antara informasi dan pertanyaan.

Tabel 2. Hasil Tes Pengetahuan Deklaratif Mahasiswa dalam Materi Kesetimbangan Kimia

Deskripsi Pengetahuan Deklaratif	Skor	Soal	Jumlah Mahasiswa yang Menjawab
Jawaban yang diberikan mahasiswa tidak relevan dengan pertanyaan. Mahasiswa tidak menguraikan apapun yang berhubungan dengan pertanyaan.	0	1	66
		2	64
		3	14
		4	15
Jawaban mahasiswa tidak spesifik dan tidak berhubungan dengan pertanyaan	1	1	63
		2	28
		3	23
		4	65
Mahasiswa mampu memberikan jawaban dengan jelas dan terkait dengan pertanyaan	2	1	8
		2	12
		3	113
		4	50
Jumlah total mahasiswa			153

Tabel 3. Hasil Tes Pengetahuan Prosedural Mahasiswa dalam Materi Kesetimbangan Kimia

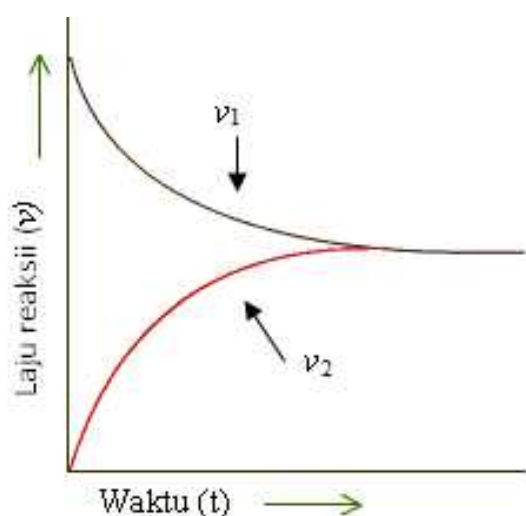
Deskripsi Pengetahuan Prosedural	Skor	Item Soal	Jumlah Mahasiswa yang Menjawab
Mahasiswa tidak menguraikan strategi tertentu yang digunakan untuk memecahkan masalah	0	5	37
		6	20
		7	10
Mahasiswa memahami tujuan tugas/soal, tetapi membuat pernyataan tidak spesifik dan tidak berhubungan antara informasi dan pertanyaan.	1	5	29
		6	43
		7	76
Mahasiswa mampu menggambarkan dengan jelas strategi yang digunakan dengan mempertimbangkan implikasi antara informasi dan pertanyaan.	2	5	6
		6	83
		7	34
Jumlah total mahasiswa			153

Tabel 4. Hasil Tes Pengetahuan Kondisional Mahasiswa dalam Materi Kestimbangan Kimia

Deskripsi Pengetahuan Kondisional	Skor	Soal	Jumlah Mahasiswa yang Menjawab
Mahasiswa tidak menjelaskan kapan dan mengapa menggunakan strategi tertentu dalam memecahkan masalah.	0	8	6
		9	2
		10	4
Mahasiswa menggunakan strategi umum untuk memecahkan masalah, tetapi tidak menjelaskan kapan atau mengapa menggunakan strategi itu atau statemen yang diberikan tidak spesifik.	1	8	39
		9	31
		10	9
Mahasiswa mampu menjelaskan kapan dan mengapa menggunakan strategi tertentu untuk menyelesaikan masalah. Mahasiswa mampu menghubungkan dengan jelas antara informasi dan pertanyaan.	2	8	22
		9	18
		10	0
Jumlah mahasiswa			153

Pembahasan

Data pengetahuan deklaratif mahasiswa pada konsep keadaan setimbang menunjukkan adanya ketidakrelevanan jawaban dengan pertanyaan yang diberikan. Berikut ini diuraikan gambaran pengetahuan deklaratif mahasiswa untuk item tes nomor 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Perubahan Laju Reaksi terhadap Waktu

Dari Gambar 1, apabila v_1 adalah laju reaksi pembentukan hasil reaksi dan v_2 adalah laju reaksi pembentukan pereaksi kembali, jelaskan kapan suatu reaksi tersebut mencapai kesetimbangan dan apakah pada saat kesetimbangan dicapai reaksi berhenti?

