

PEMBEKALAN KETERAMPILAN MEMAKNAI BAHASA SIMBOLIK DAN KESADARAN AKAN SKALA (*SENSE OF SCALE*) MELALUI INKUIRI PADA PERKULIAHAN KIMIA FISIK III

Sri Mulyani, Liliyasi, A. Hinduan dan M. A. Martoprawiro

Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran inkuiri pada Mata Kuliah Kimia Fisik III terhadap keterampilan generik kimia mahasiswa calon guru. Keterampilan generik kimia yang diteliti berupa keterampilan memaknai bahasa simbolik dan kesadaran akan skala (*sense of scale*). Penelitian ini dirancang dengan metode penelitian kuasi eksperimen, dengan bentuk “*non-equivalent group pretest-posttest design*.” Subyek penelitian ini adalah mahasiswa pendidikan kimia di salah satu LPTK berjumlah 43 untuk kelas eksperimen dan 47 untuk kelas kontrol. Pembelajaran di kelas eksperimen dilaksanakan dengan inkuiri, sedangkan kelas kontrol dilaksanakan secara konvensional. Data dikumpulkan melalui tes berbentuk uraian. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara *n-gain* keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale* kelas kontrol dengan kelas eksperimen. *N-gain* kelas eksperimen pada ada pada kategori sedang, sementara kelas kontrol ada pada kategori rendah. Jadi dapat disimpulkan bahwa pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan keterampilan memahami bahasa simbolik dan *sence of scale* secara lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Kata kunci: bahasa simbolik, inkuiri, keterampilan generik kimia, *sense of scale*

ABSTRACT

The goal of this research was to understand the influence of inquiry learning to generic chemistry skills through Physical Chemistry III course. The generic chemistry skills under study were symbolic language and sense of scale skills. Research was conducted by quasi-experimental method using “*non-equivalent groups pretest-posttest design*.” The participants were chemistry prospective teacher in one LPTK, consist of 43 students as experimental class and 47 students as control class. Experimental class was carried out with a group discussion using student worksheet inquiry, whereas the control class adopted a conventional lecture. Data was gathered by essay tests. The results showed that the normalized gain of experimental class was significantly better than the control class. Normalized gain of experimental class was on medium category whereas for the control class was low category. It was concluded that inquiry learning could increase symbolic language and sense of scale skills compare to the conventional lecture.

Keywords : generic chemistry skills, inquiry, sense of scale, symbolic language

PENDAHULUAN

Pengetahuan sedemikian cepatnya berkembang. Mahasiswa tidak lagi cukup hanya dibekali dengan pengetahuan atau konsep-konsep. Mereka perlu dibekali dengan alat berupa keterampilan berpikir untuk mempelajari dan memahami konsep. Keterampilan yang sesuai untuk kimia adalah keterampilan generik kimia, karena menurut Moerwani *et. al* (2001) keterampilan generik kimia merupakan kemampuan yang dapat dimanfaatkan untuk mempelajari ilmu kimia yang lebih tinggi atau ilmu lain secara

mandiri. Pengertian tersebut kelihatannya sejalan dengan definisi keterampilan generik yang dikemukakan oleh Bennet, Dunne & Carré dalam UniServe Science (2003) yakni bahwa istilah generik digunakan dalam hal potensinya untuk diterapkan pada setiap disiplin, pada setiap perkuliahan di perguruan tinggi, pada tempat kerjanya atau pada konteks lainnya. Demikian pula halnya dengan Brotosiswoyo (2001) yang menyatakan bahwa keterampilan generik merupakan keterampilan dasar yang bermanfaat untuk bisa bekerja di bidang lain.

Secara lebih spesifik Moerwani *et. al* (2001) mengemukakan bahwa pada pembelajaran kimia di perguruan tinggi ada sepuluh keterampilan generik yakni pengamatan langsung, pengamatan tak langsung, kesadaran akan skala, bahasa simbolik, *logical frame*, konsistensi logik, hukum sebab akibat, pemodelan, *logical inference* dan abstraksi. Keterampilan generik yang dikemukakan oleh Moerwani *et. al* dan juga Brotosiswoyo cenderung lebih spesifik pada keterampilan intelektual yang diperlukan dan dioperasikan dalam memperoleh dan mengembangkan sains sesuai dengan karakternya. Dari uraian di atas dapat dinyatakan bahwa keterampilan generik kimia merupakan keterampilan berpikir yang sesuai dengan karakter kimia.

Menurut Nickerson *et al.* (1985) keterampilan berpikir dapat dipelajari. Oleh karena keterampilan generik kimia merupakan keterampilan berpikir maka keterampilan generik kimia tersebut dapat dipelajari dan dibekalkan kepada peserta didik melalui perkuliahan yang mereka ikuti.

