

ANALISIS PENGUASAAN MATERI DAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF MAHASISWA DALAM PERKULIAHAN KIMIA LINGKUNGAN BERBASIS MASALAH UNTUK MATERI PENCEMARAN UDARA

M. Nuswowati¹, A. Permanasari², A. Binadja¹, dan M. Arifin²

¹ Jurusan Kimia Universitas Negeri Semarang
Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229

² Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi Np. 229 Bandung 40154

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis penguasaan materi dan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan Kimia Lingkungan berbasis masalah untuk materi pencemaran udara. Penelitian dilakukan terhadap mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia di salah satu universitas di Semarang untuk mata kuliah Kimia Lingkungan pada semester genap tahun 2010-2011. Mahasiswa rombel 1 (20 orang) untuk kelas eksperimen diberi perkuliahan dengan pendekatan berbasis masalah. Rombel 2 (23 orang) untuk kelas kontrol diberi perkuliahan seperti yang biasa dilakukan selama ini. Data yang terkumpul selanjutnya dilakukan analisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan N-gain penguasaan materi pencemaran udara mahasiswa kelompok eksperimen adalah sedang, demikian pula untuk kelompok kontrol. N-gain keterampilan berpikir kreatif untuk kelas eksperimen adalah tinggi, sedangkan untuk kelompok kontrol adalah sedang. Lebih dari 50% pendapat mahasiswa menyebutkan bahwa komponen materi, model, pedoman mahasiswa, LKM, suasana belajar dan strategi dosen dalam perkuliahan sangat menarik, sangat baru, dan sangat mudah. Agar N-gain rerata kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada indikator 3 tidak mengalami peningkatan paling sedikit, maka mahasiswa lebih dimotivasi dalam mencari sumber mutakhir tentang penyelesaian masalah pencemaran udara.

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze students' material mastery and creative thinking skills after attending Environmental Chemistry-based lectures for a material issue of air pollution. This study was conducted on students of Chemistry Education at a university in Semarang for Environmental Chemistry courses in the second semester 2010-2011. Students of class 1 (20 people) as the experimental group were treated with a problem-based approach. Class 2 (23 people) as the control group were treated with lectures as was done during this time. The collected data were then analyzed descriptively. The results showed that N-gain of matter mastery of air pollution of experimental group was moderate, as well as for the control group. N-gain of creative thinking skills for the experimental class was high, whereas for the control group was moderate. More than 50% of students said that the material component, models, students' guidance and creativity sheets, an atmosphere of learning, and lecturer's strategy in the lecture were very interesting, very new, and very easy. In order to gain the mean N-gain of the two groups at the third indicator did not have the least increase, the students were more motivated to look for on the newest source of air pollution problems.

Keywords: creative thinking skills, problem-based learning

PENDAHULUAN

Masih banyak sains yang secara seloroh diberi label "Sains sejarah" atau Sains Sastra karena dilaksanakan dengan metode ceramah di sekolah (Liliasari, 2010). Pengalaman peneliti membimbing praktikum kimia fisika, kimia dasar, kimia bahan makanan dari tahun 1984 sampai sekarang

sebagian besar mahasiswa hanya memboroskan bahan kimia yang kurang bermakna (Nuswowati, 2005). Sinaradi (1998) menyatakan pelajaran sains mencakup produk, proses dan sikap, di Indonesia cenderung menekankan produk saja. Staf kedutaan Besar Australia bidang pendidikan Claudia Milawati menuturkan metode

pembelajaran selama ini membuat sains seolah hal yang asing dari kehidupan sehari-hari. Banyak peserta didik di Indonesia tidak mampu mengaitkan pengetahuan sains yang dipelajarinya dengan fenomena-fenomena yang terjadi di Indonesia, karena mereka tidak memperoleh pengalaman untuk mengaitkannya (Firman, 2007).