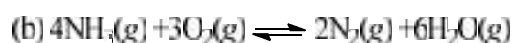
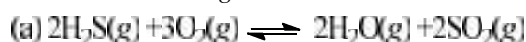
Temuan penelitian untuk item tes soal nomor 1 menunjukkan bahwa 66 mahasiswa memberikan jawaban yang tidak relevan dengan pertanyaan (skor 0). Contoh jawaban yang tidak relevan dari beberapa mahasiswa adalah “Pada saat setimbang hasil reaksi dan pereaksi memiliki koefisien yang sama”. Contoh

jawaban yang tidak relevan lainnya adalah “Untuk mencapai titik kesetimbangan, konsentrasi, suhu, dan volume adalah konstan, dan reaksi berhenti”. Jawaban mahasiswa menunjukkan bahwa mereka tidak memahami dengan tepat pengetahuan deklaratif tentang kondisi yang terjadi pada saat reaksi mencapai keadaan setimbang, yaitu: “Pada saat kesetimbangan tercapai reaksi tetap berlangsung dengan laju reaksi reaksi pembentukan hasil dan laju reaksi pembentukan pereaksi kembali adalah sama cepat”. Mahasiswa yang memberikan jawaban salah dapat dianggap tidak dapat memahami dengan baik hubungan antara perubahan laju reaksi terhadap waktu pada reaksi bolak-balik yang mencapai keadaan setimbang.

Contoh pengetahuan deklaratif mahasiswa juga ditunjukkan pada jawaban terhadap soal nomor 2, “Bagaimana pengaruh konsentrasi, tekanan, dan suhu dalam sistem Kestimbangan Kimia?” Temuan penelitian menunjukkan bahwa 64 orang mahasiswa memberikan jawaban yang tidak relevan dengan pertanyaan (skor 0). Contoh jawaban beberapa mahasiswa tersebut sebagai berikut. “Apabila konsentrasi, tekanan dan suhu dalam sistem kesetimbangan kimia sangat berpengaruh, karena semakin besar konsentrasi, tekanan dan suhu, proses terjadinya kesetimbangan semakin cepat”. Jawaban mahasiswa lainnya adalah “Pengaruh konsentrasi, tekanan dan suhu dalam sistem kesetimbangan kimia adalah jika suhu, konsentrasi dan tekanan tidak naik, reaksi yang didapatkan tidak akan setimbang”. Jawaban mahasiswa lainnya adalah. “Konsentrasi diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke sebelah kanan begitu pula sebaliknya, apabila tekanan diperbesar maka pergeserannya ke arah kanan dan jika diperkecil bergeser ke kiri, dan jika suhu diperbesar, maka pergeseran kesetimbangan ke arah kiri, jika semakin kecil suhunya kesetimbangan bergeser ke arah kanan”.

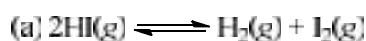
Jawaban-jawaban mahasiswa di atas adalah tidak relevan dengan pertanyaan. Seharusnya mahasiswa dengan pengetahuan deklaratif yang telah dipahaminya mampu untuk menjelaskan pengaruh suhu, konsentrasi, katalis, dan tekanan terhadap pergeseran kesetimbangan. Hal ini terjadi mungkin karena mahasiswa tidak paham faktor-faktor yang dapat memengaruhi sistem kesetimbangan seperti yang diungkapkan oleh Le Chatelier, yaitu “*Apabila dalam suatu kesetimbangan konsentrasi pereaksi diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah kanan (produk), sebaliknya apabila konsentrasi pereaksi diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah kiri (reaktan). Apabila tekanan diperbesar (volum diperkecil), kesetimbangan akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya lebih kecil, sebaliknya jika tekanan diperkecil (volum diperbesar), kesetimbangan akan bergeser ke arah yang jumlah koefisiennya lebih besar. Apabila suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang menyerap kalor (endoterm), sebaliknya apabila suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi yang melepaskan kalor (eksoterm)*”.

