

## Bukti Korespondensi dengan Jurnal JPPII

Yth. Bpk/Ibu Penulis Artikel JPPII

Dengan hormat,

Dengan ini kami menginformasikan kepada Bpk/Ibu Penulis JPPII, bahwa Bpk/Ibu yang menginginkan publikasi JPPII baik yang masuk melalui email [semnasipa@mail.unnes.ac.id](mailto:semnasipa@mail.unnes.ac.id) atau [jpii@mail.unnes.ac.id](mailto:jpii@mail.unnes.ac.id) akan melalui proses **seleksi setelah April**, dengan ketentuan/ syarat sebagai berikut :

1. Artikel tersebut **WAJIB** untuk didaftarkan via OJS (Open Journal System) pada laman JPPII ([journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii](http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jpii))

2. Artikel tersebut **WAJIB** diseminarkan pada **Seminar Nasional IPA VIII** yang diselenggarakan oleh Jurusan IPA Terpadu FMIPA UNNES (pendaftaran bisa melalui email [semnasipa@mail.unnes.ac.id](mailto:semnasipa@mail.unnes.ac.id)).

Pembayaran sebagai pemakalah pendamping bisa ditransfer maksimal H-1 seminar nasional (leaflet terlampir), sedangkan pembayaran untuk publikasi JPPII baru boleh ditransfer **setelah artikel Bpk/Ibu dinyatakan accepted.**

Kami tunggu konfirmasinya sampai dengan tgl **19 April 2017**. Artikel yang tidak memenuhi kriteria tersebut, mohon maaf **tidak dapat kami proses.**

Terimakasih.

Best regards,  
JPPII

# Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)

**Jurnal Pendidikan IPA Indonesia** (Indonesian Journal of Science Education) published a scientific paper on the results of the study and review of the literature in the sphere of natural science education in primary education, secondary education and higher education. This journal in collaborate with *Perkumpulan Pendidik IPA Indonesia (PPII)* / Indonesian Society for Science Educators

This journal has been indexed in Portal Garuda, Google Scholar, DOAJ, DOI CrossRef, Mendeley, Sherpa/Romeo, Open Academic Journals Index, Citefactor, Directory of Research Journals Indexing, CiteULike, Bielefeld University Library, Academia.edu, Sistem Informasi Penelitian Pendidikan, JournalTOCs, Scholastica, ResearchGate

## Principal Contact

### Parmin

Editor-in-Chief

Science Education Studies Program , Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University (UNNES)

D7 Building , 3rd Floor, Sekaran Campus, Gunungpati, Semarang, Indonesia 50229

Phone: 024-70805795

Fax: 024-8508005

Email: [jpii@mail.unnes.ac.id](mailto:jpii@mail.unnes.ac.id)

## Support Contact

### Parmin

Phone:

08112788849

Email: [jpii@mail.unnes.ac.id](mailto:jpii@mail.unnes.ac.id)

**Submit**  
**MEMBANGUN KARAKTER MAHASISWA CALON GURU  
MELALUI MODEL PEMBELAJARAN PRAKTIKUM KIMIA  
ANALITIK BERBASIS MASALAH**

**Sri Haryani\*, Agung Tri Prasetya, Sri Wardani**  
Jurusan Kimia FMIPA UNNES  
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. 8508112 Semarang 50229  
Email: haryanimail@gmail.com

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menemukan karakteristik model Pembelajaran Praktikum Kimia Analitik Instrumen (PPKAI) berbasis masalah yang mampu membangun karakter, meningkatkan penguasaan konsep, dan keterampilan pemecahan masalah. Penelitian *mixed method* dengan desain eksperimen *Embedded Experimental Model pretest-posttest group* dengan subyek penelitian 1 rombel mahasiswa calon guru kimia yang mengambil praktikum KAI. Penguasaan konsep diukur dengan tes uraian; keterampilan pemecahan masalah dengan penilaian laporan pemecahan masalah, presentasi hasil, dan produk pembuatan kit; sedangkan karakter yang muncul diobservasi selama proses pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PPKI berbasis masalah memiliki karakteristik masalah yang *open-ended*, dihasilkan *local material kit*, karakter diobservasi pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah. Implementasi model dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dengan kategori sangat baik serta karakter yang berkembang selama proses pembelajaran meliputi religious, disiplin, jujur, ingin tahu, berpikir kreatif, berpikir kritis, kerja sama, berkomunikasi, mandiri, menghargai pendapat dan prestasi orang lain, kepemimpinan, demokrasi, teliti, hati-hati, dan kerja keras. Model PPKAI berbasis masalah mampu meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa calon guru lebih baik daripada praktikum konvensional.

**Kata kunci:** karakter, *local material*, pembelajaran berbasis masalah, praktikum

**Pendahuluan**

Perkuliahan praktikum pada umumnya dilaksanakan bersamaan maupun sesudah teori karena ditujukan untuk mendukung perkuliahan terutama memvalidasi pengetahuan pada perkuliahan yang sama. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa panduan praktikum verifikasi dengan petunjuk rinci yang selama ini banyak dilakukan, cenderung sering membosankan mahasiswa, serta tidak mengajak mahasiswa untuk memecahkan masalah, sehingga kemampuan mahasiswa untuk benar-benar mampu menemukan fakta, serta konsep sebagai hasil temuannya sendiri tidak bisa realized (Urena *et al*, 2012; Adani, 2006; Jalil, 2006; Haryani, 2011). Beberapa peneliti juga mengungkapkan bahwa langkah kerja dalam panduan praktikum yang bersifat verivikatif kurang memberi peluang

mahasiswa memproses informasi secara mendalam, dan perhatian utama mahasiswa hanyalah penyelesaian tugas praktikum dan pembuatan laporan (Hicks & Bevsek, 2012; McDonnell *et al*, 2007; Cooper & Urena, 2008). Bahkan 20 tahun yang lalu Nakhleh (1996), mengingatkan bahwa jurusan kimia di berbagai belahan dunia telah menginvestasikan sejumlah besar uang untuk memberikan pengalaman praktikum untuk mahasiswa, akan tetapi jarang mengevaluasi apa yang seharusnya dicapai dalam praktikum. Sementara itu, Haryani (2011) menganjurkan penyelenggaraan kegiatan praktikum hendaknya mampu membangkitkan motivasi belajar, menunjang penguasaan konsep, mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar bereksperimen, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah.

Keterampilan pemecahan masalah penting dilatihkan dan sangat diperlukan mahasiswa calon guru kimia untuk menghadapi tugas dan tantangan dalam dunia kerja. Dalam kehidupan sehari-hari, mahasiswa juga sering berhadapan dengan masalah-masalah yang sangat kompleks (*ill-structured/unstructured*). Beberapa realita yang menggambarkan masih rendahnya peserta didik dalam menyelesaikan masalah antara lain tampak dari terjadinya tawuran antar sekolah dan antar mahasiswa, pemakaian narkoba dan obat-obatan terlarang, dan pengguguran kandungan. Untuk mengatasi krisis moral tersebut, pemecahan masalah sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi perlu dilatihkan melalui pembelajaran yang direncanakan dengan baik. Model pembelajaran praktikum berbasis masalah (PBL) diduga kuat memberikan lingkungan pembelajaran yang baik untuk meningkatkan pemecahan masalah (Haryani, 2011; Urena *et al*, 2012; Ferreira & Trud, 2012).

Perancangan program pembelajaran praktikum tidak hanya memperhatikan aspek penguasaan konsep (kognitif) dan keterampilan dasar bereksperimen (psikomotorik), namun harus memperhatikan aspek afektif peserta didik dan keterampilan pemecahan masalah. Kemampuan afektif berhubungan dengan sikap ataupun karakter yang dapat berbentuk tanggung jawab, kerjasama, disiplin, komitmen, percaya diri, jujur, menghargai pendapat orang lain, dan kemampuan mengendalikan diri (Aisyah, 2014) (Chan & Bauer, 2016; Popham, 1995). Nilai-nilai tersebut erat kaitannya dengan pengembangan pendidikan budaya dan karakter. Terbentuknya karakter peserta didik yang kuat dan kokoh, di samping sangat strategis bagi keberlangsungan dan keunggulan bangsa di masa mendatang, juga diyakini merupakan hal penting yang mutlak harus dimiliki anak didik untuk menghadapi tantangan hidup masa depan. Upaya menghadapi tantangan tersebut

perlu dicermati dengan serius terlebih UNNES saat ini telah menempatkan diri sebagai Universitas Konservasi. Konservasi yang dimaksudkan adalah bagaimana UNNES dan segenap aktivitas akademik memiliki konservasi dan kepedulian terhadap lingkungan, sosial budaya, dan konservasi terhadap pengetahuan (keilmuan). Agar pembelajaran praktikum kimia analitik berbasis masalah mendukung konservasi dan mengembangkan karakter peserta didik maka perlu menerapkan prinsip-prinsip *Green Chemistry*.

Berdasarkan argumen yang telah diuraikan dan dari berbagai hasil penelitian maka pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen semestinya dilakukan agar mahasiswa terlatih memecahkan masalah dan menumbuhkan sikap ilmiah (pendidikan karakter) dengan memberikan pengalaman laboratorium berbasis riset yang menantang dan bermakna sebagaimana dalam PBL. Pembelajaran Praktikum Kimia Analisis Instrumen (PPKAI) memberikan lingkungan yang sangat baik untuk maksud tersebut, karena disamping esensi ilmu kimia analitik sebagai ilmu untuk menyelesaikan permasalahan (Adani, 2006), mata kuliah ini juga merupakan mata kuliah yang bersifat proses, memiliki variabel yang beragam, serta terdiri dari beberapa metode pengukuran (Mataka & Kowalske, 2015; Tosun & Senocak, 2013). Selanjutnya untuk mendukung UNNES sebagai universitas konservasi, maka model pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis masalah yang dikembangkan dirancang menggunakan *local material* sesuai prinsip *Green Chemistry*. Keterbatasan alat baik dalam segi jumlah maupun jenis dan mahalnya bahan-bahan sering menjadi kendala yang dihadapi guru (Haryani *et al*, 2010). Oleh karena itu calon guru perlu dibekali pemodelan cara mengatasi kendala keterbatasan alat. Pembekalan calon guru yang sesuai pada mata kuliah ini adalah membuat piranti peralatan pengukuran yang sederhana (kit), mudah dibawa, namun data pengamatannya memiliki daya responsibilitas yang baik. Daya responsibilitas ini diperoleh dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan peralatan/instrumen laboratorium yang tersedia.