Kimia lingkungan adalah salah satu mata kuliah pada program studi pendidikan kimia, yang membahas tentang kimia lingkungan dan peranannya, pencemaran udara, tanah, dan air, pengaruh dan cara mengatasinya, pengolahan air limbah, zat aditif dalam makanan dan pestisida (Kurikulum tahun 1986), sebagai mata kuliah pilihan di semester VI. Kurikulum 2002 tetap sebagai mata kuliah pilihan di semester VI, namun materi zat aditif dalam makanan direduksi dalam mata kuliah bahan makanan diganti materi pemanasan global. Kurikulum 2008, kedudukan mata kuliah kimia lingkungan menjadi wajib dan berada di semester II (Tim Dosen Kimia Lingkungan jurusan Kimia sebuah LPTK di Semarang). Pembahasan materi terhadap susunan dan kondisi udara, air dan tanah tidak sebagaimana mestinya berarti telah terjadi pencemaran terhadap udara, air dan tanah lebih ditekankan. Udara, air dan tanah merupakan zat yang tidak hidup dan setiap zat yang tidak hidup ini mengandung zat-zat dengan komposisi tertentu yang berguna bagi kehidupan makhluk.

Berbagai macam pencemar yang dapat menyebabkan pencemaran udara, antara lain: Karbon monoksida (gas yang tidak berwarna, tidak berbau dan bersifat racun, dihasilkan dari

pembakaran tidak sempurna bahan bakar fosil, misalnya gas buangan kendaraan bermotor); Nitrogen dioksida (gas yang paling beracun, dihasilkan dari pembakaran batu bara di pabrik, pembangkit energi listrik dan knalpot kendaraan bermotor); Sulfur dioksida (gas yang berbau tajam, tidak berwarna dan tidak bersifat korosi, dihasilkan dari pembakaran bahan bakar yang mengandung sulfur terutama batubara Partikulat (pencemar udara yang paling jelas terlihat dan paling berbahaya, dihasilkan dari cerobong pabrik berupa asap hitam tebal); Hidrokarbon; CFC; Timbal, Karbondioksida dan masih banyak yang lain. Macam-macam partikel seperti Aerosol (partikel yang terhambur dan melayang di udara); Fog/ kabut (aerosol yang berupa butiran-butiran air dan berada di udara); Smoke/asap (aerosol yang berupa campuran antara butir padat dan cair dan melayang berhamburan di udara); Dust/ debu (aerosol yang berupa butiran padat dan melayang-layang di udara) (Manahan, 1998; Soedomo, 2001).

Apabila masalah-masalah ini diangkat dalam pembelajaran maka pembelajaran kimia tentu akan sangat menarik dan bermakna bagi pebelajar, karena manfaatnya sangat dirasakan secara langsung. Pembelajaran yang ditujukan untuk memecahkan masalah-masalah aktual ini dirancang melalui pendekatan berbasis masalah atau PBL (*problem based learning*) (Liliasari, 2009). Pembelajaran sains yang dikemas terintegrasi dalam tema-tema atau konteks ternyata mampu meningkatkan literasi sains siswa secara utuh dalam semua dimensi konsep, aplikasi, proses dan nilai yang terkandung di

dalamnya (Permanasari, 2010). Binadja (2005) telah membahas pengembangan multi media interaktif pembelajaran kecakapan hidup berbasis kimia hijau kaitannya dengan pendidikan bervisi SETS. Strategi pengajaran dengan pembuatan makalah setiap materi pengajaran dengan contoh bahan pengayaan yang didominasi *problem base learning* memperbesar kemungkinan mahasiswa melihat kenyataan apa saja yang dikerjakan, sehingga mahasiswa merasakan kontens dan konteksnya. Kreatif adalah kemampuan menciptakan gagasan-gagasan baru dan orisinal. Kreatif juga termasuk salah satu indikator pendidikan karakter yang telah digariskan dalam UU no.20 tahun 2003.