Salah satu perkuliahan yang harus diambil oleh mahasiswa pendidikan kimia adalah Kimia Fisik III. Dalam perkuliahan tersebut dibahas mengenai larutan dan elektrokimia. Setiap materi kimia berpotensi untuk digunakan sebagai wahana dalam mengembangkan keterampilan generik kimia. Demikian pula halnya dengan materi kimia fisik. Hanya saja perlu dipelajari keterampilan generik kimia apa saja yang potensial bisa dikembangkan oleh setiap materi.

Kimia fisik memiliki karakteristik yang agak berbeda dengan kimia lainnya. Dalam kimia, banyak sekali konsep yang dinyatakan dengan menggunakan bahasa simbolik. Bahasa simbolik dalam kimia tidak hanya mencakup simbol-simbol unsur dan senyawa, melainkan juga konsep-konsep lainnya seperti mol, kemolalan, kemolaran, tekanan, suhu, volum, potensial kimia dan lain-lain. Simbol-simbol tersebut seringkali muncul bersamaan dalam persamaan-persamaan. Dalam kimia fisik persamaan-persamaan tersebut relatif lebih banyak digunakan.

Selain bahasa simbolik, dalam kimia fisik juga banyak ditemukan konsep-konsep yang

melibatkan perhitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan tertentu. Pengalaman memperlihatkan bahwa pada umumnya mahasiswa merasa sudah puas ketika mereka berhasil menghitung apa yang ditanyakan. Mereka seringkali kurang menyadari jika ada angka-angka yang tidak masuk akal. Kesadaran akan skala dalam kimia akan membantu mahasiswa untuk lebih memaknai besarnya nilai/angka yang logis untuk konsep tertentu.

Dengan mempertimbangkan karakteristik kimia fisik yang seperti itu maka perkuliahan kimia fisik potensial untuk digunakan sebagai wahana untuk mengembangkan keterampilan memahami bahasa simbolik dan kesadaran akan skala (*sense of scale*).

Di banyak kampus, perkuliahan Kimia Fisik memiliki reputasi tersendiri karena kesulitannya (Castellan, 1983). Banyaknya persamaan-persamaan dengan simbol-simbol tertentu yang sifatnya abstrak sangat mungkin menjadi penyebab kesulitan bagi mahasiswa karena mereka seringkali menganggap bahwa persamaan-persamaan tersebut perlu dihafalkan, padahal tidak harus seperti itu. Hal ini sejalan dengan pendapat Castellan (1983) yang menyatakan bahwa hafalan hanya ditujukan untuk definisi-definisi dasar dan penting. Keberadaan persamaan adalah untuk dipahami, bukan dihafal. Persamaan bukan hanya sekumpulan simbol, melainkan pernyataan mengenai hubungan antara besaran-besaran fisik. Demikian pula halnya dengan angka-angka, bukan hanya sekedar bagaimana memperolehnya tapi juga harus bisa dimaknai seberapa besar angka tersebut, dan disadari apakah masuk akal atau tidak.

Berdasarkan uraian di atas, ada dua sisi yang muncul. Yang pertama bagaimana membekalkan keterampilan memaknai bahasa simbolik dan kesadaran akan skala melalui perkuliahan kimia fisik. Yang kedua adalah akibat dari pembekalan tersebut mahasiswa diharapkan akan lebih mudah mempelajari kimia fisik lainnya, sehingga kesulitan dalam mempelajari kimia fisik dapat diatasi. Dengan demikian pembekalan keterampilan memaknai bahasa simbolik dan kesadaran akan skala penting dilakukan. Hanya saja yang menjadi permasalahan adalah bagaimana

membekalkan keterampilan tersebut melalui kimia fisik.

Sama halnya dengan pembekalan keterampilan berpikir lainnya, pembelajaran untuk membekalkan keterampilan keterampilan generik kimia bukan hanya sekedar memberikan informasi, melainkan merangsang peserta didik untuk berpikir. Cara terbaik untuk melakukan hal tersebut adalah dengan menyajikan konten dalam bentuk permasalahan (Barrel, 1985). Salah satu cara yang sejalan dengan hal tersebut adalah dengan inkuiri. Colburn (2000), dan Fay *et.al* (2007) secara tak langsung menunjukkan hal tersebut melalui pandangannya mengenai level-level inkuiri dengan salah satu komponennya adalah masalah/pertanyaan. Dengan inkuiri, mahasiswa tidak hanya fokus pada hasil (konsep, pengetahuan dan sebagainya), melainkan juga proses bagaimana sampai pada konsep tersebut. Dengan memahami prosesnya, mahasiswa memahami bagaimana pengetahuan diperoleh sehingga mereka diharapkan lebih memahami konsep/pengetahuan yang di dalamnya dipelajari juga bagaimana bahasa simbolik yang digunakan oleh ilmuwan untuk memudahkan mereka dalam berkomunikasi. Jika konsepnya kurang dipahami dengan baik, maka sangat mungkin mahasiswa juga kurang bisa memaknai bahasa simbolik yang digunakan. Mereka mungkin bisa mengetahui simbol-simbol tertentu, tapi kurang bisa memaknainya. Demikian pula halnya dengan *sense of scale*. Dengan keterampilan tersebut mahasiswa bisa membayangkan seberapa besar angka yang mereka peroleh dan apakah angka-angka tersebut masuk akal atau tidak.