Bertolak dari uraian sebelumnya, masalah utama yang menjadi fokus penelitian adalah “Bagaimana mengembangkan model pendidikan karakter berbasis konservasi melalui implementasi PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material*”. Untuk mewujudkan maksud tersebut dilakukan melalui perkuliahan praktikum kimia analisis instrumen dengan strategi instruksional pembelajaran berbasis masalah, yang teruji dapat meningkatkan pemecahan masalah dan penguasaan konsep, serta membangun sikap ilmiah/karakter.

## Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *mixed method* dengan *embedded design* yang menekankan pada pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan secara simultan. Penerapan melibatkan kegiatan eksperimen, maka digunakan model “*Embedded Experimental Model*” (Creswel, 2010). Kelas eksperimen diberi perlakuan PPKAI berbasis masalah, sedangkan pembelajaran di kelas kontrol praktikum di laboratorium dengan prosedur praktikum yang sudah baku. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA UNNES, dengan subyek penelitian 1rombel mahasiswa sebagai kelompok kontrol dan 1 rombel mahasiswa sebagai kelompok eksperimen mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia yang mengontrak mata Kimia Analisis Instrumen (KAI).

Pembelajaran PKAI berbasis masalah yang diterapkan terdiri atas 4 tahap, yang diadaptasi dari Arends (2004) dan Samford (2003). Tahap pertama, mengorientasi mahasiswa pada masalah dan tahap kedua mengorganisasi mahasiswa untuk belajar. Selanjutnya tahap 3, membimbing penyelidikan kelompok; dan terakhir tahap 4, menyajikan hasil pemecahan masalah. Sebelum kegiatan praktikum dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pelatihan terhadap 3 orang asisten praktikum dan 1 teknisi. Asisten praktikum bertugas membantu peneliti dalam melaksanakan praktikum, mengobservasi selama proses pelaksanaan praktikum, dan membantu mengoreksi pertes dan laporan praktikum.

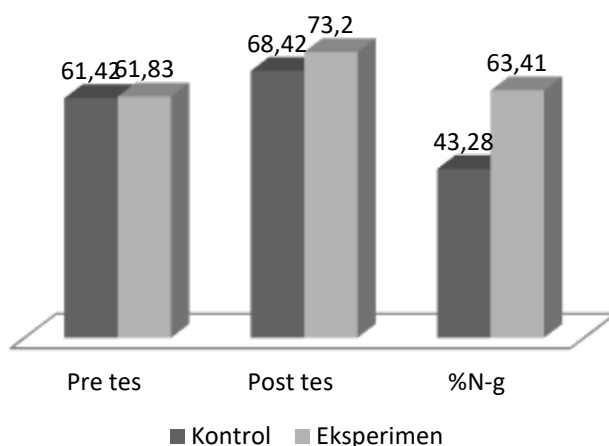
Pengumpulan data kuantitatif menggunakan tes bentuk uraian untuk mengukur penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri. Data kualitatif dikumpulkan menggunakan rubrik penilaian; melalui observasi selama proses pembelajaran untuk mengetahui karakter yang muncul. Di samping itu, juga dilakukan wawancara untuk mengeksplorasi pengetahuan mahasiswa terkait karakter yang terbangun pada setiap langkah pembelajaran praktikum berbasis masalah. Pengukuran keterampilan pemecahan masalah diadaptasi dari Fogarty (1997) yang meliputi penilaian laporan pemecahan masalah, presentasi hasil, dan produk pembuatan kit yang ketiganya menggunakan rubrik.

Data kuantitatif berupa peningkatan penguasaan konsep spektrometri dan potensiometri calon guru kimia dianalisis menggunakan rumus gain ternormalisasi, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif persentase. Setelah rata-rata *N-gain* untuk kedua kelompok diperoleh, maka selanjutnya dibandingkan untuk melihat perbedaan peningkatan penguasaan konsep. Hasil observasi berupa karakter yang muncul dan kinerja

selama proses pembelajaran dianalisis secara deskriptif. Selain itu juga didukung wawancara untuk melihat karakter yang terbangun pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah.

### Hasil dan Pembahasan

Pembelajaran PKAI berbasis masalah pada penelitian ini dirancang untuk meningkatkan penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri, keterampilan pemecahan masalah, dan mengembangkan karakter mahasiswa calon guru. Masalah yang harus diselesaikan mahasiswa melalui praktikum dapat berasal dari dosen, namun juga dapat berasal dari mahasiswa setelah dikonsultasikan dengan dosen. Dari masalah yang diberikan dosen serta masalah yang berasal dari mahasiswa, selanjutnya secara berkelompok mahasiswa menentukan judul penelitiannya sebagai berikut. (1) Penentuan pH Asam Basa Menggunakan Stick Indikator Alami Melalui Eksperimen Sederhana Berbantuan Kit, (2) Pembuatan Kit Elektroda Pembanding Ag/AgCl Sederhana dengan Menggunakan Membran Agar-Agar, (3) Pemanfaatan Baterai Bekas Sebagai Konduktansi Sederhana, (4) Penentuan Kadar Pb dalam Air Minum, (5) Uji Sederhana Pewarna Tekstil dalam Minuman Jajanan Anak, (6) Uji Adanya Glukosa dalam Urine secara Semikuantitatif, dan (7) Uji Kualitatif Kandungan Formalin dan Boraks pada Makanan (Bakso dan Siomay).



Gambar 1. Rerata % N-gain penguasaan konsep mahasiswa secara keseluruhan antara kelompok kontrol dan eksperimen pada materi spektrofotometri dan potensiometri

Gambar 1 menunjukkan % N-gain penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri untuk keseluruhan konsep pada kelompok kontrol dan eksperimen. Data kedua kelompok berdistribusi normal, variansi % N-gain antar kelompok homogen. Hasil % N-gain kelompok kontrol dan eksperimen masing-masing untuk spektrometri dan potensiometri ditunjukkan pada Gambar 1. Meskipun 3 dari 4 data termasuk dalam kategori sedang, namun pencapaian hasil % N-gain ini cukup berarti, dengan didukung hasil uji beda bahwa % N-gain pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis masalah menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ).

Rerata % N-gain masing-masing konsep untuk spektrofotometri dan potensiometri kelompok kontrol dan eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1. Perolehan rerata % N-gain materi spektrometri kelompok eksperimen termasuk kategori sedang dengan 2 konsep yang termasuk kategori tinggi, sedangkan untuk kelompok kontrol bervariasi, rata-ratanya termasuk kategori sedang dengan masing-masing konsep kategori rendah dan sedang. Berbeda dengan spektrometri, rerata % N-gain potensiometri kelompok kontrol dalam kategori rendah sedangkan kelompok eksperimen kategori sedang.

Tabel 1. Data % N-gain tiap konsep spektrofotometri dan potensiometri kelompok kontrol dan eksperimen

No	Konsep	% N-gain	
		Kontrol	Eksperimen
1	<b>Spektrometri</b>		
	Prinsip dasar spektrometri	39,05	79,00
	Penggolongan spektrometri	39,75	69,00
	Komponen spektrometri	39,50	72,15
	Hukum Lambert Beer	49,24	54,00
	Preparasi sampel	36,22	68,50
	Perbedaan spektrometri atom dan molekul	35,08	67,50
	Pembuatan larutan standar	34,35	63,56
	Perhitungan penentuan kadar	33,00	62,08
2	<b>Potensiometri</b>		



Sel elektrokimia	20,05	40,00
potensial elektroda	32,65	48,05
Persamaan Nernst	33,75	46,55
Elektroda pembanding	19,85	41,50
Elektroda indikator	19,67	40,50
Aspek kuantitatif	20,50	63,16
Titration potensiometri	16,50	40,00

Didasarkan temuan hasil penelitian tampak bahwa PKAI berbasis masalah materi spektrofotometri dan potensiometri memberikan lingkungan pembelajaran yang baik untuk meningkatkan penguasaan konsep calon guru. Pembelajaran diawali dengan tahap mengorientasi mahasiswa pada masalah. Mahasiswa secara berkelompok diminta untuk menyelesaikan masalah *open-ended* dalam suatu kegiatan proyek penelitian laboratorium, dan diakhiri dengan tahap presentasi hasil serta penyajian poster hasil penelitian.

Peningkatan penguasaan konsep bervariasi untuk masing-masing konsep, namun demikian rerata keseluruhan termasuk kategori sedang untuk eksperimen demikian pula untuk kelas kontrol, dan keduanya menunjukkan perbedaan yang signifikan. Didasarkan perbandingan hasil pretes dan postes tidak ada seorang mahasiswapun yang penguasaan konsepnya mengalami penurunan, tidak ada pula yang tetap. Meskipun kenaikannya beragam, namun data yang diperoleh menunjukkan peningkatan yang cukup berhasil (kategori sedang). Pada Tabel 1 diketahui bahwa % N-gain tertinggi penguasaan konsep terjadi pada prinsip dasar spektrofotometri dan terendah pada perbedaan spektrofotometri molekul dan atom. Untuk potensiometri tertinggi aspek kuantitatif/hukum Faraday, dan terendah titration potensiometri.