Dosen pengampu matakuliah kimia lingkungan terutama dosen LPTK harus bisa mengajak, memotivasi mahasiswa untuk menerapkan teori yang didapat dengan kenyataan sedemikian rupa sehingga merupakan pengalaman belajar menarik serta menyenangkan bagi mahasiswa, bukan justru sebaliknya. Tujuan utama dari pembelajaran adalah agar siswa belajar. Melalui proses belajar tersebut terjadi perubahan, perkembangan, kemajuan, baik dalam aspek fisik- motorik, intelek, social-emosi maupun sikap dan nilai. Makin tinggi perubahan-perkembangan itu, maka makin baiklah proses belajar.

Pendidikan mahasiswa adalah termasuk pendidikan orang dewasa yaitu pendidikan yang menitikberatkan pada cara bertanya sepanjang hayat dan mempelajari keterampilan untuk mengarahkan diri sendiri. Tujuan dari perkuliahan kimia lingkungan adalah memberi pembekalan mahasiswa

supaya: 1) Meningkatkan pemahaman terhadap prinsip dan konsep kimia lingkungan, 2) meningkatkan pemahaman saling keterkaitan antara masalah dan solusi pemecahan masalah yang ditekankan pada kimia lingkungan dengan pencemaran air, pencemaran udara dan pencemaran tanah, 3) Meningkatkan pemahaman bagaimana proses berpikir ilmiah, 4) Mengembangkan berpikir menyelesaikan masalah (esensial) yang sesuai dengan sub-sub materi kimia lingkungan, 5) Melatih selalu bersikap positif adanya informasi baru lewat internet atau jurnal, 6) Mempertajam untuk cepat mengambil sikap ikut memecahkan masalah lingkungan.

Pembelajaran berbasis masalah atau *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pendekatan dalam pembelajaran yang cocok untuk mengaplikasikan konsep-konsep dan prinsip-prinsip kimia, lebih cocok dipelajari lewat apresiasi nilai. Seperti kita ketahui bersama penyebab utama pencemaran lingkungan adalah aplikasi sains. Aplikasi sains sekaligus dapat berdampak positif maupun negatif sebagai dua sisi mata uang. Untuk menghadapi kedua dampak tersebut pebelajar perlu dibekali dengan nilai-nilai yang berlaku, sehingga hasil teknologi kimia diarahkan hanya untuk meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. PBL adalah pendekatan yang mengutamakan kecocokan pembelajaran dengan hal-hal yang banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari pebelajar. Model ini sesuai prinsip-prinsip CTL, yakni inkuiri, konstruktivisme, dan menekankan pada berfikir tingkat lebih tinggi (Samadhy, 2010).

Kelebihan dari PBL, dirancang terutama untuk membantu siswa mengembangkan berpikir, keterampilan menyelesaikan masalah, keterampilan intelektualnya: mempelajari peran orang dewasa dengan mengalaminya melalui berbagai situasi yang disimulasikan; dan menjadi pelajar yang mandiri dan otonom. Pembelajaran PBL diorganisasikan di sekitar situasi kehidupan nyata autentik yang menghindari jawaban sederhana dan mengundang berbagai pemecahan yang bersaing. Kimia lingkungan termasuk bidang pendidikan sains, saat ini mempunyai tiga permasalahan besar yaitu: 1) pembelajaran sains menganut paradigma pendidikan lama, 2) banyak guru masih mematematisasikan sains; 3) kurangnya apresiasi masyarakat pada bidang sains.