Hasil penelitian mengenai inkuiri telah banyak dilakukan. Manfaatnya juga telah banyak diperoleh, khususnya dalam mengembangkan keterampilan berpikir seperti keterampilan berpikir kritis dan pemecahan-masalah (Thomas dalam Helgeson, 1994). Namun penelitian tentang inkuiri untuk membekali keterampilan dalam memaknai bahasa simbolik secara khusus masih belum ditemukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai bagaimana pembekalan keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale* melalui inkuiri. Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya dalam

penelitian ini perkuliahan yang digunakan sebagai wahana untuk mengembangkan keterampilan generik kimia adalah perkuliahan Kimia Fisik III (Larutan dan Elektrokimia). Perkuliahan ini diberikan di semester 4, setelah mahasiswa mengikuti perkuliahan Kimia Umum, Dasar-dasar Ilmu Kimia, serta Kimia Fisik I (Termodinamika Kimia).

Dalam penelitian ini pembelajaran dengan inkuiri melalui Kimia Fisik III digunakan untuk membekalkan sembilan dari sepuluh keterampilan generik kimia yang dikemukakan oleh Moerwani *et.al* (2001). Akan tetapi fokus kajian dalam artikel ini adalah keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale*.

METODE

Penelitian ini dirancang dengan metode penelitian kuasi eksperimen, dengan bentuk "*non-equivalent group pretest-posttest design*." Dipilih desain ini karena pada pelaksanaan penelitian tidak memungkinkan untuk menentukan mahasiswa secara acak sebagai kelas eksperimen dan kontrol. Jadi peneliti langsung menggunakan dua kelas kimia fisik yang sudah ada, yang satu sebagai kelas eksperimen, yang lain sebagai kelas kontrol. Hal ini sejalan dengan McMillan & Schumacher (2001) yang menyatakan bahwa: "*This design is very useful in education, since it often impossible to randomly assign subjects. The researcher uses intact, already established groups of subjects, give a pretest, administers the treatment condition to one group and gives the posttest.*"

Penelitian dilakukan di salah satu LPTK dengan subyek penelitian di kelas eksperimen 47 mahasiswa, sementara kelas kontrol 43 mahasiswa. Kelas eksperimen diberi perlakuan dengan menggunakan perkuliahan dengan inkuiri, sementara kelas kontrol dilaksanakan secara biasa dengan ceramah. Sebelum pelaksanaan proses belajar mengajar (PBM), baik mahasiswa kelas kontrol maupun kelas eksperimen diberi tes (pretes) untuk mengetahui kemampuan mereka dalam keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale* sebelum mengikuti perkuliahan.

Setelah itu baru dilaksanakan PBM. Di akhir PBM mahasiswa diberi tes kembali (postes) untuk mengukur sampai sejauh mana peningkatannya.

Instrumen yang digunakan berupa tes tertulis berbentuk uraian. Untuk mengungkap keterampilan dalam memaknai bahasa simbolik digunakan soal mengenai kurva tekanan uap terhadap fraksi mol dari campuran dua komponen, sedangkan untuk mengungkap *sense of scale* digunakan konsep volum molar.

Pengenalan konsep pada pembelajaran inkuiri biasanya dilakukan di tahap kesimpulan, seperti pada tahap siklus belajar dari Heiss, Obourn dan Hoffman (Lawson, 1995), tetapi pada penelitian ini agak berbeda karena inkuiri yang dilakukan dikembangkan berdasarkan definisi dari suatu konsep.

Salah satu konsep yang harus dipelajari mahasiswa kimia pada perkuliahan Kimia Fisik III adalah besaran molar parsial. Konsep ini cukup abstrak, apalagi ketika menyangkut besaran seperti entalpi, entropi, dan energi bebas Gibbs. Untuk lebih memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep besaran molar parsial maka dipilih kasus besaran volum molar parsial, karena relatif lebih konkrit dibandingkan dengan besaran molar parsial yang lainnya. Melalui pengetahuan tentang besaran volum molar parsial diharapkan besaran molar parsial lainnya dapat dipahami dengan lebih mudah.