Perolehan peningkatan tertinggi untuk prinsip dasar spektrofotometri disebabkan konsep ini telah diperoleh mahasiswa mulai menuliskan pada kajian teoritis baik dalam proposal sampai laporan hasil penelitian, sehingga mahasiswa memperoleh pengalaman belajar secara langsung yang berakibat *memory of event*, suatu gambaran pengalaman yang memiliki efek jangka panjang lebih optimal (Hackathorn *et al*, 2011). Hasil penelitian ini merupakan perbaikan dari hasil penelitian Haryani (2011), dengan hasil % N-gain terendah. Keberhasilan ini diduga kuat pada saat presentasi siswa diminta menuliskan prinsip dasar pengukuran. Selanjutnya, rendahnya % N-gain pengertian dan perbedaan spektrofotometri molekul dan atom, diduga karena mulai langkah mengoreintasi pemecahan masalah perhatian mahasiswa lebih terfokus pada penelusuran prosedur yang berkaitan dengan masalah yang harus diselesaikan. Di samping itu, konsep ini tidak secara

sengaja dituliskan pada kajian pustaka sewaktu menyusun proposal sebagaimana dalam konsep prinsip dasar spektrometri.

Pencapaian konsep tertinggi pada potensiometri adalah aspek kuantitatif/hukum Faraday. Konsep ini sudah banyak dipelajari mahasiswa mulai dari Kimia Dasar, Dasar Kimia Analitik, dan pada kelompok bidang keahlian lain seperti Kimia Fisika. Sebaliknya, rendahnya konsep titrasi potensiometri diduga kuat karena mahasiswa kurang terampil dalam mengubah data awal menjadi data turunan pertama dan kedua, yang dipersiapkan untuk membuat kurva. Di samping itu, mahasiswa pada umumnya juga lemah dalam hal titrasi volumetrik yang merupakan prasyarat untuk materi ini.

Untuk kedua materi spektrofotometri dan potensiometri konsep yang berhubungan secara langsung dengan prosedur penelitian hasilnya relatif baik, hal ini sesuai hasil penelitian terdahulu (Haryani, 2011). Pencapaian nilai spektrofotometri lebih tinggi dibanding potensiometri, dimungkinkan analisis menggunakan metode spektrofotometri juga diperoleh melalui praktikum kimia organik, dan kimia anorganik. Selain itu, mahasiswa juga memperoleh materi spektroskopi dari mata kuliah Kimia Fisika.

Sebaliknya, peningkatan tertinggi %N-gain untuk kelompok kontrol yang terkait langsung dengan pelaksanaan praktikum relatif rendah dibanding konsep-konsep dasar yang tidak terkait langsung dengan praktikum. Peningkatan tertinggi %N-gain untuk kelompok kontrol terjadi hukum *Lambert-Beer*, dan terendah terjadi pada konsep perhitungan penentuan kadar. Rendahnya konsep perhitungan kadar, dimungkinkan selama ini dalam menyusun laporan mahasiswa mencontoh kakak angkatan, di samping itu mahasiswa tidak dituntut untuk mempresentasikan hasilnya. Selain perhitungan penentuan kadar, %N-gain yang peningkatannya relatif rendah pada kelompok kontrol adalah pembuatan larutan standar. Pada setiap jenis praktikum mahasiswa secara berkelompok sering diberi tugas untuk mempersiapkan pereaksi jika akan praktikum, namun demikian selama ini untuk larutan standar pada spektrofotometri disiapkan oleh salah satu kelompok, dan kelompok lain hanya mengukur absorbansinya, sehingga tidak mengherankan kalau hasil peningkatannya kurang bagus. Pemberian tugas pada kelompok tertentu pada penyiapan larutan standar ini dimaksudkan di samping menghemat waktu juga menghemat larutan standar titrisol yang biasa digunakan.

Temuan-temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa PPKAI berbasis masalah memberikan lingkungan pembelajaran yang baik dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa untuk materi spektrofotometri dan potensiometri, dan hasil penelitian ini

sejalan dengan temuan-temuan yang telah dilaporkan sebelumnya (Akinoglu & Tandogan, 2007; Hicks & Bevsek, 2012). Pada tahap mengorientasi pada masalah mahasiswa dalam kelompok diberimasalah *open-ended* yang akan membangkitkan keingintahuan mahasiswa dan memotivasinya untuk bisa memecahkan masalah (Urena *et al*, 2012). Menurut Tan (2003), bukti-bukti menyarankan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan transfer konsep kepada situasi baru, integrasi konsep, minat belajar intrinsik, dan keterampilan belajar. Sementara itu, Mitchell (Tan, 2003) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan penalaran dibandingkan dengan pendekatan pengajaran tradisional. Akcay (2009) di lain pihak, mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah diturunkan dari teori belajar konstruktivis, yaitu pebelajar mengkonstruksi pengetahuan secara aktif.

Data pemecahan masalah mahasiswa kelompok eksperimen diperoleh dari laporan/hasil karya pemecahan masalah, presentasi pemecahan masalah, dan produk kit hasil pemecahan masalah dengan rerata berturut-turut 85; 86,12; dan 86,11, dan rerata keseluruhan 85,75. Berdasarkan hasil yang diperoleh tampak bahwa skor total pemecahan masalah mencapai kriteria sangat tinggi yakni masing-masing aspek lebih besar dari 85 %. Indikator keberhasilan minimum dalam penelitian ini adalah sebesar 80%. Indikator-indikator untuk laporan hasil pemecahan masalah mengacu pada pola pemecahan masalah yang dikembangkan Fogarty (1997). Keterampilan pemecahan masalah secara keseluruhan diukur melalui penilaian unjuk kerja (*performance assessment*) menggunakan rubrik. Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi score hasil pemecahan masalah.

Table 2. Rekapitulasi score pemecahan masalah kelompok eksperimen

Kelompok	Laporan	Presentasi	Produk	Rerata
I	86,50	87,71	87,71	87,31
II	85,33	86,72	86,72	86,26
III	85,17	86,14	86,14	85,82
IV	85,00	85,86	85,86	85,57
V	84,00	84,67	84,67	84,45
VI	84,23	85,65	85,65	85,17
VII	84,25	85,81	85,80	85,28
VII	85,50	86,40	86,40	86,10
Mean	85,00	86,12	86,11	85,75

Untuk dapat memecahkan masalah-masalah tidak terstruktur, kontekstual, dan *open-ended* pada PBL, mahasiswa harus menggali dan memahami banyak informasi serta mahasiswa merancang dan melakukan penelitian dalam rangka pemecahan masalah.

Mahasiswa semestinya menjadi “arsitek” bagi pembelajaran yang dilakukannya. Akan tetapi, mahasiswa terbiasa dengan pembelajaran “mendengarkan dan mencatat serta melakukan tindakan apabila ada perintah dari dosen”. Implementasi PPKAI berbasis masalah beserta alat ukur pemecahan masalah ini, mahasiswa memperoleh pemodelan pembelajaran praktikum secara langsung yang sangat berguna untuk diterapkan nanti (Hicks & Bevsek, 2012; McDonnell *et al*, 2007).

Hasil pengamatan oleh *observer* (anggota peneliti) terhadap pembelajaran yang dilakukan oleh dosen (ketua peneliti) menunjukkan bahwa relevansi masalah yang disajikan dengan kompetensi yang dituntut dalam perkuliahan, sistematika sajian materi perkuliahan, ketepatan pemanfaatan waktu perkuliahan, dan kerjasama mahasiswa sudah berlangsung dengan baik. Sedangkan, dorongan pada mahasiswa untuk berdiskusi, bertanya, berkomunikasi, berargumentasi, fasilitator, mengarahkan jalannya diskusi, motivasi belajar, dan tanggung jawab belajar mahasiswa masih perlu ditingkatkan.

Penggunaan masalah-masalah tidak terstruktur, kontekstual, dan *open-ended* ternyata dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam pemecahan masalah. Masalah-masalah ini dapat memacu mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam diskusi kelompok untuk mencari dan menentukan pemecahan masalah yang terbaik bagi kelompoknya. Pembelajaran ini mengkondisikan mahasiswa menggunakan beberapa intelegensinya untuk menentukan isu-isu nyata dengan diawali mendefinisikan masalah, mengumpulkan informasi yang diperlukan, menyatakan kembali masalah, menghasilkan alternatif, menyarankan solusi, dan menentukan rekomendasi (Urena *et al*, 2012). Di samping itu, masalah-masalah ini juga dapat melatih mahasiswa memecahkan masalah-masalah kontekstual sehingga mahasiswa mempunyai pengalaman dalam memecahkan masalah yang dijumpai dalam kehidupan nyata mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan temuan sebelumnya (Günter & Alpat, 2012; Ferreira & Trud, 2012; Akcay, 2009; Demirel & Dagyar, 2015; Downing, 2010; Bilgin *et al*; 2009).

Karakter mahasiswa yang berkembang melalui praktikum berbasis masalah diperoleh dari hasil pengamatan selama proses pembelajaran pada setiap pertemuan dengan menggunakan lembar pengamatan mahasiswa. Di samping itu juga dari wawancara pada setiap langkah pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis terhadap karakter yang muncul/berkembang, dan dihitung % kemunculannya pada setiap langkah/langkah PBL.

Disiplin, diobservasi dan dibangun melalui ketepatan waktu hadir sesuai kesepakatan pada saat kontrak perkuliahan; pemakaian jas lab; peminjaman alat; pengaturan waktu kegiatan praktikum, dan pengumpulan laporan praktikum. Aspek karakter disiplin ini muncul mulai pendahuluan sampai tahap 4 dengan rerata total nilai 90 %. Untuk aspek karakter religious juga muncul mulai pendahuluan sampai tahap 4, yang dibangun melalui salam di awal dan akhir serta berdoa di awal perkuliahan dengan rerata total 95 %.

Rasa ingin tahu mahasiswa, terdeteksi mulai tahap pendahuluan yakni rasa ingin tahu tentang cara kerja alat yang belum pernah dikenal, tahap 1 dan 2 sewaktu pemberian masalah, dari pertanyaan yang diajukan terutama mengenai bagaimana cara mencari prosedur dan penentuan prosedur yang tepat dari beberapa prosedur yang diperoleh. Di samping itu rasa ingin tahu juga terdeteksi pada pada tahap 3 pada saat mengkonsultasikan data pengamatan. Rerata persen kemunculan untuk aspek rasa ingin tahu sebesar 60. Selanjutnya untuk karakter jujur, diobservasi dan dibangun pada tahap 3 dan 4. Jujur dapat dibangun melalui cara mahasiswa melakukan penimbangan bahan- bahan, di samping dalam hal peminjaman alat. Mahasiswa harus jujur apabila melakukan kesalahan dalam laboratorium seperti ketika memecahkan alat-alat gelas, serta jujur melaporkan dan mempresentasikan hasil sesuai data. Untuk aspek jujur ini diperoleh rerata totalnya sebesar 90 %.