Melalui perkuliahan kimia lingkungan berbasis masalah, diharapkan dapat menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, salah satunya adalah kemampuan berpikir kreatif dalam ikut menyelesaikan masalah lingkungan. Indikator kemampuan berpikir kreatif yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah memodifikasi Guilford disesuaikan dengan langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah (PBM).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen. Desain penelitian *Control-Group Pre-Test and Postes Design* (Fraenkel, 1993). Dengan menggunakan desain ini, terlebih dahulu dipilih 2 rombel, satu rombel untuk kelompok eksperimen dan satu rombel untuk kelompok control. Selanjutnya kedua

rombel ini diberi tes awal (pretes) untuk mengetahui kemampuan awal mereka tentang materi yang akan dipelajari dan kemampuan berpikir kreatif. Setelah itu kedua kelompok diberi perlakuan. Kelompok eksperimen diberi perlakuan berupa pembelajaran berbasis masalah dan kelompok kontrol diberi perlakuan berupa pembelajaran yang selama ini dilakukan.

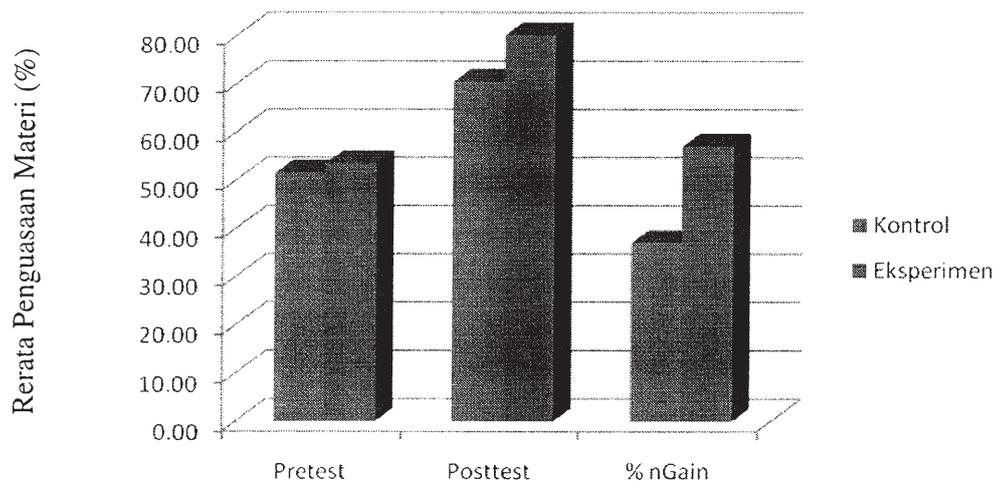
Subyek penelitian ini adalah mahasiswa program studi Pendidikan Kimia LPTK di Semarang semester 2 angkatan tahun 2010-2011 yang mengambil mata kuliah Kimia Lingkungan. Jumlah sampel kelompok eksperimen 20 mahasiswa dan kelompok kontrol 23 mahasiswa. Untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini digunakan instrumen penelitian berupa tes materi Pencemaran Udara dan tes kemampuan berpikir kreatif berupa tes uraian materi Pencemaran Udara yang dituangkan dalam lima indikator berpikir kreatif menurut Guilford, yaitu: 1) Kepekaan (*problem sensitivity*), 2) Kelancaran (*fluency*), 3) Keluwesan (*flexibility*), 4) Keaslian (*originality*), 5) Elaborasi (*elaboration*). Indikator tersebut diadaptasi, disesuaikan dan diterapkan dalam PBM sehingga dapat dituliskan sebagai berikut: 1) Mampu mendeteksi, mengenali, dan memahami serta menanggapi adanya masalah pencemaran udara; 2) Mampu memprediksi sumber pencemar udara dan dampaknya jika tidak segera diatasi; 3) Mampu mempertimbangkan pemecahan atau pendekatan terhadap penyelesaian masalah pencemaran udara yang telah dilakukan oleh pemerintah/ peneliti terdahulu; 4) Mampu mencetuskan gagasan dengan cara-cara yang

asli dan atau modifikasi dalam menyelesaikan masalah pencemaran udara; 5) Mampu merinci secara detail, langkah-langkah tindakan yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah pencemaran udara, didalamnya terdapat tabel, grafik, gambar, model dan atau kata-kata.