Volum molar parsial didefinisikan sebagai perubahan volum larutan akibat perubahan mol komponen tersebut pada suhu, tekanan dan jumlah komponen lain tetap. Secara simbolik volum molar parsial dinyatakan sebagai:

$$\bar{V}_i \stackrel{\text{def}}{=} \left(\frac{\partial V}{\partial n_i} \right)_{T,P,n_j}$$

Definisi tersebut digunakan sebagai dasar bagi mahasiswa untuk berinkuiri. Mereka diminta untuk menerjemahkan bahasa simbolik tersebut ke dalam rancangan eksperimen untuk menentukan volum molar parsial. Mereka harus dapat mengidentifikasi variabel-variabel yang harus dibuat tetap, yang harus diubah, dan data yang harus diamati. Mereka

juga diminta untuk merancang pengolahan data untuk sampai pada kesimpulan, yakni menentukan volum molar parsial suatu komponen dalam larutannya.

Pembelajaran dilakukan secara berkelompok, yang terdiri dari 4-5 orang mahasiswa, untuk memberi kesempatan kepada mahasiswa berbagi pemikiran, gagasan, dan pendapat dalam rangka mengembangkan keterampilan memaknai bahasa simbolik melalui konsep besaran molar parsial, khususnya volum molar parsial, mulai dari definisi sampai dengan rancangan percobaan serta rancangan pengolahan datanya. Hasilnya dipresentasikan oleh salah satu kelompok. Kelompok lain, baik yang rancangannya sama atau berbeda, diminta untuk saling menanggapi, mengomentari, memperkuat/mendukung, mempertanyakan, memberikan masukan dan sebagainya. Saat diskusi, dosen tidak memberikan pendapat pribadinya, melainkan mendorong dan memancing mahasiswa dengan pertanyaan-pertanyaan yang menuntut mahasiswa untuk berpikir mengenai apa yang mereka sampaikan.

Karena perkuliahan Kimia Fisika terpisah dengan praktikumnya maka rancangan eksperimen mahasiswa tidak sampai dengan dilakukan di laboratorium. Agar mahasiswa dapat belajar untuk mengolah data, maka mereka diberi data sekunder yang diambil dari buku rujukan yang digunakan seperti Levine (2009), yakni berupa kurva volum larutan terhadap mol MgSO_4 (B) pada suhu, tekanan dan jumlah mol air (A) yang tetap. Melalui kurva tersebut mahasiswa diminta untuk menentukan volum molar parsial pada berbagai komposisi, dan menarik kesimpulan mengenai nilai yang mungkin, serta pengaruh komposisi terhadap volum molar parsial.

Selain dari hal di atas dilakukan pula cara lain, khususnya untuk menanamkan kesadaran akan skala, yakni dengan menggunakan pertanyaan-pertanyaan yang sifatnya seperti dialog Socratic. Pendekatan seperti ini oleh Collin dinyatakan sebagai pengajaran inkuiri (DePierro *et al*, 2003). Istilah yang lebih sesuai adalah inkuiri terbimbing karena memberikan arahan dan fokus. Pertanyaan dengan sifat seperti ini dapat digunakan antara

lain untuk membantu mahasiswa memantapkan konsep dasar, menemukan dan mengatasi miskonsepsi, mengeksplor berbagai representasi dari konsep dan mengembangkan keterampilan bernalar formal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterampilan mahasiswa dalam memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale* saat pretes dan postes serta hasil uji signifikansi *n-gain*nya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji perbedaan % *n-gain* keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale*

Keterampilan Generik Kimia	Kelas	Pretes	Postes	% <i>n-gain</i>	Kategori	Probabilitas	Keterangan
Bahasa simbolik	Eksperimen	38,87	65,72	41,39	Sedang	0,000	Ho ditolak
	Kontrol	43,85	33,89	-28,50	Kurang		
<i>Sense of scale</i>	Eksperimen	35,96	69,57	37,74	Sedang	0,003	Ho ditolak
	Kontrol	35,34	37,91	6,67	Rendah		

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa persentase *n-gain* kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Berdasarkan kriteria *n-gain* dari Hake (1999), % *n-gain* kelas eksperimen pada kedua keterampilan generik kimia yang diteliti ada pada kategori sedang, sedangkan kelas kontrol bernilai negatif pada keterampilan memaknai bahasa simbolik, dan pada keterampilan *sense of scale* ada pada kategori rendah.

Secara statistik, pada taraf kepercayaan 95% ada perbedaan % *n-gain* yang signifikan antara mahasiswa kelas kontrol dan eksperimen dalam kedua keterampilan generik kimia tersebut. Dengan kata lain dapat dikemukakan bahwa pembelajaran dengan inkuiri dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Barrel (1985) bahwa cara terbaik untuk melakukan pembekalan keterampilan berpikir adalah dengan menyajikan konten dalam bentuk permasalahan, seperti yang digunakan dalam inkuiri.