Berpikir kritis dan kreatif terjadi pada tahap 1 dan 2. Mahasiswa dituntut berpikir kritis ketika mengerjakan soal/pre tes dan memikirkan masalah serta mencari cara penyelesaiannya. Mahasiswa juga berpikir kreatif, ketika memilih jenis praktikum/penelitian yang efektif dan efisien sehingga hasilnya maksimal. Di samping itu, harus kreatif merancang produk untuk membuat KIT. Rerata total perolehan untuk karakter berpikir kritis dan kreatif berturut-turut 60 dan 80 %.

Bekerjasama muncul pada tahap 2 sampai 4. Mahasiswa dalam kelompok harus bekerjasama untuk mencari prosedur kerja, serta melakukan praktikum dalam rangka memecahkan masalah. Karakter kepemimpinan juga terbangun pada tahap 2 sampai 4, dimulai dengan pembagian tugas mencari informasi untuk merancang proposal sampai dengan mengatur jalannya praktikum. Rerata total perolehan untuk karakter bekerjasama dan kepemimpinan berturut-turut 90 dan 60 %.

Karakter kerja keras, mandiri, hati-hati, dan teliti paling dominan dibangun pada tahap 3. Praktikum untuk menyelesaikan masalah sangat membutuhkan kerja keras dalam

mencapai tujuan percobaan. Kerja keras ini dilakukan mahasiswa dimulai melakukan persiapan/ preparasi sampel dalam kegiatan percobaan. Mahasiswa dituntut dapat membuat larutan secara mandiri sesuai pembagian tugas dari kelompoknya. Dalam menyiapkan alat-alat yang akan digunakan praktikan harus memiliki sikap hati-hati karena alat-alat praktikum ada yang terbuat dari kaca, apabila praktikan tidak berhati-hati alat tersebut dapat membahayakan diri sendiri dan orang disekitarnya. Demikian pula terhadap bahan-bahan kimia, harus senantiasa hati-hati karena bahan kimia ada yang bersifat korosif, gasnya beracun, dapat membuat tangan gatal apabila bersentuhan, dan mudah terbakar. Selanjutnya untuk karakter teliti terbangun pada saat praktikan menyiapkan bahan seperti menimbang zat, mengukur volume pelarut, dan mengamati hasil. Rerata total perolehan untuk karakter bekerja keras, mandiri, hati-hati, dan teliti berturut-turut 90; 80; 90; dan 90 %.

Pada tahap 3, mahasiswa mengkomunikasikan hasil pengamatan baik dalam bentuk tabel maupun gambar. Aspek karakter berkomunikasi ini juga dibangun melalui mengkomunikasikan hasil penelitian baik melalui penulisan laporan, penulisan power point, maupun presentasi oral yang terjadi pada tahap 4. Rerata total perolehan untuk berkomunikasi adalah 80 %. Selanjutnya karakter yang terbangun pada tahap 4 lainnya yakni demokratis, menghargai pendapat teman, dan menghargai prestasi orang. Selagi mahasiswa melakukan presentasi hasil percobaan, mereka berlatih menerima masukan dari kelompok lain, di samping itu ketika diskusi pembuatan makalah maupun diskusi untuk pembuatan power point para mahasiswa belajar berdemokrasi serta menghargai pendapat teman dalam kelompoknya. Menghargai prestasi teman terjadi terutama untuk produk yang dihasilkan kelompok lain melalui pemberian nilai yang lebih. Rerata total perolehan untuk karakter demokratis, menghargai pendapat teman, dan menghargai prestasi orang berturut-turut 80; 40; dan 60 %.

Peningkatan penguasaan konsep hasil penelitian ini diikuti keterampilan pemecahan masalah dengan skor mencapai kriteria sangat tinggi dan minimal 16 karakter terbangun melalui langkah-langkah PBL. Keberhasilan pembelajaran pada ranah kognitif dan psikomotor dipengaruhi oleh kondisi sikap ilmiah peserta didik serta menentukan keberhasilan belajar seseorang (Popham, 1995). Selanjutnya Popham menyatakan bahwa menurut beberapa pakar sikap/karakter seseorang dapat diramalkan perubahannya bila seseorang telah memiliki penguasaan kognitif tingkat tinggi. Hasil penelitian ini sesuai hasil penelitian beberapa peneliti (Kelly & Finlayson, 2009) bahwa PBL di samping

meningkatkan penguasaan konsep, juga meningkatkan keterampilan sosial seperti bekerja kelompok, rasa percaya diri, kerjasama, cara berinteraksi dengan orang lain, dan berkomunikasi. Di samping itu, pembelajaran praktikum berbasis masalah juga meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam hal hati-hati dengan bahan kimia, melakukan pengamatan dengan teliti, dan berusaha mencari informasi sehubungan praktikum yang dilakukan. Secara umum tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pembelajaran sangat positif, yaitu: (a) meningkatkan keterlibatan; (b) memberikan pengalaman langsung melalui pemodelan; (c) berlatih melakukan penelitian yang menyenangkan, dan (d) berharap dapat diterapkan pada praktikum lainnya.

### **Simpulan dan Saran**

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, model pembelajaran praktikum kimia analitik instrumen yang dikembangkan mengadaptasi langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah, memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) masalah *open-ended* terkait materi spektrometri dan potensiometri; (b) dihasilkan kit hasil pemecahan masalah menggunakan *local material* sebanyak 7 buah; (c) karakter diobservasi dan dilakukan wawancara pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah; (d) pemecahan masalah diukur melalui laporan pemecahan masalah, presentasi hasil pemecahan masalah, dan produk hasil pemecahan masalah. Kedua, implementasi model PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material* di samping dapat meningkatkan penguasaan konsep lebih baik dari kelompok kontrol, juga mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah calon guru dengan kategori sangat baik. Ketiga, karakter yang berkembang dalam PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material* adalah: religious, disiplin, jujur, ingin tahu, berpikir kreatif, berpikir kritis, kerja sama, berkomunikasi, mandiri, menghargai pendapat dan prestasi orang lain, kepemimpinan, demokrasi, teliti, hati-hati, dan kerja keras. Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap implementasi PPKAI

Berdasarkan hasil-hasil yang dicapai pada penelitian ini dapat direkomendasikan berikut. Perluasan implementasi pembelajaran praktikum berbasis masalah untuk mata kuliah praktikum lain perlu dilakukan, mengingat sekitar 50 % mata kuliah MKK (Mata kuliah Keahlian) diikuti praktikum sehingga sangat potensial memberikan atmosfer akademik dalam rangka pencapaian kompetensi calon guru kimia melalui praktikum. Pengampu mata kuliah praktikum harus senantiasa berinovasi untuk merubah paradigma

praktikum berbasis verifikasi menjadi berbasis masalah, dengan menggali ide bersama mahasiswa menemukan masalah yang *open ended* dan kontekstual dengan harapan mewarnai karakter mahasiswa sebagai pribadi maupun dalam tugasnya sebagai guru.

#### Daftar Pustaka<sup>[A1]</sup>

- Adani, G. A. 2006. New Project-Based Lab for Undergraduate Environmental and Analytical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(2), 253-256.
- Aisyah, A.R. 2014. The Implementation of Character Education Through Contextual Teaching And Learning At Personality Development Unit In The Sriwijaya University Palembang. *International Journal of Education and Research*, 1(2):203-214.
- Akcay, B. 2009. Problem-Based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1):26-36.
- Akinoglu, O & Tandogan, O. 2007. Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technologi Education*, 3(1):71-81.
- Arends, R. I. 2004. *Learning to Teach*. 5<sup>th</sup> Ed. Boston: McGraw Hill.
- Bilgin, I., Senocak, E., & Sozbilir, M. 2009. The Effects Of Problem-Based Learning Instruction On University Student's Performance Of Conceptual And Quantitative Problems In Gas Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 5(2):153-164.
- Chan, J. Y. K. & Bauer, C. F. 2016. Learning and Studying Strategies used by General Chemistry Students with Different Affective Characteristics. *The Royal Society of Chemistry*, 1(1):1-28.
- Cooper, M. M. & Urena, S. S. 2008. Design and Validation of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness. *Journal of Chemical Education*, 86(2):240-245.
- Creswell, J. W. 2010. *Research Design Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Demirel, M. & Dagyar, M. 2016. Effects of Problem-Based Learning on Attitude: A Meta-analysis Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12(8): 2115-2137.
- Downing, K. 2010. Problem-Based Learning and Metacognition. *Asian Journal Education & Learning*, 1(2):75-96.
- Ferreira, M.M. & Trud, A.R. 2012. The Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Student Attitudes toward Science, Problem-Solving Skills, and Sense of Community in the Classroom. *The Journal of Classroom Interaction*. 47(1): 23-30.
- Fogarty, R. 1997. *Problem-Based Learning and Multiple Intelligences Classroom*. Melbourne: Hawker Brownlow Education.