Peningkatan penguasaan materi dan keterampilan berpikir kreatif ditinjau berdasarkan perbandingan nilai gain yang dinormalisasi antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Rerata N-gain dihitung dengan persamaan Hake (Cheng, et.al, 2004):

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}}$$

dengan (g) adalah rerata N-gain dari kedua pendekatan pembelajaran, (S_{post}) adalah skor tes akhir, (S_{pre}) adalah skor tes awal, dan (S_{maks}) adalah skor maksimum ideal. Batasan dan klasifikasi dari nilai gain yang dinormalisasi, yaitu untuk nilai ($g > 0,7$) termasuk dalam kategori tinggi, untuk nilai ($0,3 \leq g \leq 0,7$) termasuk dalam kategori sedang, dan untuk nilai ($g < 0,3$) termasuk dalam kategori rendah.



Gambar 1. Perbandingan Skor Rerata *Pretest*, *Posttest* dan *N-gain* Penguasaan Materi Pencemaran Udara Untuk Kelompok Eksperimen dan Kontrol

HASIL DAN PEMBAHASAN

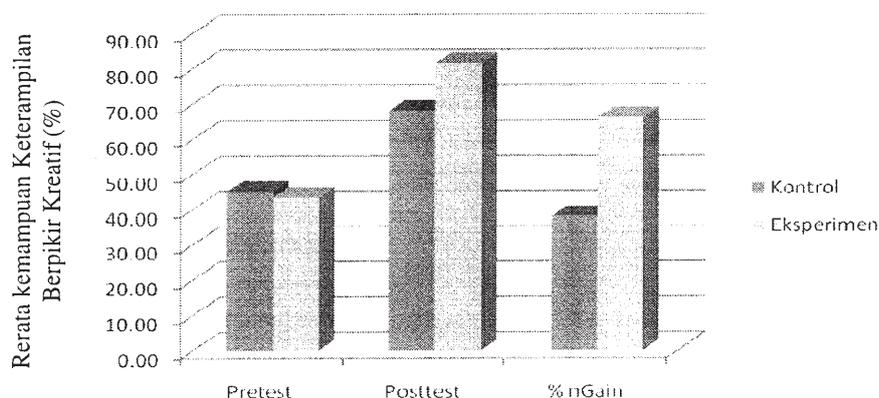
Gambar 1 menunjukkan rekapitulasi rata-rata skor *pretest* dan *posttest* penguasaan materi Pencemaran Udara untuk kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Rata-rata skor *pretest* dan *posttest* siswa kelompok

eksperimen dan kelompok kontrol memiliki tingkat penguasaan materi Pencemaran Udara yang hampir sama. Skor rata-rata N-gain kelompok eksperimen sebesar 56 %, termasuk kategori sedang. Sedangkan rata-rata N-gain kelompok kontrol sebesar 32 %, juga termasuk kategori sedang. Dari

pengujian signifikansi perbedaan dua rata-rata, didapat bahwa secara signifikan skor rata-rata *N-gain* kelompok eksperimen lebih tinggi dari skor rata-rata *N-gain* kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model perkuliahan berbasis masalah dapat meningkatkan penguasaan materi mahasiswa untuk materi Pencemaran Udara dibanding penggunaan model perkuliahan yang selama ini dilakukan.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kemampuan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa mengalami perbaikan dalam setiap indikator setelah melakukan perkuliahan dengan model pembelajaran berbasis masalah. Rata-rata skor *pretest* mahasiswa kelompok eksperimen dan kelompok kontrol memiliki kemampuan