Soal nomor 3 yang digunakan untuk mengidentifikasi pengetahuan deklaratif mahasiswa adalah “*Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan (K_c) untuk sistem kesetimbangan berikut*”:



Temuan penelitian untuk soal nomor 3 menunjukkan bahwa 113 mahasiswa memperoleh skor 2. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah memahami hukum kesetimbangan dengan tepat dan mampu memberikan ungkapan matematik untuk hukum kesetimbangan kimia dengan benar pula.

Identifikasi pengetahuan deklaratif mahasiswa dilanjutkan pada soal nomor 4. “*Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan gas (K_p) untuk reaksi berikut*”.



Dari soal di atas, jawaban mahasiswa cenderung masuk pada deskriptor kedua pada komponen pengetahuan deklaratif (skor 1), dimana jawaban yang diberikan tidak spesifik dengan pertanyaan. Adapun beberapa contoh jawaban mahasiswa adalah sebagai berikut.

$$K_p = \frac{[\text{P}_{\text{H}_2}][\text{P}_{\text{I}_2}]}{[\text{P}_{\text{HI}}]^2} \quad \text{dan} \quad K_p = \frac{[\text{P}_{\text{PCl}_5}]}{[\text{P}_{\text{PCl}_3}][\text{Cl}_2]}$$

Dari jawaban di atas dapat dianggap mahasiswa telah memahami bahwa dalam ungkapan K_p zat hasil ditulis pada bagian pembilang dipangkatkan dengan koefisiennya, sedangkan pereaksi ditulis pada bagian penyebut dipangkatkan dengan koefisiennya. Namun mahasiswa salah dalam menyatakan ungkapan berkaitan dengan kuantitas gas. Kuantitas gas dinyatakan dengan konsentrasi gas, dengan notasi $[\text{gas}]$, atau dengan tekanan gas, dengan notasi P_{gas} . Kuantitas gas tidak pernah dinyatakan dengan $[\text{P}_{\text{gas}}]$ yang dapat diartikan sebagai konsentrasi tekanan gas.

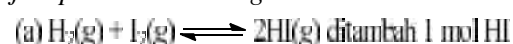
Jawaban yang lain adalah sebagai berikut.

$$K_p = \frac{[\text{P}_{\text{H}_2}] + [\text{P}_{\text{I}_2}]}{[\text{P}_{\text{HI}}]^2} \quad \text{dan} \quad K_p = \frac{[\text{P}_{\text{PCl}_5}]}{[\text{P}_{\text{PCl}_3}] + [\text{Cl}_2]}$$

Jawaban di atas menunjukkan bahwa mahasiswa tidak memahami ungkapan yang digunakan untuk menyatakan kuantitas gas. Di samping itu, mahasiswa tidak memahami bahwa bila pada pereaksi atau hasil reaksi ada dua zat atau lebih maka kuantitas zat tersebut adalah dikalikan, bukannya ditambahkan, dimana masing-masing zat dipangkatkan dengan koefisien reaksinya. Jadi, ungkapan persamaan tetapan kesetimbangan yang betul untuk dua reaksi di atas adalah sebagai berikut.

$$K_p = \frac{P_{\text{H}_2} \cdot P_{\text{I}_2}}{P_{\text{HI}}^2} \quad \text{dan} \quad K_p = \frac{P_{\text{PCl}_5}}{P_{\text{PCl}_3} \cdot P_{\text{Cl}_2}}$$

Soal nomor 5 digunakan untuk mengidentifikasi pengetahuan prosedural mahasiswa, yaitu dapatnya mereka menyelesaikan masalah secara bertahap berdasarkan konsep-konsep dalam kesetimbangan kimia. Adapun pertanyaannya adalah sebagai berikut. “*Jelaskan ke mana arah pergeseran kesetimbangan jika pada kesetimbangan berikut*”



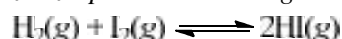
Untuk pertanyaan-pertanyaan di atas, 37 mahasiswa tidak dapat menguraikan strategi untuk memecahkan masalah pergeseran kesetimbangan (skor 0 untuk komponen pengetahuan prosedural). Mahasiswa memberikan penjelasan yang salah tentang pergeseran kesetimbangan reaksi-reaksi tersebut. Beberapa contoh penjelasan salah yang diberikan oleh mahasiswa adalah sebagai berikut.