- Günter, T. & Alpat, S. K. 2013. The Effects of Problem-Based Learning (PBL) on the Academic Achievement of Students Studying 'Electrochemistry'. *The Royal Society of Chemistry*, 1(1): 2-19.
- Hackathorn, J., Solomon, E. D., & Blankmayer, K. L. (2011). Learning by Doing: An Empirical Study of Active Teaching Techniques. *The Journal of Effective Teaching*, 11(2):40-54.
- Haryani, S., Prasetya, A.T., & Wardani, S. 2010. Peningkatan Metakognisi Mahasiswa Calon Guru Kimia Melalui Simulasi Laboratorium Virtual Berbasis Masalah pada Materi HPLC. *Proceeding Himpunan Kimia Indonesia*.
- Haryani, S. 2011. Praktikum Kimia Analitik Instrumen Berbasis Masalah pada Spektrometri UV-Vis untuk Meningkatkan Metakognisi Calon Guru. *Laporan Penelitian*.
- Hicks, R.W., & Bevsek, H. M. 2011. Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 1(89): 254-257.
- Jalil, P. A. 2006. A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explanation, or Vice-versa?. *Journal of Chemical Education*, 83(1):159-163.
- Kelly, O.C. & Finlayson, O. D. 2009. Providing Solutions Through Problem-Based Learning For The Undergraduate 1<sup>st</sup> Year Chemistry Laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3):347-361
- Mataka, L. M. & Kowalske, M.G. 2015. The influence of PBL on students' self-efficacy beliefs in chemistry. *The Royal Society of Chemistry*. 1(1):1-10.
- McDonnell, C., Christine O. and Michael K. S.. 2008. Developing practical chemistry skills by means of student-driven problem based learning mini-projects. *The Royal Society of Chemistry*. 8 (2): 130-139.
- Nakhleh, B. 1996. "Why Some Student Don't Learn Chemistry". *Journal Chemical of Education*. 69(3):191-196.
- Popham, J. W. 1995. *Classroom assessment: What teachers need to know*. Nedham Hights, Mass 02194: Allyn and Bacon.
- Samford.edu. 2003. *Problem Based Learning*. [online]. Tersedia <http://www.samford.edu/pbl/> April 2007
- Tan, O. S. 2003. *Problem-based Learning Innovation*. Singapore: Thomson Learning.
- Tosun, C. & Senocak, E. 2013 The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(3):61-73.

Urena, S.S., Melanie M. C., and Ron S. 2012. Effect of Cooperative Problem-Based Lab Instruction on Metacognition and Problem-Solving Skills. *Journal of Chemical Education*, 1(89):700-706.

## Review Pertama

### **MEMBANGUN KARAKTER MAHASISWA CALON GURU MELALUI MODEL PEMBELAJARAN PRAKTIKUM KIMIA ANALITIK BERBASIS MASALAH**

**Sri Haryani\*, Agung Tri Prasetya, Sri Wardani**

Jurusan Kimia FMIPA UNNES

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. 8508112 Semarang 50229

Email: haryanimail@gmail.com

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menemukan karakteristik model Pembelajaran Praktikum Kimia Analitik Instrumen (PPKAI) berbasis masalah yang mampu membangun karakter, meningkatkan penguasaan konsep, dan keterampilan pemecahan masalah. Penelitian *mixed method* dengan desain eksperimen *Embedded Experimental Model pretest-posttest group* dengan subyek penelitian 1 rombel mahasiswa calon guru kimia yang mengambil praktikum KAI. Penguasaan konsep diukur dengan tes uraian; keterampilan pemecahan masalah dengan penilaian laporan pemecahan masalah, presentasi hasil, dan produk pembuatan kit; sedangkan karakter yang muncul diobservasi selama proses pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PPKI berbasis masalah memiliki karakteristik masalah yang *open-ended*, dihasilkan *local material kit*, karakter diobservasi pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah. Implementasi model dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dengan kategori sangat baik serta karakter yang berkembang selama proses pembelajaran meliputi religious, disiplin, jujur, ingin tahu, berpikir kreatif, berpikir kritis, kerja sama, berkomunikasi, mandiri, menghargai pendapat dan prestasi orang lain, kepemimpinan, demokrasi, teliti, hati-hati, dan kerja keras. Model PPKAI berbasis masalah mampu meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa calon guru lebih baik daripada praktikum konvensional.

**Kata kunci:** karakter, *local material*, pembelajaran berbasis masalah, praktikum

#### **Pendahuluan**

Perkuliahan praktikum pada umumnya dilaksanakan bersamaan maupun sesudah teori karena ditujukan untuk mendukung perkuliahan terutama memvalidasi pengetahuan pada perkuliahan yang sama. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa panduan praktikum verifikasi dengan petunjuk rinci yang selama ini banyak dilakukan, cenderung sering membosankan mahasiswa, serta tidak mengajak mahasiswa untuk memecahkan masalah, sehingga kemampuan mahasiswa untuk benar-benar mampu menemukan fakta, serta konsep sebagai hasil temuannya sendiri tidak bisa realized (Urena *et al*, 2012; Adani, 2006; Jalil, 2006; Haryani, 2011). Beberapa peneliti juga mengungkapkan bahwa langkah kerja dalam panduan praktikum yang bersifat verivikatif kurang memberi peluang mahasiswa memproses informasi secara mendalam, dan perhatian utama mahasiswa

hanyalah penyelesaian tugas praktikum dan pembuatan laporan (Hicks & Bevsek, 2012; McDonnell *et al*, 2007; Cooper & Urena, 2008). Bahkan 20 tahun yang lalu Nakhleh (1996), mengingatkan bahwa jurusan kimia di berbagai belahan dunia telah menginvestasikan sejumlah besar uang untuk memberikan pengalaman praktikum untuk mahasiswa, akan tetapi jarang mengevaluasi apa yang seharusnya dicapai dalam praktikum. Sementara itu, Haryani (2011) menganjurkan penyelenggaraan kegiatan praktikum hendaknya mampu membangkitkan motivasi belajar, menunjang penguasaan konsep, mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar bereksperimen, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah.

Keterampilan pemecahan masalah penting dilatihkan dan sangat diperlukan mahasiswa calon guru kimia untuk menghadapi tugas dan tantangan dalam dunia kerja. Dalam kehidupan sehari-hari, mahasiswa juga sering berhadapan dengan masalah-masalah yang sangat kompleks (*ill-structured/unstructured*). Beberapa realita yang menggambarkan masih rendahnya peserta didik dalam menyelesaikan masalah antara lain tampak dari terjadinya tawuran antar sekolah dan antar mahasiswa, pemakaian narkoba dan obat-obatan terlarang, dan pengguguran kandungan. Untuk mengatasi krisis moral tersebut, pemecahan masalah sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi perlu dilatihkan melalui pembelajaran yang direncanakan dengan baik. Model pembelajaran praktikum berbasis masalah (PBL) diduga kuat memberikan lingkungan pembelajaran yang baik untuk meningkatkan pemecahan masalah (Haryani, 2011; Urena *et al*, 2012; Ferreira & Trud, 2012).

Perancangan program pembelajaran praktikum tidak hanya memperhatikan aspek penguasaan konsep (kognitif) dan keterampilan dasar bereksperimen (psikomotorik), namun harus memperhatikan aspek afektif peserta didik dan keterampilan pemecahan masalah. Kemampuan afektif berhubungan dengan sikap ataupun karakter yang dapat berbentuk tanggung jawab, kerjasama, disiplin, komitmen, percaya diri, jujur, menghargai pendapat orang lain, dan kemampuan mengendalikan diri (Aisyah, 2014) (Chan & Bauer, 2016; Popham, 1995). Nilai-nilai tersebut erat kaitannya dengan pengembangan pendidikan budaya dan karakter. Terbentuknya karakter peserta didik yang kuat dan kokoh, di samping sangat strategis bagi keberlangsungan dan keunggulan bangsa di masa mendatang, juga diyakini merupakan hal penting yang mutlak harus dimiliki anak didik untuk menghadapi tantangan hidup masa depan. Upaya menghadapi tantangan tersebut perlu dicermati dengan serius terlebih UNNES saat ini telah menempatkan diri sebagai

Universitas Konservasi. Konservasi yang dimaksudkan adalah bagaimana UNNES dan segenap aktivitas akademik memiliki konservasi dan kepedulian terhadap lingkungan, sosial budaya, dan konservasi terhadap pengetahuan (keilmuan). Agar pembelajaran praktikum kimia analitik berbasis masalah mendukung konservasi dan mengembangkan karakter peserta didik maka perlu menerapkan prinsip-prinsip *Green Chemistry*.

Berdasarkan argumen yang telah diuraikan dan dari berbagai hasil penelitian maka pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen semestinya dilakukan agar mahasiswa terlatih memecahkan masalah dan menumbuhkan sikap ilmiah (pendidikan karakter) dengan memberikan pengalaman laboratorium berbasis riset yang menantang dan bermakna sebagaimana dalam PBL. Pembelajaran Praktikum Kimia Analisis Instrumen (PPKAI) memberikan lingkungan yang sangat baik untuk maksud tersebut, karena disamping esensi ilmu kimia analitik sebagai ilmu untuk menyelesaikan permasalahan (Adani, 2006), mata kuliah ini juga merupakan mata kuliah yang bersifat proses, memiliki variabel yang beragam, serta terdiri dari beberapa metode pengukuran (Mataka & Kowalske, 2015; Tosun & Senocak, 2013). Selanjutnya untuk mendukung UNNES sebagai universitas konservasi, maka model pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis masalah yang dikembangkan dirancang menggunakan *local material* sesuai prinsip *Green Chemistry*. Keterbatasan alat baik dalam segi jumlah maupun jenis dan mahalnya bahan-bahan sering menjadi kendala yang dihadapi guru (Haryani *et al*, 2010). Oleh karena itu calon guru perlu dibekali pemodelan cara mengatasi kendala keterbatasan alat. Pembekalan calon guru yang sesuai pada mata kuliah ini adalah membuat piranti peralatan pengukuran yang sederhana (kit), mudah dibawa, namun data pengamatannya memiliki daya responsibilitas yang baik. Daya responsibilitas ini diperoleh dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan peralatan/instrumen laboratorium yang tersedia.

Bertolak dari uraian sebelumnya, masalah utama yang menjadi fokus penelitian adalah “Bagaimana mengembangkan model pendidikan karakter berbasis konservasi melalui implementasi PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material*”. Untuk mewujudkan maksud tersebut dilakukan melalui perkuliahan praktikum kimia analisis instrumen dengan strategi instruksional pembelajaran berbasis masalah, yang teruji dapat meningkatkan pemecahan masalah dan penguasaan konsep, serta membangun sikap ilmiah/karakter.