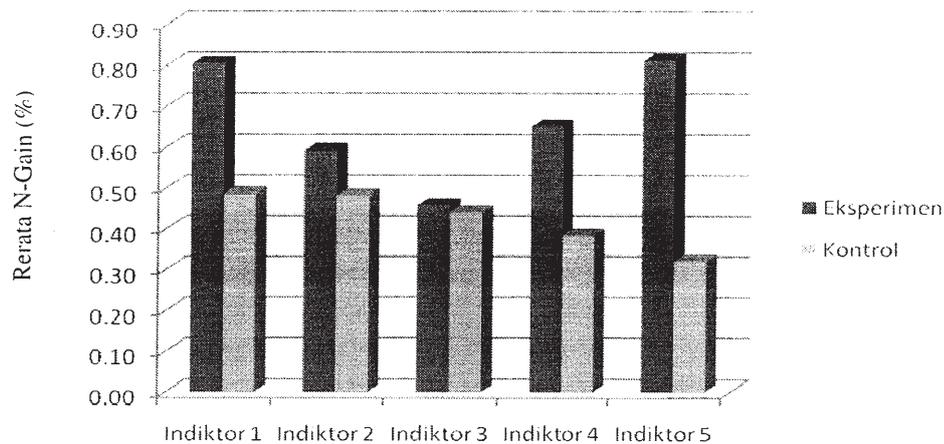
keterampilan berpikir kreatif dalam mengatasi masalah Pencemaran Udara yang hampir sama. Skor rata-rata *N-gain* kelompok eksperimen sebesar 73 %, termasuk kategori sedang. Sedangkan rata-rata *N-gain* kelompok kontrol sebesar 38 %, juga termasuk kategori sedang. Dari pengujian signifikansi perbedaan dua rata-rata, didapat bahwa secara signifikan skor rata-rata *N-gain* kelompok eksperimen lebih tinggi dari skor rata-rata *N-gain* kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan model perkuliahan berbasis masalah dapat meningkatkan kemampuan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa dalam mengatasi Pencemaran Udara dibanding penggunaan model perkuliahan yang selama ini dilakukan.



Gambar 2. Perbandingan Skor Rerata *Pretest*, *Posttest* dan *N-gain* Kemampuan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa dalam Mengatasi Masalah Pencemaran Udara

Peningkatan kemampuan keterampilan berpikir kreatif dapat ditinjau dari setiap indikator yang diamati. Data pada Gambar 3 menunjukkan bahwa kemampuan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa pada kelompok

eksperimen dan kontrol untuk setiap indikator keterampilan berpikir kreatif mengalami peningkatan. Peningkatan setiap indikator kemampuan keterampilan berpikir kreatif dapat ditinjau satu per satu.



Gambar 3. kemampuan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa pada kelompok eksperimen dan kontrol untuk setiap indikator keterampilan berpikir kreatif

- Indikator 1 : Mampu mendeteksi, mengenali, dan memahami serta menanggapi adanya masalah udara.
- Indikator 2 : Mampu memprediksi sumber pencemar udara dan dampaknya, jika tidak segera diatasi
- Indikator 3 : Mampu mempertimbangkan pemecahan atau pendekatan terhadap masalah pencemaran udara yang telah ada.
- Indikator 4 : Mampu mencetuskan gagasan dengan cara-cara yang asli dan secara green chemistry dalam menyelesaikan masalah pencemaran udara
- Indikator 5 : Mampu merinci secara detail, langkah-langkah tindakan yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah pencemaran udara, didalamnya terdapat berupa tabel, grafik, gambar, model dan atau kata-kata.