- Kesetimbangan bergeser ke arah kanan bila pada kesetimbangan (a) ditambah 1 mol HI.
- Jika suhu dinaikkan akan terjadi pergeseran kesetimbangan (b) ke arah kiri.
- Jika volume diperkecil akan terjadi arah pergeseran kesetimbangan (c) ke arah kanan.

- (iv) Jika suhu dinaikkan maka kesetimbangannya (b) bergeser menuju ke reaksi yang memiliki H_{negatif} .

Beberapa penjelasan salah yang diberikan di atas dapat dianggap terjadi karena mahasiswa tidak memahami dengan benar azas Le Chatelier.

Lebih lanjut pengetahuan prosedural mahasiswa diidentifikasi dengan soal nomor 6: "Data konsentrasi zat-zat pada kesetimbangan



yang terjadi pada tiga percobaan dengan temperatur yang sama diberikan pada Tabel 5. Tentukan harga tetapan kesetimbangan (K_c) untuk masing-masing percobaan tersebut. Hitung pula harga tetapan kesetimbangan rata-ratanya"

Tabel 5. Data Konsentrasi I_2 , H_2 dan HI

Percobaan	$[\text{I}_2]$ (mol/L)	$[\text{H}_2]$ (mol/L)	$[\text{HI}]$ (mol/L)
1	1,63	0,97	8,49
2	4,06	1,72	17,79
3	1,01	1,01	6,83

Contoh jawaban salah untuk soal nomor 6 adalah sebagai berikut.

$$K_c = \frac{[\text{I}_2][\text{H}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{[1,63][0,97]}{[8,49]^2} = 0,021$$

$$K_c(1)=0,021, K_c(2)=0,022; K_c(3)=0,022.$$

$$K_c(\text{rata-rata}) = [K_c(1) + K_c(2) + K_c(3)] : 3 = 0,022.$$

Jawaban salah di atas terjadi karena mahasiswa tidak memahami ungkapan matematik dari tetapan kesetimbangan K_c . Ungkapan matematik yang mereka gunakan adalah terbalik. Ungkapan matematik yang benar adalah sebagai berikut.

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

Contoh jawaban salah lainnya adalah sebagai berikut.

$$[\text{I}_2] = [1,63 + 4,06 + 1,01] : 3 = 2,23$$

$$[\text{H}_2] = [0,97 + 1,72 + 1,01] : 3 = 1,23$$

$$[\text{HI}] = [8,49 + 17,79 + 6,83] : 3 = 11,04$$

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{I}_2][\text{H}_2]} = \frac{[11,04]^2}{[2,23][1,23]} = 44,38$$

Pada jawaban di atas mahasiswa telah memahami cara menuliskan ungkapan matematik untuk K_c pada reaksi di atas. Kesalahan terjadi karena mahasiswa tidak menentukan harga K_c rata-rata berdasarkan harga K_c untuk masing-masing percobaan

pada suhu yang sama. Di samping itu, mahasiswa tidak memberikan satuan untuk konsentrasi zat-zat yang ada dalam kesetimbangan.

Contoh jawaban salah yang lain adalah sebagai berikut.

$$K_c = \frac{2[\text{HI}]}{[\text{I}_2][\text{H}_2]} = \frac{2 \cdot 8,49}{[1,63][0,97]} = 10,73$$

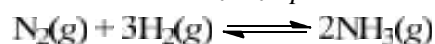
$$K_c(1) = 10,73; K_c(2) = 6,98; K_c(3) = 13,390.$$

$$K_c(\text{rata-rata}) = 1/3[K_c(1) + K_c(2) + K_c(3)] = 12,21.$$

Jawaban mahasiswa di atas, mengindikasikan bahwa pengetahuan prosedural dalam struktur pengetahuan mahasiswa belum sesuai dengan deskriptor kriteria yang telah ditetapkan dalam penelitian ini. Hal ini disebabkan mahasiswa tidak dapat menerapkan konsep dasar hukum kesetimbangan sehingga mahasiswa salah mengkonstruksi informasi dalam struktur pengetahuannya. Selain konsep tentang hukum kesetimbangan yang keliru, seperti konsentrasi zat setimbang ruas kanan yang sebenarnya dibagi dengan konsentrasi zat setimbang ruas kiri tetapi pada pengaplikasiannya mahasiswa membalikinya. Temuan di atas menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung lebih mudah menyelesaikan soal hitungan atau soal algoritmik dibandingkan soal konseptual.