#### **Metode Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian *mixed method* dengan *embedded design* yang menekankan pada pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan secara simultan. Penerapan melibatkan kegiatan eksperimen, maka digunakan model “*Embedded Experimental Model*” (Creswel, 2010). Kelas eksperimen diberi perlakuan PPKAI berbasis masalah, sedangkan pembelajaran di kelas kontrol praktikum di laboratorium dengan prosedur praktikum yang sudah baku. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA UNNES, dengan subyek penelitian 1rombel mahasiswa sebagai kelompok kontrol dan 1 rombel mahasiswa sebagai kelompok eksperimen mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia yang mengontrak mata Kimia Analisis Instrumen (KAI).

Pembelajaran PKAI berbasis masalah yang diterapkan terdiri atas 4 tahap, yang diadaptasi dari Arends (2004) dan Samford (2003). Tahap pertama, mengorientasi mahasiswa pada masalah dan tahap kedua mengorganisasi mahasiswa untuk belajar. Selanjutnya tahap 3, membimbing penyelidikan kelompok; dan terakhir tahap 4, menyajikan hasil pemecahan masalah. Sebelum kegiatan praktikum dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pelatihan terhadap 3 orang asisten praktikum dan 1 teknisi. Asisten praktikum bertugas membantu peneliti dalam melaksanakan praktikum, mengobservasi selama proses pelaksanaan praktikum, dan membantu mengoreksi pertes dan laporan praktikum.

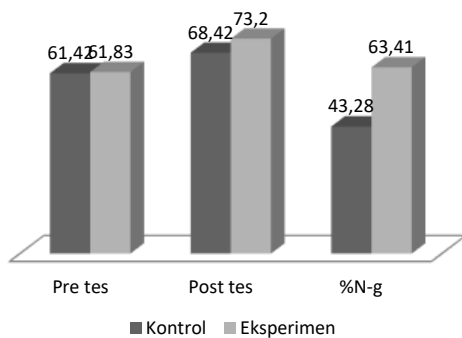
Pengumpulan data kuantitatif menggunakan tes bentuk uraian untuk mengukur penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri. Data kualitatif dikumpulkan menggunakan rubrik penilaian; melalui observasi selama proses pembelajaran untuk mengetahui karakter yang muncul. Di samping itu, juga dilakukan wawancara untuk mengeksplorasi pengetahuan mahasiswa terkait karakter yang terbangun pada setiap langkah pembelajaran praktikum berbasis masalah. Pengukuran keterampilan pemecahan masalah diadaptasi dari Fogarty (1997) yang meliputi penilaian laporan pemecahan masalah, presentasi hasil, dan produk pembuatan kit yang ketiganya menggunakan rubrik.

Data kuantitatif berupa peningkatan penguasaan konsep spektrometri dan potensiometri calon guru kimia dianalisis menggunakan rumus gain ternormalisasi, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif persentase. Setelah rata-rata *N-gain* untuk kedua kelompok diperoleh, maka selanjutnya dibandingkan untuk melihat perbedaan peningkatan penguasaan konsep. Hasil observasi berupa karakter yang muncul dan kinerja selama proses pembelajaran dianalisis secara deskriptif. Selain itu juga didukung

wawancara untuk melihat karakter yang terbangun pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah.

### Hasil dan Pembahasan

Pembelajaran PKAI berbasis masalah pada penelitian ini dirancang untuk meningkatkan penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri, keterampilan pemecahan masalah, dan mengembangkan karakter mahasiswa calon guru. Masalah yang harus diselesaikan mahasiswa melalui praktikum dapat berasal dari dosen, namun juga dapat berasal dari mahasiswa setelah dikonsultasikan dengan dosen. Dari masalah yang diberikan dosen serta masalah yang berasal dari mahasiswa, selanjutnya secara berkelompok mahasiswa menentukan judul penelitiannya sebagai berikut. (1) Penentuan pH Asam Basa Menggunakan Stick Indikator Alami Melalui Eksperimen Sederhana Berbantuan Kit, (2) Pembuatan Kit Elektroda Pembanding Ag/AgCl Sederhana dengan Menggunakan Membran Agar-Agar, (3) Pemanfaatan Baterai Bekas Sebagai Konduktansi Sederhana, (4) Penentuan Kadar Pb dalam Air Minum, (5) Uji Sederhana Pewarna Tekstil dalam Minuman Jajanan Anak, (6) Uji Adanya Glukosa dalam Urine secara Semikuantitatif, dan (7) Uji Kualitatif Kandungan Formalin dan Boraks pada Makanan (Bakso dan Siomay).



Gambar 1. Rerata % N-gain penguasaan konsep mahasiswa secara keseluruhan antara kelompok kontrol dan eksperimen pada materi spektrofotometri dan potensiometri

Gambar 1 menunjukkan % N-gain penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri untuk keseluruhan konsep pada kelompok kontrol dan eksperimen. Data kedua kelompok berdistribusi normal, variansi % N-gain antar kelompok homogen. Hasil % N-gain kelompok kontrol dan eksperimen masing-masing untuk spektrometri dan potensiometri ditunjukkan pada Gambar 1. Meskipun 3 dari 4 data termasuk dalam kategori sedang, namun pencapaian hasil % N-gain ini cukup berarti, dengan didukung hasil uji beda bahwa % N-gain pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis masalah menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ).

Rerata % N-gain masing-masing konsep untuk spektrofotometri dan potensiometri kelompok kontrol dan eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1. Perolehan rerata % N-gain materi spektrometri kelompok eksperimen termasuk kategori sedang dengan 2 konsep yang termasuk kategori tinggi, sedangkan untuk kelompok kontrol bervariasi, reratanya termasuk kategori sedang dengan masing-masing konsep kategori rendah dan sedang. Berbeda dengan spektrometri, rerata % N-gain potensiometri kelompok kontrol dalam kategori rendah sedangkan kelompok eksperimen kategori sedang.

Tabel 1. Data % N-gain tiap konsep spektrofotometri dan potensiometri kelompok kontrol dan eksperimen

No	Konsep	% N-gain	
		Kontrol	Eksperimen
1	<b>Spektrometri</b>		
	Prinsip dasar spektrometri	39,05	79,00
	Penggolongan spektrometri	39,75	69,00
	Komponen spektrometri	39,50	72,15
	Hukum Lambert Beer	49,24	54,00
	Preparasi sampel	36,22	68,50
	Perbedaan spektrometri atom dan molekul	35,08	67,50
	Pembuatan larutan standar	34,35	63,56
	Perhitungan penentuan kadar	33,00	62,08
2	<b>Potensiometri</b>		
	Sel elektrokimia	20,05	40,00



potensial elektroda	32,65	48,05
Persamaan Nernst	33,75	46,55
Elektroda pembanding	19,85	41,50
Elektroda indikator	19,67	40,50
Aspek kuantitatif	20,50	63,16
Titration potensiometri	16,50	40,00

Didasarkan temuan hasil penelitian tampak bahwa PKAI berbasis masalah materi spektrofotometri dan potensiometri memberikan lingkungan pembelajaran yang baik untuk meningkatkan penguasaan konsep calon guru. Pembelajaran diawali dengan tahap mengorientasi mahasiswa pada masalah. Mahasiswa secara berkelompok diminta untuk menyelesaikan masalah *open-ended* dalam suatu kegiatan proyek penelitian laboratorium, dan diakhiri dengan tahap presentasi hasil serta penyajian poster hasil penelitian.

Peningkatan penguasaan konsep bervariasi untuk masing-masing konsep, namun demikian rerata keseluruhan termasuk kategori sedang untuk eksperimen demikian pula untuk kelas kontrol, dan keduanya menunjukkan perbedaan yang signifikan. Didasarkan perbandingan hasil pretes dan postes tidak ada seorang mahasiswapun yang penguasaan konsepnya mengalami penurunan, tidak ada pula yang tetap. Meskipun kenaikannya beragam, namun data yang diperoleh menunjukkan peningkatan yang cukup berhasil (kategori sedang). Pada Tabel 1 diketahui bahwa % N-gain tertinggi penguasaan konsep terjadi pada prinsip dasar spektrofotometri dan terendah pada perbedaan spektrofotometri molekul dan atom. Untuk potensiometri tertinggi aspek kuantitatif/hukum Faraday, dan terendah titration potensiometri.

Perolehan peningkatan tertinggi untuk prinsip dasar spektrofotometri disebabkan konsep ini telah diperoleh mahasiswa mulai menuliskan pada kajian teoritis baik dalam proposal sampai laporan hasil penelitian, sehingga mahasiswa memperoleh pengalaman belajar secara langsung yang berakibat *memory of event*, suatu gambaran pengalaman yang memiliki efek jangka panjang lebih optimal (Hackathorn *et al*, 2011). Hasil penelitian ini merupakan perbaikan dari hasil penelitian Haryani (2011), dengan hasil % N-gain terendah. Keberhasilan ini diduga kuat pada saat presentasi siswa diminta menuliskan prinsip dasar pengukuran. Selanjutnya, rendahnya % N-gain pengertian dan perbedaan spektrofotometri molekul dan atom, diduga karena mulai langkah mengoreintasi pemecahan masalah perhatian mahasiswa lebih terfokus pada penelusuran prosedur yang berkaitan dengan masalah yang harus diselesaikan. Di samping itu, konsep ini tidak secara

sengaja dituliskan pada kajian pustaka sewaktu menyusun proposal sebagaimana dalam konsep prinsip dasar spektrometri.

Pencapaian konsep tertinggi pada potensiometri adalah aspek kuantitatif/hukum Faraday. Konsep ini sudah banyak dipelajari mahasiswa mulai dari Kimia Dasar, Dasar Kimia Analitik, dan pada kelompok bidang keahlian lain seperti Kimia Fisika. Sebaliknya, rendahnya konsep titrasi potensiometri diduga kuat karena mahasiswa kurang terampil dalam mengubah data awal menjadi data turunan pertama dan kedua, yang dipersiapkan untuk membuat kurva. Di samping itu, mahasiswa pada umumnya juga lemah dalam hal titrasi volumetrik yang merupakan prasyarat untuk materi ini.