Indikator 5, 1, 4, 2 dan 3 menunjukkan urutan peningkatan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa. Indikator 5 (mampu merinci secara detail, langkah-langkah tindakan yang dilakukan dalam menyelesaikan masalah pencemaran udara), didalamnya terdapat berupa tabel, grafik, gambar, model dan atau kata-kata, merupakan indikator yang paling ditekankan dalam penelitian ini. Lembar kerja mahasiswa memberi kebebasan pada mahasiswa untuk menjawab, menuliskan atau melaporkan dengan rincian yang tegas dan mengarah pada langkah-langkah yang dilakukan dalam ikut berpartisipasi menyelesaikan masalah pencemaran udara dengan pencemar pilihan masing-masing mahasiswa secara bebas. Indikator 1 (mampu mendeteksi, mengenali, dan memahami serta

menanggapi adanya masalah pencemaran udara). Perkuliahan yang tidak membiasakan mahasiswa untuk menganalisis seperti mendeteksi, mengenali, memahami dan menanggapi adanya masalah membuat sains seolah hal yang asing dari kehidupan sehari-hari. Ternyata masih banyak peserta didik di Indonesia tidak mampu mengaitkan pengetahuan sains yang dipelajarinya dengan fenomena-fenomena yang terjadi di Indonesia, karena mereka tidak memperoleh pengalaman untuk mengaitkannya (Firman, 2007). Pembelajaran berbasis masalah telah terbukti memberi kebebasan mengaitkan ketertarikan pada pencemar udara tertentu, mempertimbangkan kelemahan dan keunggulan penyelesaian masalah yang telah dilakukan oleh pemerintah/peneliti tertentu

(Indikator 3). Namun dalam penelitian ini indikator 3 kemampuan keterampilan berpikir kreatif terjadi peningkatan yang paling sedikit dibanding dengan indikator yang lain. Dari hasil wawancara terhadap mahasiswa, masih banyak mahasiswa yang belum langsung berusaha memecahkan masalah dengan belajar melalui teknologi informasi, jika ada masalah yang belum terselesaikan. Sebagian besar mahasiswa menjawab bahwa dosen sudah memberi contoh penyelesaian masalah dari hasil-hasil penelitian terdahulu, dan hanya menyuruh/menghimbau untuk mencari contoh penyelesaian masalah yang telah dilakukan pemerintah/peneliti lewat jurnal hasil penelitian, atau media yang lain, tetapi bukan merupakan tugas. Hasil wawancara tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa panduan/sintak pelaksanaan PBM harus lebih dipertegas dan terprogram dengan bagus. Ternyata mahasiswa semester 2, masih membutuhkan dukungan dan pengawasan dalam proses perkuliahan. Jika hanya himbauan untuk belajar lewat sumber-sumber belajar melalui teknologi informasi, kurang termotivasi. Lain halnya jika pengerjaan semua indikator keterampilan berpikir kreatif ditekankan pada setiap kelompok.

Penilaian/ pendapat mahasiswa dalam pelaksanaan PBM menyebutkan: komponen materi, model, pedomam mahasiswa, LKM, suasana belajar dan strategi dosen dalam perkuliahan lebih dari 50% menjawab sangat tertarik+cukup tertarik, sangat baru+cukup baru; dan sangat mudah + cukup mudah. Ada 2 mahasiswa yang menyampaikan penilaian kurang tertarik pada suasana belajar. Lebih dari 50 % mahasiswa menanggapi: sangat

setuju dan setuju, jika pokok bahasan selanjutnya juga menggunakan model PBM sangat setuju dan setuju serta hanya 3 mahasiswa yang kurang setuju. juga jika pelajaran lain diajarkan dengan pendekatan berbasis masalah, hanya ada 3 mahasiswa yang kurang setuju jika pokok bahasan lain juga menggunakan model PBM.

Penjelasan dosen saat PBM berlangsung, bimbingan pada mahasiswa pada saat menjalankan penyelidikan sampai membuat makalah dan pada pelaksanaan presentasi yang menjawab sangat jelas dan jelas lebih dari 60%. Ada 3 mahasiswa yang menuliskan saran supaya penjelasan materi oleh dosen lebih diperpanjang waktunya. Ketiga mahasiswa yang memberi saran supaya penjelasan materi oleh dosen, ternyata menuliskan tanggapan bahwa dalam menjalankan penyelidikan dan pembuatan makalah, dosen sangat memberi bimbingan dan sangat memotivasi pada setiap mahasiswa untuk menuangkan gagasan dan mau bertindak dalam mengatasi pencemaran udara.