Pada soal nomor 7 mahasiswa diberi pertanyaan untuk menunjukkan kemampuan tentang pengetahuan proseduralnya melalui pertanyaan berikut.

"Data konsentrasi zat-zat pada kesetimbangan



yang terjadi pada tiga percobaan dengan temperatur yang sama diberikan pada Tabel 6. Tentukan harga tetapan kesetimbangan gas (K_p) untuk masing-masing percobaan tersebut. Hitung pula harga tetapan kesetimbangan rata-ratanya?"

Tabel 6. Data Konsentrasi N_2 , H_2 dan NH_3

Percobaan	$[\text{N}_2]$ (mol/L)	$[\text{H}_2]$ (mol/L)	$[\text{NH}_3]$ (mol/L)
1	2,75	1,13	2,244
2	2,30	0,75	1,198
3	0,40	2,50	2,857

Sebanyak 76 mahasiswa memberikan jawaban yang tidak spesifik, yaitu berada pada deskriptor kedua (skor 1) pada pengetahuan prosedural, dimana tidak ada hubungan antara informasi yang diberikan dengan pertanyaan yang diajukan. Contoh jawaban salah yang diberikan mahasiswa adalah sebagai berikut.

$$K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(P_{\text{N}_2}) \cdot (P_{\text{H}_2})^3}$$

$$= \frac{(2,244)^2}{(2,75) \cdot (1,13)^3} = 1,454$$

$$K_p(1) = 1,454; K_p(2) = 1,1093; K_p(3) = 3,264$$

$$K_p(\text{rata-rata}) = 1/3[K_p(1) + K_p(2) + K_p(3)] = 1,956$$

Jawaban salah lainnya adalah sebagai berikut.

$$K_p = \frac{(P_{\text{NH}_3})^2}{(P_{\text{N}_2}) \cdot (P_{\text{H}_2})^3}$$

$$= \frac{(2,244)^2}{(2,75) \cdot (1,13)^3} = 1,27$$

$$K_p(1) = 1,27; K_p(2) = 1,48; K_p(3) = 1,31$$

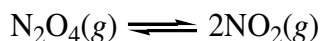
$$K_p(\text{rata-rata}) = 1/3[K_p(1) + K_p(2) + K_p(3)] = 1,35$$

Jawaban di atas disebabkan mahasiswa tidak memahami bahwa untuk menghitung harga tetapan kesetimbangan gas (K_p) data yang digunakan adalah data tekanan gas, bukannya konsentrasi gas. Sehingga mahasiswa menentukan dulu harga K_c berdasarkan data yang diberikan, kemudian merubahnya ke K_p menggunakan persamaan

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

Pengetahuan kondisional mahasiswa diidentifikasi dengan soal nomor 8, 9, dan 10. Jawaban mahasiswa pada tiga soal tersebut lebih dominan pada deskriptor kedua (skor 1) dengan rincian 39 mahasiswa pada soal nomor 8, 31 mahasiswa pada soal nomor 9, dan 9 mahasiswa pada soal nomor 10. Jawaban tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung hanya menggunakan strategi umum untuk memecahkan masalah, tetapi tidak menjelaskan kapan atau mengapa menggunakan strategi itu atau dengan kata lain statemen yang diberikan tidak spesifik.

Soal nomor 8 adalah sebagai berikut: “Pada 464 K terjadi kesetimbangan



dengan $[\text{N}_2\text{O}_4] = 0,130 \text{ mol/L}$ dan $[\text{NO}_2] = 0,001 \text{ mol/L}$. Tentukan harga K_c dan K_p reaksi tersebut jika diketahui tetapan $R = 0,08205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Strategi yang diperlukan dalam menjawab soal tersebut adalah (i) memberikan ungkapan matematis untuk harga K_c ; (2) menghitung harga K_c berdasarkan data konsentrasi zat dalam keadaan setimbang; (iii) menentukan hubungan antara K_c dan K_p ; dan (iv) menghitung harga K_p berdasarkan (iii). Strategi mahasiswa dalam menjawab soal tersebut dapat diidentifikasi dapat diidentifikasi berdasarkan jawaban yang diberikan.