Untuk kedua materi spektrofotometri dan potensiometri konsep yang berhubungan secara langsung dengan prosedur penelitian hasilnya relatif baik, hal ini sesuai hasil penelitian terdahulu (Haryani, 2011). Pencapaian nilai spektrofotometri lebih tinggi dibanding potensiometri, dimungkinkan analisis menggunakan metode spektrofotometri juga diperoleh melalui praktikum kimia organik, dan kimia anorganik. Selain itu, mahasiswa juga memperoleh materi spektroskopi dari mata kuliah Kimia Fisika.

Sebaliknya, peningkatan tertinggi %N-gain untuk kelompok kontrol yang terkait langsung dengan pelaksanaan praktikum relatif rendah dibanding konsep-konsep dasar yang tidak terkait langsung dengan praktikum. Peningkatan tertinggi %N-gain untuk kelompok kontrol terjadi hukum *Lambert-Beer*, dan terendah terjadi pada konsep perhitungan penentuan kadar. Rendahnya konsep perhitungan kadar, dimungkinkan selama ini dalam menyusun laporan mahasiswa mencontoh kakak angkatan, di samping itu mahasiswa tidak dituntut untuk mempresentasikan hasilnya. Selain perhitungan penentuan kadar, %N-gain yang peningkatannya relatif rendah pada kelompok kontrol adalah pembuatan larutan standar. Pada setiap jenis praktikum mahasiswa secara berkelompok sering diberi tugas untuk mempersiapkan pereaksi jika akan praktikum, namun demikian selama ini untuk larutan standar pada spektrofotometri disiapkan oleh salah satu kelompok, dan kelompok lain hanya mengukur absorbansinya, sehingga tidak mengherankan kalau hasil peningkatannya kurang bagus. Pemberian tugas pada kelompok tertentu pada penyiapan larutan standar ini dimaksudkan di samping menghemat waktu juga menghemat larutan standar titrisol yang biasa digunakan.

Temuan-temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa PPKAI berbasis masalah memberikan lingkungan pembelajaran yang baik dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa untuk materi spektrofotometri dan potensiometri, dan hasil penelitian ini

sejalan dengan temuan-temuan yang telah dilaporkan sebelumnya (Akinoglu & Tandogan, 2007; Hicks & Bevsek, 2012). Pada tahap mengorientasi pada masalah mahasiswa dalam kelompok diberimasalah *open-ended* yang akan membangkitkan keingintahuan mahasiswa dan memotivasinya untuk bisa memecahkan masalah (Urena *et al*, 2012). Menurut Tan (2003), bukti-bukti menyarankan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan transfer konsep kepada situasi baru, integrasi konsep, minat belajar intrinsik, dan keterampilan belajar. Sementara itu, Mitchell (Tan, 2003) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan penalaran dibandingkan dengan pendekatan pengajaran tradisional. Akcay (2009) di lain pihak, mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah diturunkan dari teori belajar konstruktivis, yaitu pebelajar mengkonstruksi pengetahuan secara aktif.

Data pemecahan masalah mahasiswa kelompok eksperimen diperoleh dari laporan/hasil karya pemecahan masalah, presentasi pemecahan masalah, dan produk kit hasil pemecahan masalah dengan rerata berturut-turut 85; 86,12; dan 86,11, dan rerata keseluruhan 85,75. Berdasarkan hasil yang diperoleh tampak bahwa skor total pemecahan masalah mencapai kriteria sangat tinggi yakni masing-masing aspek lebih besar dari 85 %. Indikator keberhasilan minimum dalam penelitian ini adalah sebesar 80%. Indikator-indikator untuk laporan hasil pemecahan masalah mengacu pada pola pemecahan masalah yang dikembangkan Fogarty (1997). Keterampilan pemecahan masalah secara keseluruhan diukur melalui penilaian unjuk kerja (*performance assessment*) menggunakan rubrik. Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi score hasil pemecahan masalah.

Table 2. Rekapitulasi score pemecahan masalah kelompok eksperimen

Kelompok	Laporan	Presentasi	Produk	Rerata
I	86,50	87,71	87,71	87,31
II	85,33	86,72	86,72	86,26
III	85,17	86,14	86,14	85,82
IV	85,00	85,86	85,86	85,57
V	84,00	84,67	84,67	84,45
VI	84,23	85,65	85,65	85,17
VII	84,25	85,81	85,80	85,28
VII	85,50	86,40	86,40	86,10
Mean	85,00	86,12	86,11	85,75

Untuk dapat memecahkan masalah-masalah tidak terstruktur, kontekstual, dan *open-ended* pada PBL, mahasiswa harus menggali dan memahami banyak informasi serta mahasiswa merancang dan melakukan penelitan dalam rangka pemecahan masalah.

Mahasiswa semestinya menjadi “arsitek” bagi pembelajaran yang dilakukannya. Akan tetapi, mahasiswa terbiasa dengan pembelajaran “mendengarkan dan mencatat serta melakukan tindakan apabila ada perintah dari dosen”. Implementasi PPKAI berbasis masalah beserta alat ukur pemecahan masalah ini, mahasiswa memperoleh pemodelan pembelajaran praktikum secara langsung yang sangat berguna untuk diterapkan nanti (Hicks & Bevsek, 2012; McDonnell *et al*, 2007).

Hasil pengamatan oleh *observer* (anggota peneliti) terhadap pembelajaran yang dilakukan oleh dosen (ketua peneliti) menunjukkan bahwa relevansi masalah yang disajikan dengan kompetensi yang dituntut dalam perkuliahan, sistematika sajian materi perkuliahan, ketepatan pemanfaatan waktu perkuliahan, dan kerjasama mahasiswa sudah berlangsung dengan baik. Sedangkan, dorongan pada mahasiswa untuk berdiskusi, bertanya, berkomunikasi, berargumentasi, fasilitator, mengarahkan jalannya diskusi, motivasi belajar, dan tanggung jawab belajar mahasiswa masih perlu ditingkatkan.

Penggunaan masalah-masalah tidak terstruktur, kontekstual, dan *open-ended* ternyata dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam pemecahan masalah. Masalah-masalah ini dapat memacu mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam diskusi kelompok untuk mencari dan menentukan pemecahan masalah yang terbaik bagi kelompoknya. Pembelajaran ini mengkondisikan mahasiswa menggunakan beberapa intelegensinya untuk menentukan isu-isu nyata dengan diawali mendefinisikan masalah, mengumpulkan informasi yang diperlukan, menyatakan kembali masalah, menghasilkan alternatif, menyarankan solusi, dan menentukan rekomendasi (Urena *et al*, 2012). Di samping itu, masalah-masalah ini juga dapat melatih mahasiswa memecahkan masalah-masalah kontekstual sehingga mahasiswa mempunyai pengalaman dalam memecahkan masalah yang dijumpai dalam kehidupan nyata mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan temuan sebelumnya (Günter & Alpat, 2012; Ferreira & Trud, 2012; Akcay, 2009; Demirel & Dayyar, 2015; Downing, 2010; Bilgin *et al*; 2009).

Karakter mahasiswa yang berkembang melalui praktikum berbasis masalah diperoleh dari hasil pengamatan selama proses pembelajaran pada setiap pertemuan dengan menggunakan lembar pengamatan mahasiswa. Di samping itu juga dari wawancara pada setiap langkah pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis terhadap karakter yang muncul/berkembang, dan dihitung % kemunculannya pada setiap langkah/langkah PBL.

Disiplin, diobservasi dan dibangun melalui ketepatan waktu hadir sesuai kesepakatan pada saat kontrak perkuliahan; pemakaian jas lab; peminjaman alat; pengaturan waktu kegiatan praktikum, dan pengumpulan laporan praktikum. Aspek karakter disiplin ini muncul mulai pendahuluan sampai tahap 4 dengan rerata total nilai 90 %. Untuk aspek karakter religious juga muncul mulai pendahuluan sampai tahap 4, yang dibangun melalui salam di awal dan akhir serta berdoa di awal perkuliahan dengan rerata total 95 %.

Rasa ingin tahu mahasiswa, terdeteksi mulai tahap pendahuluan yakni rasa ingin tahu tentang cara kerja alat yang belum pernah dikenal, tahap 1 dan 2 sewaktu pemberian masalah, dari pertanyaan yang diajukan terutama mengenai bagaimana cara mencari prosedur dan penentuan prosedur yang tepat dari beberapa prosedur yang diperoleh. Di samping itu rasa ingin tahu juga terdeteksi pada pada tahap 3 pada saat mengkonsultasikan data pengamatan. Rerata persen kemunculan untuk aspek rasa ingin tahu sebesar 60. Selanjutnya untuk karakter jujur, diobservasi dan dibangun pada tahap 3 dan 4. Jujur dapat dibangun melalui cara mahasiswa melakukan penimbangan bahan- bahan, di samping dalam hal peminjaman alat. Mahasiswa harus jujur apabila melakukan kesalahan dalam laboratorium seperti ketika memecahkan alat-alat gelas, serta jujur melaporkan dan mempresentasikan hasil sesuai data. Untuk aspek jujur ini diperoleh rerata totalnya sebesar 90 %.

Berpikir kritis dan kreatif terjadi pada tahap 1 dan 2. Mahasiswa dituntut berpikir kritis ketika mengerjakan soal/pre tes dan memikirkan masalah serta mencari cara penyelesaiannya. Mahasiswa juga berpikir kreatif, ketika memilih jenis praktikum/penelitian yang efektif dan efisien sehingga hasilnya maksimal. Di samping itu, harus kreatif merancang produk untuk membuat KIT. Rerata total perolehan untuk karakter berpikir kritis dan kreatif berturut-turut 60 dan 80 %.