PENUTUP

Dari hasil pengolahan dan analisis data menunjukkan bahwa: 1) Perkuliahan Berbasis Masalah (PBM) dapat meningkatkan penguasaan materi Pencemaran Udara, 2) Perkuliahan Berbasis Masalah (PBM) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa dalam ikut bertindak mengatasi pencemaran udara, 3) *N-gain* rerata kelompok eksperimen dan kelompok kontrol pada indikator 3 (mempertimbangkan

kelemahan dan keunggulan penyelesaian masalah pencemaran udara yang telah dilakukan oleh pemerintah/peneliti tertentu) mengalami peningkatan paling sedikit.

Belajar dan mencari contoh-contoh penyelesaian masalah pencemaran udara yang dilakukan oleh pemerintah atau peneliti terdahulu harus dilakukan oleh mahasiswa, dan bukan hanya menunggu contoh yang diberikan dosen. Supaya mahasiswa mau melakukan itu harus selalu dimotivasi mencari sumber-sumber sesuai dengan masalah pencemar udara yang telah dipilih. Jika perlu dimasukkan dalam LKM sebagai tugas yang harus dikerjakan secara kelompok ataupun individu.

DAFTAR PUSTAKA

- Binadja, A. 2005. Pengembangan Multimedia Interaktif Pembelajaran Kecakapan Hidup Berbasis Kimia Hijau Kaitannya Dengan Pendidikan Bervisi SETS. *Prosiding Seminar dan Lokakarya KBK SMA, Kimia-FMIPA Unnes*.
- Cheng, K.K., Thacher, B.A., & Cardenas, R. L. 2004. Using Online Homework System Enhance Students' of Physics Concepts in an Introductory Physics Course. *American Journal of Physics*. Vol 72 (11): 1447-1453.
- Firman, H. 2007. *Laporan Analisis Literasi Sains Berdasarkan Hasil PISA National Tahun 2006*. Jakarta: Balitbang Depdiknas.
- Fraenkel, J. R. dan Wallen, N. E. 1993. *How to Design and Evaluate Research in Education* (second. Ed.). New York: McGraw-Hill Book Co.
- Liliasari. 2009. *Beberapa Pendekatan dan Metode dalam Pembelajaran IPA*. Bandung: UPI.
- _____. 2010. *Pengembangan Keterampilan Berpikir Melalui Pembelajaran Sains Menuju Masa Depan. Teori, Paradigma, Prinsip dan Pendekatan Pembelajaran MIPA dalam Kontek Indonesia*. Bandung: FMIPA UPI.
- Manahan, S.E. 1999. *Environmental Chemistry, Seventh Edition*. New York: Lewis Publishers.
- Nuswowati, M. 2005. *Peningkatan Kerja Bermakna dan Hasil Belajar Praktikum Kimia Fisika I dengan Tes Awal dan Presentasi Hasil Praktikum Beracuan CTL (Teaching Learning)*. Laporan Penelitian.
- Permanasari, A. 2010. *Membangun Keterkaitan Antara Mengajar dan Belajar Pendidikan Sains SMP Untuk Meningkatkan Sciencs Literacy Siswa. Teori, Paradigma, Prinsip, dan Pendekatan Pembelajaran MIPA dalam Konteks Indonesia*. Bandung: FMIPA UPI.
- Samadhy, U. 2010. *Model dalam Pembelajaran Aktif di Perguruan Tinggi*. Semarang: Lembaga Pengembangan Pendidikan dan Profesi Unnes.
- Sinaradi, F. 2005. *Menguji Kualitas Barang: Satu Alternatif Model Pengajaran Sains*. Yogyakarta: Kanisius.
- Soedomo, M. A. 2001. *Pencemaran Udara*. Bandung: ITB.