Contoh jawaban salah dari pertanyaan di atas adalah sebagai berikut.

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$$

$$K_c = \frac{(0,001)^2 (\text{mol/L})^2}{0,130 \text{ mol/L}}$$

$$= 7,69 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$$

$$K_c = K_p(RT)$$

$$K_p = \frac{K_c}{RT}$$

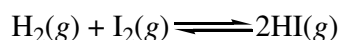
$$K_p = \frac{7,69 \times 10^{-8} \text{ mol/L}}{0,8205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 464 \text{ K}}$$

$$K_p = \frac{7,69 \times 10^{-8} \text{ mol/L}}{0,8205 \text{ L atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \times 464 \text{ K}}$$

$$= 3,3 \times 10^{-9} \text{ atm}$$

Jawaban salah di atas terjadi karena kesalahan mahasiswa dalam menentukan hubungan antara K_c dan K_p (strategi iii). Jawaban mahasiswa tersebut dapat dianggap termasuk dalam kategori deskriptor kedua (skor 1).

Lebih lanjut pengetahuan kondisional mahasiswa diidentifikasi dengan soal nomor 9: “Pada suhu 440°C , dalam bejana dengan volume 10 L, kesetimbangan



memiliki $K_c = 49,5$. Dalam kesetimbangan ini terdapat 0,80 mol H_2 dan 0,20 mol I_2 . Tentukanlah konsentrasi zat-zat dalam kesetimbangan tersebut”. Strategi yang diperlukan dalam menjawab soal tersebut adalah (i) menghitung konsentrasi H_2 dan I_2 dalam keadaan setimbang; (ii) memberikan ungkapan matematis untuk harga K_c ; (iii) memberikan ungkapan matematis untuk $[\text{HI}]$; (iv) menghitung $[\text{HI}]$ berdasarkan (iii).

Contoh jawaban salah mahasiswa adalah sebagai berikut.

$$[\text{H}_2] = \text{mol/V} = 0,80 \text{ mol}/10 \text{ L} = 0,08 \text{ mol/L}$$

$$[\text{I}_2] = \text{mol/V} = 0,20 \text{ mol}/10 \text{ L} = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$[\text{HI}] = \text{mol/V} = 2 \text{ mol}/10 \text{ L} = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$K_c = \frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$$

$$K_c = \frac{0,2^2 (\text{mol/L})^2}{0,08 \text{ mol/L} \times 0,02 \text{ mol/L}}$$

$$= 0,79$$

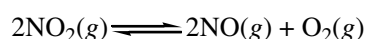
Jawaban salah di atas terjadi karena kesalahan mahasiswa mulai dari strategi (i). Jawaban mahasiswa tersebut dapat dianggap termasuk dalam kategori deskriptor pertama (skor 1).

Tabel 7. Mahasiswa yang Telah Mengembangkan Kemampuan Deklaratif, Prosedural, dan Kondisional

Kategori	Jumlah rata-rata mahasiswa yang telah mengembangkan	Persentase rata-rata mahasiswa yang telah mengembangkan
Pengetahuan deklaratif	46	30,1
Pengetahuan prosedural	41	26,7
Pengetahuan kondisional	13	8,5

Jumlah total mahasiswa = 153

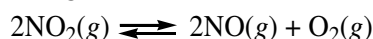
Lebih lanjut pengetahuan kondisional mahasiswa diidentifikasi dengan soal nomor 10: “*Sebanyak 2 mol gas NO₂ dimasukkan dalam bejana dan mengalami peruraian sesuai dengan persamaan berikut.*



Pada saat kesetimbangan tercapai terdapat 0,5 mol gas O₂ dan tekanan total gas adalah 2 atm. Tentukan tekanan parsial masing-masing gas dalam keadaan setimbang dan hitung harga K_p untuk reaksi tersebut”.