Temuan penelitian ini juga semakin memperkuat pandangan Nickerson *et. al* (1985) bahwa keterampilan berpikir, termasuk keterampilan generik kimia/sains, dapat diajarkan. Hasil serupa dalam kimia juga dilaporkan antara lain oleh Sudarmin (2007) dan Rohman (2009). Sementara dalam fisika hasil yang sama dilaporkan antara lain oleh Hartono (2006) dan Gunawan (2011).

Temuan Sudarmin (2007) dalam kimia organik memperlihatkan bahwa model pembelajaran yang dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan generik kimia dengan taraf pencapaian tinggi dan sedang. Secara khusus keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale* ada dalam kategori sedang. Sementara itu temuan Rohman (2009) dalam kimia fisika memberikan hasil yang agak berbeda. Model berbasis TIK (Teknologi Informasi dan Komunikasi) yang dikembangkan dapat mengembangkan keterampilan generik sains secara umum, tetapi peningkatannya masih tergolong rendah. Khusus untuk keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale*, keduanya ada dalam kategori rendah. Meskipun sama-sama dalam kimia, tetapi model yang berbeda dan juga mata kuliah yang berbeda memberikan hasil yang tidak sama. Demikian pula halnya dengan Fisika.

Hasil penelitian Hartono (2006) dalam pembelajaran teori relativitas khusus dan gejala kuantum dapat meningkatkan keterampilan *sense of scale*, bahasa simbolik, inferensi logika dan sebab akibat, tetapi tidak dapat meningkatkan keterampilan melakukan pemodelan matematik. *N-gain* keterampilan memaknai bahasa simbolik dan nya ada pada kategori sedang. Penelitian lainnya yakni dari Gunawan (2011) yang menggunakan model *virtual laboratory* fisika modern menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada keterampilan melakukan inferensi logika, pengamatan tak langsung dan membangun

konsep. Perolehan *n-gain* pada keterampilan *sense of scale* ada pada kategori sedang, sementara bahasa simbolik tidak masuk pada keterampilan yang diteliti.

Bagaimana keragaman mahasiswa dalam merespon soal yang berkenaan dengan keterampilan memaknai bahasa simbolik dan *sense of scale* akan dibahas pada bagian berikut.

1. Keterampilan Dalam Memaknai Bahasa Simbolik

Ada dua hal penting yang perlu dimiliki mahasiswa untuk dapat memaknai bahasa simbolik. Pertama, mereka harus mengenal simbol secara tepat dan membedakannya dengan simbol lainnya. Kedua, mereka harus dapat memberi makna fisik terhadap suatu persamaan matematik yang mengandung simbol-simbol tertentu.

Keterampilan ini diungkap dengan soal mengenai hukum Dalton tentang gas, yakni $P_i = x_i P$. Mahasiswa diminta untuk memberi makna terhadap persamaan tersebut.

Konsep mengenai hukum Dalton telah dipelajari pada perkuliahan Kimia Fisika I ketika membahas gas ideal. Pada perkuliahan Kimia Fisika III materi tersebut tidak secara eksplisit dipelajari lagi. Mungkin karena itulah mahasiswa kelas kontrol mengalami penurunan dalam postesnya. Mereka menjadi tidak terlalu bisa membedakan rumusan hukum Dalton dengan hukum Raoult yang dibahas di Kimia Fisika III saat membahas larutan ideal. Keduanya memang terlihat mirip. Hukum Dalton dinyatakan dengan $P_i = x_i P$, sedangkan hukum Raoult dinyatakan dengan $P_i = x_i P^*$. Jika tidak dipahami dengan baik maka bisa tertukar atau tercampurbaur maknanya, terutama pada makna simbol x_i . Pada hukum Dalton, x_i adalah fraksi mol komponen *i* di fasa gas, sedangkan pada hukum Raoult x_i adalah fraksi mol komponen *i* di fasa cair (larutan).

Tidak seperti di kelas kontrol, di kelas eksperimen hukum Dalton disinggung lagi ketika menyelesaikan soal yang berkenaan dengan hukum Henry. Terkait dengan hukum Henry, mahasiswa juga seringkali tidak bisa membedakan hukum Dalton dengan hukum

Henry. Dalam hukum Henry, $P_i = K_i x_i$. Sama halnya dengan uraian sebelumnya, yang sering tertukar adalah makna x_i . x_i dalam hukum Henry sama dengan hukum Raoult yakni fraksi mol komponen *i* dalam larutannya. Bedanya adalah kalau dalam hukum Henry *i* sebagai zat terlarut, sedangkan dalam hukum Raoult sebagai pelarut dalam larutan encer teridealkan.

Ketika dalam pembelajaran ada pembahasan yang membandingkan ketiga hukum dengan rumusan yang mirip tersebut, maka ada kemungkinan yang semakin besar bagi mereka untuk memperdalam makna sehingga bisa lebih memahami perbedaan hukum yang satu dengan yang lain, meskipun terdapat notasi atau simbol yang sama. Karena di kelas eksperimen hal tersebut disinggung lagi maka % *n-gain*nya lebih baik daripada kelas kontrol. Tetapi memang hasilnya belum begitu memuaskan. Masih ada mahasiswa yang memiliki persepsi keliru atau menyatakannya secara kurang lengkap, bukan hanya pada x_i melainkan juga pada P_i dan P .

Berkenaan dengan x_i dalam konteks hukum Dalton, masih ada mahasiswa yang menganggapnya sebagai fraksi mol komponen *i* di fasa cair (larutan). Selain itu banyak juga yang menyatakan x_i sebagai fraksi mol zat *i* saja, tidak secara eksplisit untuk gas. Padahal jika hanya dinyatakan seperti itu menjadi tidak jelas apakah fraksi mol *i* di fasa gas atau dalam larutannya.

Untuk P_i , selain mahasiswa yang menyatakannya sebagai tekanan parsial gas *i*, ada pula yang menyatakannya sebagai tekanan uap murni, tekanan komponen *i*, dan tekanan uap dalam larutan. Sementara untuk P ada yang menyatakannya secara lengkap sebagai tekanan uap total, ada juga yang menyatakannya sebagai tekanan saja, tekanan total, tekanan total larutan, tekanan luar, tekanan uap standar, tekanan uap murni dan tekanan uap saja tanpa menambahkannya sebagai tekanan total gas.

Semua temuan di atas menunjukkan bahwa secara umum mereka sudah mengenal bahwa simbol x adalah simbol untuk fraksi mol, dan P adalah simbol untuk tekanan, tetapi ketika konteksnya tertentu sebagian dari

mereka tidak bisa menyatakannya secara lebih spesifik dengan cara yang tepat.

Selain pengenalan simbol, diperlukan pula keterampilan memaknai persamaan yang menggunakan simbol-simbol tersebut secara tepat. Jawaban yang dikemukakan mahasiswa juga cukup beragam. Ada yang mengungkap makna lebih ke arah urusan perhitungan saja, misalnya dengan menyatakan bahwa untuk mengetahui tekanan parsial i maka perlu dicari fraksi mol i dan tekanan totalnya. Ada juga yang menyatakan bahwa tekanan parsial i sama dengan perkalian antara fraksi mol dengan tekanan totalnya. Dalam hal ini yang dikemukakan adalah makna persamaan secara matematis, tapi tidak mengungkap makna fisiknya. Ada juga mahasiswa lainnya yang menyatakan bahwa tekanan parsial i dipengaruhi oleh fraksi mol dan tekanan, tapi tidak dikemukakan seperti apa pengaruhnya. Yang lainnya mengemukakan bahwa tekanan parsial i sebanding dengan fraksi mol. Ada juga yang secara lebih jelas memaknainya dengan mengemukakan bahwa semakin besar fraksi mol i , semakin besar pula tekanan parsialnya. Selain apa yang dikemukakan di atas ada juga mahasiswa yang tidak memberikan makna fisik dari persamaan tersebut, melainkan hanya memberikan arti dari simbol-simbol yang ada.

Dari jawaban-jawaban yang diberikan mahasiswa dapat ditafsirkan bahwa masih perlu dibiasakan untuk memaknai simbol secara lebih mendalam, bukan hanya mengenal simbol secara umum tetapi lebih spesifik sesuai dengan konteksnya. Demikian pula pemaknaan mahasiswa terhadap suatu persamaan perlu lebih ditingkatkan, bukan hanya sekedar mengungkap simbol dan berorientasi pada perhitungan saja, melainkan pada gambaran bagaimana simbol-simbol tersebut saling berhubungan dan seperti apa keterhubungannya secara fisik.

2. Kesadaran Akan Skala (*Sense Of Scale*)

Kesadaran akan skala atau *sense of scale* diungkap dengan menggunakan konsep volum molar. Mahasiswa diminta untuk menentukan volum molar oksigen dan besi pada 0°C dan 1

atm. Konsep ini bukan merupakan sesuatu yang baru bagi mahasiswa semester 4, karena telah dipelajari baik di SMA maupun pada mata kuliah lain seperti Kimia Umum, Dasar-Dasar Ilmu Kimia dan Kimia Fisika I.