Strategi yang diperlukan dalam menjawab soal tersebut adalah (i) menghitung jumlah mol gas NO dan gas O₂ yang ada dalam keadaan setimbang; (ii) menghitung jumlah mol total dari gas-gas; (iii) menentukan ungkapan dalam menghitung tekanan parsial masing-masing gas; (iv) menentukan tekanan parsial masing-masing gas berdasarkan (iii); (v) memberikan ungkapan matematis tetapan K_p; dan (vi) menghitung K_p berdasarkan (v).

Soal nomor 10 ini hanya dapat dikerjakan oleh sebagian kecil mahasiswa. Contoh jawaban salah mahasiswa adalah sebagai berikut.



Mula-mula:	2 mol	0 mol	0 mol
Disosiasi:	1 mol	1 mol	0,5 mol
Keadaan setimbang:	1 mol	1 mol	0 mol

$$P_{\text{NO}_2} = \text{mol NO}_2 \times P_{\text{total}}$$

$$= 2 \times 2 \text{ atm} = 2 \text{ atm}$$

$$P_{\text{NO}} = \text{mol NO} \times P_{\text{total}}$$

$$= 2 \times 2 \text{ atm} = 2 \text{ atm}$$

$$P_{\text{O}_2} = \text{mol O}_2 \times P_{\text{total}}$$

$$= 1 \times 2 \text{ atm} = 1 \text{ atm}$$

$$K_p = \frac{(P_{\text{NO}})^2 \times P_{\text{O}_2}}{(P_{\text{NO}_2})^2}$$

$$= \frac{(2)^2(1)}{(2)^2} = 1$$

Jawaban salah di atas terjadi karena kesalahan mahasiswa mulai dari strategi (ii). Ungkapan tekanan parsial masing-masing gas adalah berkaitan dengan jumlah mol gas. Ungkapan tekanan parsial gas adalah sebagai berikut.

$$P_{\text{gas}} = \frac{\text{jumlah mol gas}}{\text{jumlah total mol gas}} \times P_{\text{total}}$$

Jawaban mahasiswa tersebut dapat dianggap termasuk dalam kategori deskriptor pertama (skor 1).

Berdasarkan data dalam Tabel 2, 3, dan 4 maka jumlah mahasiswa yang telah mengembangkan pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan kondisional dapat diberikan dalam Tabel 7.

Berdasarkan data pada Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran materi kesetimbangan kimia persentase mahasiswa yang telah mengembangkan pengetahuan metakognitif yang meliputi pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan kondisional dapat dianggap rendah. Pada dasarnya pengetahuan metakognitif tersebut, khususnya pengetahuan kondisional, berhubungan dengan pemahaman konseptual. Pemahaman konseptual didefinisi sebagai kemampuan untuk menentukan konsep mana yang relevan dan tepat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan pada kondisi tertentu (Costu, 2010; Nakhleh, 1993). Selama ini pembelajaran kimia di sekolah dan perguruan tinggi lebih ditekankan pada pemahaman algoritmik. Sebagai akibatnya pemahaman konseptual siswa cenderung tertinggal dibandingkan pemahaman algoritmiknya sebagaimana dilaporkan dari hasil penelitian Nakhleh (1993). Tertinggalnya pemahaman konseptual siswa dibandingkan pemahaman algoritmiknya tampaknya dapat menyebabkan rendahnya pengetahuan metakognitif, khususnya pengetahuan kondisional mahasiswa.

Rendahnya persentase mahasiswa yang telah mengembangkan pengetahuan metakognitif tampaknya juga disebabkan oleh pendekatan pembelajaran yang digunakan. Selama ini pembelajaran kimia di sekolah cenderung menggunakan pendekatan kon-

vensional (Sari & Sugiarto, 2012 : 83). Pendekatan konvensional tersebut pada umumnya merupakan pendekatan verifikasi. Pada pembelajaran dengan pendekatan verifikasi, guru menjelaskan materi pelajaran pada siswa, kemudian siswa diarahkan untuk memverifikasi kebenaran materi pelajaran tersebut melalui kegiatan praktikum atau analisis data dan informasi lainnya. Pavelich dan Abraham (1979) melaporkan bahwa perkembangan kemampuan berpikir formal siswa yang mengikuti pembelajaran kimia secara verifikasi adalah lebih lambat dibandingkan perkembangan kemampuan berpikir formal siswa yang

mengikuti pembelajaran kimia secara inkuiri terbimbing. Hal ini mungkin menjadi salah satu penyebab rendahnya pengetahuan metakognitif siswa.

SIMPULAN

Pengetahuan metakognitif mahasiswa pada pembelajaran materi kesetimbangan kimia termasuk dalam kategori rendah. Pengetahuan kondisional mahasiswa lebih rendah dibandingkan pengetahuan proseduralnya, sedangkan deklaratif mahasiswa lebih rendah dibandingkan pengetahuan deklaratifnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Anggo, M. 2011. Pelibatan Metakognitif dalam Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Edumatica*. I (1): 25-32.
- Carin, A.A. & Sund, R.B. 1975. *Teaching Science through Discovery*, 3rd Ed. Columbus: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Childs, P.E. & Seehan, M. 2009. What's difficult about Chemistry? An Irish Perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10: 204-218.
- Cooper, M.M., Santiago, S.U., Ron, S. 2008. Reliable Multi Method Assessment of Metacognition Use in Chemistry Problem Solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 9: 18-24.
- Costu, B. 2010. Algorithmic, Conceptual, and Graphical Chemistry Problems: A Revisited Study. *Asian Journal of Chemistry*, 22 (8): 6013-6025.
- Countinho, S.A. 2007. The Relationship Between Goals, Metacognition, and Academic Success. *Educate*, 7 (1): 39-47.
- Cross, D.R., Paris, S.G. 1988. Developmental and Instructional Analysis of Children's Metacognition and Reading Comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 80: 131-142.
- Danial, M. 2010. Pengaruh Strategi PBL terhadap Keterampilan Metakognitif dan Respon Mahasiswa. *Jurnal Chemica*, 11, 2:1-10.
- Effendy. 2002. Upaya untuk Mengatasi Kesalahan Konsep dalam Pengajaran dengan Menggunakan Strategi Konflik Kognitif. *Media Komunikasi Kimia*, 2 (6): 1-19.
- Hariun; Ibnu, S., & Effendy. 2008. Identifikasi Miskonsepsi tentang Keadaan Setimbang pada Siswa Kelas II di Kota Kendari Provinsi Sulawesi Tenggara, *Media Komunikasi Kimia*, 2(12): 67-82.
- Iwai, Y. 2011. The Effects of Metacognitive Reading Strategies: Pedagogical Implications for EFL/ESL Teachers. *The Reading Matrix*, 11(2): 150-159.
- Laliyo, L.A.R. 2011. *Pemetaan dan Peningkatan Mutu Pendidikan SMA di Kabupaten Bone Bolango dan Kota Gorontalo*. Laporan Hasil Penelitian, tidak dipublikasikan. Lembaga Penelitian Universitas Negeri Gorontalo.
- Murti, H.A.S. 2011. Metakognitif dan Theory of Mind (ToM). *Jurnal Psikologi Pitutur*, 1 (2): 53-64.
- Murni, A. 2010. *Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Metakognitif Berbasis Masalah Kontekstual*. Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika. (<http://eprints.uny.ac.id/10499/>, diakses 3 September 2014).
- Nakhleh, M.B. 1993. Are Our Students Conceptual Thinkers or Algorithmic Problem Solvers? *Journal of Chemical Education*, 70(1): 52-55.
- Nbina, J. & Viko. B. 2010. Effect of instruction in Metacognitive Self-Assessment Strategy on Chemistry Students Self-Efficacy and Achievement. *Academia Arena*, 2 (11): 1-10.
- Pavelich, M.J. & Abraham, M.R. 1979. Guided Inquiry Laboratories for General Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 56 (2): 23-27.
- Rompayom, P.; Chinda, T.; Somson, W.; & Precharn, D. 2010. *The Development of Metacognitive Inventory to Measure Students' Metacognitive Knowledge Related to Chemical Bonding Conceptions*. Paper presented at International Association for Educational Assessment (IAEA), 1-7.
- Sari, N.I., Y., & Sugiarto B. 2012. Korelasi antara Keterampilan Metakognitif dengan Hasil Belajar Siswa di SMAN 1 Dawarblandong. *Unesa Journal of Chemical Education*, 1 (2): 78-83.