Untuk oksigen yang berupa gas pada keadaan tersebut volumenya adalah sebesar 22,4 L yang dapat dicari dengan pendekatan gas ideal, sementara volum untuk besi tidak sama dengan oksigen, tapi jauh lebih kecil karena pada kondisi tersebut berwujud padat. Untuk menyelesaikannya diperlukan tambahan data kerapatan. Jika kerapatan besi pada kondisi tersebut diasumsikan sama dengan pada 25°C , yakni sebesar 7,9 g/mL, maka volum molarnya adalah sekitar 7,1 mL (kurang lebih sebesar anak timbangan ukuran 0,5 ons), jauh lebih kecil dibandingkan dengan volum molar gas oksigen yang 22.400 mL atau volum molarnya sekitar 1/3000 kali lebih kecil dari volum molar oksigen.

Jawaban benar yang diberikan mahasiswa dapat terjadi karena memang mereka telah memiliki keterampilan generik kimia *sense of scale*. Tapi bisa pula mereka menjawab benar meskipun hanya fokus pada rumus dan perhitungan, dan kurang menyadari bahwa volum sebesar 22,4 L untuk 1 mol besi pada 0°C dan 1 atm adalah tidak mungkin. Meskipun demikian mahasiswa yang menjawab benar pada soal tersebut diasumsikan telah memiliki *sense of scale*.

Ragam jawaban yang diberikan mahasiswa selain yang menjawab benar adalah ada yang hanya menentukan volum molar untuk oksigen dan mengosongkan jawaban untuk volum molar besi. Dari sini bisa ditafsirkan bahwa mahasiswa tersebut terlihat ragu-ragu untuk mengisikan volum molar besi dengan cara yang sama dengan oksigen. Kelihatannya mereka sudah menyadari bahwa volum keduanya berbeda, akan tetapi tidak bisa menyelesaikannya karena tidak memahami persamaan yang digunakan untuk menyelesaikan volum molar yang bukan gas. Dari jawaban tersebut diasumsikan bahwa mahasiswa tersebut telah memiliki *sense of scale* meskipun tidak sebaik yang menjawab benar secara keseluruhan.

Jawaban lainnya yang digunakan oleh kebanyakan mahasiswa (terutama saat pretes) adalah yang secara otomatis menyatakan bahwa volum molar oksigen dan besi pada 0°C dan 1 atm adalah sama, yakni 22,4 L. Dari jawaban ini dapat ditafsirkan bahwa

mahasiswa tersebut belum memiliki *sense of scale*. Mereka tidak menyadari bahwa volum dari besi padat sekitar 56 g tidak mungkin memiliki volum sebesar itu. Jawaban ini mendominasi jawaban mahasiswa saat pretes, baik di kelas eksperimen maupun kontrol. Hal ini ditandai dari rendahnya rerata nilai pretes, yakni 31,8 untuk kelas eksperimen dan 26,1 untuk kelas kontrol. Setelah pembelajaran terjadi peningkatan rerata nilai postes secara signifikan untuk kelas eksperimen, tetapi tidak untuk kelas kontrol.

Untuk kelas eksperimen *sense of scale* dilatihkan antara lain melalui rancangan percobaan untuk membuat 200 g larutan NaCl dengan kemolalan 0,5 mol/kg. Banyak diantara mereka yang menjawab dengan menyatakan bahwa pelarutnya harus dihitung dulu dengan cara sebagai berikut:

$$m_{\text{NaCl}} = 0,5 \text{ mol/kg}$$

$$= \frac{g}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{p} = \frac{200 \text{ g}}{58,5} \times \frac{1000}{\text{pelarut}} = 0,5$$

$$\text{Pelarut} = \frac{200 \text{ g}}{58,5} \times \frac{1000}{0,5} = 6837,6 \text{ g}$$

Banyak hal yang bisa dibahas dalam pembelajaran dari penyelesaian tersebut. Ketika digunakan untuk menanamkan *sense of scale*, maka cara yang dilakukan adalah meminta mahasiswa untuk memikirkan dan menganalisis kembali soal dan jawaban yang mereka berikan melalui pertanyaan-pertanyaan yang bersifat reflektif. Apa yang harus dibuat? Berapa banyak? Apakah sama larutan NaCl dengan NaCl? Mungkinkah pelarut yang diperlukan sebanyak hasil perhitungan di atas? Dapatkah dirasakan perbedaan massa sebesar 200 g dan 6838 g? Dan sebagainya. Dari refleksi yang dilakukan diharapkan *sense of scale* mahasiswa akan tumbuh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembelajaran dengan inkuiri dapat membekali keterampilan mahasiswa dalam memaknai bahasa simbolik dan kesadaran akan skala dengan kategori sedang, sementara pembelajaran konvensional ada dalam kategori kurang. Ada perbedaan yang signifikan antara % *n-gain* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran inkuiri dapat meningkatkan keterampilan memaknai bahasa simbolik dan kesadaran akan skala

secara lebih baik dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Untuk lebih meningkatkan lagi keterampilan tersebut diperlukan lebih banyak lagi latihan berpikir dengan cara yang sama maupun berbeda dengan menggunakan wahana materi lainnya. Pembekalan keterampilan generik kimia sebaiknya dibekalkan bukan hanya melalui perkuliahan Kimia Fisika III yang hanya 2 sks, melainkan melalui perkuliahan-perkuliahan lainnya. Akan lebih baik lagi jika pembekalan keterampilan generik kimia ini dijadikan sebagai tujuan yang harus dimiliki oleh para sarjana pendidikan kimia dan dibekalkan kepada mereka oleh program pendidikan keguruan mereka secara sinergis sehingga di akhir masa perkuliahannya memperlihatkan hasil yang jauh lebih baik.

Pembelajaran inkuiri merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengembangkan keterampilan generik kimia. Akan tetapi bukan satu-satunya cara, karena bisa juga dikembangkan model lainnya. Hanya saja perlu diperhatikan bahwa dalam pembekalan keterampilan generik kimia, sama halnya dengan pembekalan keterampilan berpikir lainnya, pembelajaran bukan hanya sekedar memberikan informasi, melainkan merangsang peserta didik untuk berpikir. Cara terbaik untuk melakukan hal tersebut adalah dengan menyajikan konten dalam bentuk permasalahan (Barrel dalam Costa, 1985). Konten yang seperti itu memiliki semua atau beberapa karakteristik berikut: kompleksitas konseptual, baru, disonans (atau menyajikan kesenjangan antara harapan dan kenyataan), dan multi facet (mampu didekati atau dianalisis dari berbagai perspektif yang berbeda).

DAFTAR PUSTAKA

- Barell, J. (1985). Removing Impediments to Change. In Costa (Ed.) *Developing Minds, A Resource Book for Teaching Thinking*. Alexandria: ASCD.
- Brotosiswoyo. B. S. (2001). Hakikat Pembelajaran MIPA di Perguruan Tinggi: Fisika. Dalam Tim Penulis Pekerti Bidang MIPA. *Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Kimia di Perguruan Tinggi*. PAU-PPAT Dikti, Depdiknas.

- Castellan, G. (1983). *Physical Chemistry*. Third Edition. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*. **24**. (7)
- DePierro, Ed., Garafalo, F., & Toomey, R. T. (2003). Using a Socratic Dialog To Help Students Construct Fundamental Concepts. *Journal of Chemical Education*. Vol. 80 No. 12.
- Fay, M. E., Grove, N. P., Towns, M. H. and Bretz, S. L. (2007). A Rubric to Characterize Inquiry in the Undergraduate Chemistry Laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*. **8** (2).
- Gunawan. (2011). *Pengembangan Model Virtual Laboratory Fisika Modern Untuk Meningkatkan Keterampilan Generik Sains dan Disposisi Berpikir Kritis Calon Guru*. Disertasi. Bandung: SPs Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hake, R. R. (1999). *Analyzing Cange/Gain Scores*. Dept of Physics, Indiana University, 24245 Hatteras Street, Woodland Hills, CA, 91367 USA.
- Hartono. (2006). *Pembekalan fisika Modern Bagi Mahasiswa Calon Guru*. Disertasi. Bandung: PPs Universitas Pendidikan Indonesia.
- Helgeson, S. L. (1994). Research on Problem Solving: Middle School. In Gabel. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning: A Project of the National Science Teachers Association*. New York: Macmillan.
- Lawson, A. E. (1995). *Science Teaching and The Development of Thinking*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Levine, I. N. (2009). *Physical Chemistry*. Sixth Edition. Boston: McGrawHill Higher Education.
- McMillan, J. G., & Schumacher, S. (2001). *Research in Education*. New York: Longman.
- Moerwani, P. et al. (2001). *Kiat Pembelajaran Kimia di Perguruan Tinggi. Dalam Tim Penulis Pekerti Bidang MIPA: Hakikat Pembelajaran MIPA dan Kiat Pembelajaran Kimia di Perguruan Tinggi*. PAU-PPAT Dikti, Depdiknas.
- Nickerson, R. S. et al. (1985). *The Teaching of Thinking*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Rohman, I. R. (2009). *Pembelajaran Kimia Fisik Berbasis TIK untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Keterampilan Generik Sains, dan Berpikir Kritis Mahasiswa Pendidikan Kimia*. Disertasi. Bandung: SPs Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sudarmin. (2007). *Pengembangan Model Pembelajaran Kimia Organik dan Keterampilan Generik Sains (MPKOKG) Bagi Calon Guru Kimia*. Disertasi. Bandung: SPs Universitas Pendidikan Indonesia.
- UniServe Science. (2003). *Faculty of Ascience TIF Project – Generic Skills, Selected Literature Review*. [On-line]. Available: http://sidney.edu.au/science/uniserve_science/projects/skills/lit_review.pdf. [15/12/05].