Bekerjasama muncul pada tahap 2 sampai 4. Mahasiswa dalam kelompok harus bekerjasama untuk mencari prosedur kerja, serta melakukan praktikum dalam rangka memecahkan masalah. Karakter kepemimpinan juga terbangun pada tahap 2 sampai 4, dimulai dengan pembagian tugas mencari informasi untuk merancang proposal sampai dengan mengatur jalannya praktikum. Rerata total perolehan untuk karakter bekerjasama dan kepemimpinan berturut-turut 90 dan 60 %.

Karakter kerja keras, mandiri, hati-hati, dan teliti paling dominan dibangun pada tahap 3. Praktikum untuk menyelesaikan masalah sangat membutuhkan kerja keras dalam

mencapai tujuan percobaan. Kerja keras ini dilakukan mahasiswa dimulai melakukan persiapan/ preparasi sampel dalam kegiatan percobaan. Mahasiswa dituntut dapat membuat larutan secara mandiri sesuai pembagian tugas dari kelompoknya. Dalam menyiapkan alat-alat yang akan digunakan praktikan harus memiliki sikap hati-hati karena alat-alat praktikum ada yang terbuat dari kaca, apabila praktikan tidak berhati-hati alat tersebut dapat membahayakan diri sendiri dan orang disekitarnya. Demikian pula terhadap bahan-bahan kimia, harus senantiasa hati-hati karena bahan kimia ada yang bersifat korosif, gasnya beracun, dapat membuat tangan gatal apabila bersentuhan, dan mudah terbakar. Selanjutnya untuk karakter teliti terbangun pada saat praktikan menyiapkan bahan seperti menimbang zat, mengukur volume pelarut, dan mengamati hasil. Rerata total perolehan untuk karakter bekerja keras, mandiri, hati-hati, dan teliti berturut-turut 90; 80; 90; dan 90 %.

Pada tahap 3, mahasiswa mengkomunikasikan hasil pengamatan baik dalam bentuk tabel maupun gambar. Aspek karakter berkomunikasi ini juga dibangun melalui mengkomunikasikan hasil penelitian baik melalui penulisan laporan, penulisan power point, maupun presentasi oral yang terjadi pada tahap 4. Rerata total perolehan untuk berkomunikasi adalah 80 %. Selanjutnya karakter yang terbangun pada tahap 4 lainnya yakni demokratis, menghargai pendapat teman, dan menghargai prestasi orang. Selagi mahasiswa melakukan presentasi hasil percobaan, mereka berlatih menerima masukan dari kelompok lain, di samping itu ketika diskusi pembuatan makalah maupun diskusi untuk pembuatan power point para mahasiswa belajar berdemokrasi serta menghargai pendapat teman dalam kelompoknya. Menghargai prestasi teman terjadi terutama untuk produk yang dihasilkan kelompok lain melalui pemberian nilai yang lebih. Rerata total perolehan untuk karakter demokratis, menghargai pendapat teman, dan menghargai prestasi orang berturut-turut 80; 40; dan 60 %.

Peningkatan penguasaan konsep hasil penelitian ini diikuti keterampilan pemecahan masalah dengan skor mencapai kriteria sangat tinggi dan minimal 16 karakter terbangun melalui langkah-langkah PBL. Keberhasilan pembelajaran pada ranah kognitif dan psikomotor dipengaruhi oleh kondisi sikap ilmiah peserta didik serta menentukan keberhasilan belajar seseorang (Popham, 1995). Selanjutnya Popham menyatakan bahwa menurut beberapa pakar sikap/karakter seseorang dapat diramalkan perubahannya bila seseorang telah memiliki penguasaan kognitif tingkat tinggi. Hasil penelitian ini sesuai hasil penelitian beberapa peneliti (Kelly & Finlayson, 2009) bahwa PBL di samping

meningkatkan penguasaan konsep, juga meningkatkan keterampilan sosial seperti bekerja kelompok, rasa percaya diri, kerjasama, cara berinteraksi dengan orang lain, dan berkomunikasi. Di samping itu, pembelajaran praktikum berbasis masalah juga meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam hal hati-hati dengan bahan kimia, melakukan pengamatan dengan teliti, dan berusaha mencari informasi sehubungan praktikum yang dilakukan. Secara umum tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pembelajaran sangat positif, yaitu: (a) meningkatkan keterlibatan; (b) memberikan pengalaman langsung melalui pemodelan; (c) berlatih melakukan penelitian yang menyenangkan, dan (d) berharap dapat diterapkan pada praktikum lainnya.

### **Simpulan dan Saran**

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, model pembelajaran praktikum kimia analitik instrumen yang dikembangkan mengadaptasi langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah, memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) masalah *open-ended* terkait materi spektrometri dan potensiometri; (b) dihasilkan kit hasil pemecahan masalah menggunakan *local material* sebanyak 7 buah; (c) karakter diobservasi dan dilakukan wawancara pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah; (d) pemecahan masalah diukur melalui laporan pemecahan masalah, presentasi hasil pemecahan masalah, dan produk hasil pemecahan masalah. Kedua, implementasi model PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material* di samping dapat meningkatkan penguasaan konsep lebih baik dari kelompok kontrol, juga mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah calon guru dengan kategori sangat baik. Ketiga, karakter yang berkembang dalam PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material* adalah: religious, disiplin, jujur, ingin tahu, berpikir kreatif, berpikir kritis, kerja sama, berkomunikasi, mandiri, menghargai pendapat dan prestasi orang lain, kepemimpinan, demokrasi, teliti, hati-hati, dan kerja keras. Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap implementasi PPKAI

Berdasarkan hasil-hasil yang dicapai pada penelitian ini dapat direkomendasikan berikut. Perluasan implementasi pembelajaran praktikum berbasis masalah untuk mata kuliah praktikum lain perlu dilakukan, mengingat sekitar 50 % mata kuliah MKK (Mata kuliah Keahlian) diikuti praktikum sehingga sangat potensial memberikan atmosfer akademik dalam rangka pencapaian kompetensi calon guru kimia melalui praktikum. Pengampu mata kuliah praktikum harus senantiasa berinovasi untuk merubah paradigma

praktikum berbasis verifikasi menjadi berbasis masalah, dengan menggali ide bersama mahasiswa menemukan masalah yang *open ended* dan kontekstual dengan harapan mewarnai karakter mahasiswa sebagai pribadi maupun dalam tugasnya sebagai guru.

#### Daftar Pustaka

- Adani, G. A. 2006. New Project-Based Lab for Undergraduate Environmental and Analytical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(2), 253-256.
- Aisyah, A.R. 2014. The Implementation of Character Education Through Contextual Teaching And Learning At Personality Development Unit In The Sriwijaya University Palembang. *International Journal of Education and Research*, 1(2):203-214.
- Akcaay, B. 2009. Problem-Based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1):26-36.
- Akinoglu, O & Tandogan, O. 2007. Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technologi Education*, 3(1):71-81.
- Arends, R. I. 2004. *Learning to Teach*. 5<sup>th</sup> Ed. Boston: McGraw Hill.
- Bilgin, I., Senocak, E., & Sozbilir, M. 2009. The Effects Of Problem-Based Learning Instruction On University Student's Performance Of Conceptual And Quantitative Problems In Gas Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 5(2):153-164.
- Chan, J. Y. K. & Bauer, C. F. 2016. Learning and Studying Strategies used by General Chemistry Students with Different Affective Characteristics. *The Royal Society of Chemistry*, 1(1):1-28.
- Cooper, M. M. & Urena, S. S. 2008. Design and Validation of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness. *Journal of Chemical Education*, 86(2):240-245.
- Creswell, J. W. 2010. *Research Design Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Demirel, M. & Dagyar, M. 2016. Effects of Problem-Based Learning on Attitude: A Meta-analysis Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12(8): 2115-2137.
- Downing, K. 2010. Problem-Based Learning and Metacognition. *Asian Journal Education & Learning*, 1(2):75-96.
- Ferreira, M.M. & Trud, A.R. 2012. The Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Student Attitudes toward Science, Problem-Solving Skills, and Sense of Community in the Classroom. *The Journal of Classroom Interaction*. 47(1): 23-30.
- Fogarty, R. 1997. *Problem-Based Learning and Multiple Intelligences Classroom*. Melbourne: Hawker Brownlow Education.

**Commented [A1]:** penulisan daftar pustaka harap disesuaikan dengan standar "APA"



- Günter, T. & Alpat, S. K. 2013. The Effects of Problem-Based Learning (PBL) on the Academic Achievement of Students Studying 'Electrochemistry'. *The Royal Society of Chemistry*, 1(1): 2-19.
- Hackathorn, J., Solomon, E. D., & Blankmayer, K. L. (2011). Learning by Doing: An Empirical Study of Active Teaching Techniques. *The Journal of Effective Teaching*, 11(2):40-54.
- Haryani, S., Prasetya, A.T., & Wardani, S. 2010. Peningkatan Metakognisi Mahasiswa Calon Guru Kimia Melalui Simulasi Laboratorium Virtual Berbasis Masalah pada Materi HPLC. *Proceeding Himpunan Kimia Indonesia*.
- Haryani, S. 2011. Praktikum Kimia Analitik Instrumen Berbasis Masalah pada Spektrometri UV-Vis untuk Meningkatkan Metakognisi Calon Guru. *Laporan Penelitian*.
- Hicks, R.W., & Bevsek, H. M. 2011. Utilizing Problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 1(89): 254-257.
- Jalil, P. A. 2006. A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explanation, or Vice-versa?. *Journal of Chemical Education*, 83(1):159-163.
- Kelly, O.C. & Finlayson, O. D. 2009. Providing Solutions Through Problem-Based Learning For The Undergraduate 1<sup>st</sup> Year Chemistry Laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3):347-361
- Mataka, L. M. & Kowalske, M.G. 2015. The influence of PBL on students' self-efficacy beliefs in chemistry. *The Royal Society of Chemistry*. 1(1):1-10.
- McDonnell, C., Christine O. and Michael K. S.. 2008. Developing practical chemistry skills by means of student-driven problem based learning mini-projects. *The Royal Society of Chemistry*. 8 (2): 130-139.
- Nakhleh, B. 1996. "Why Some Student Don't Learn Chemistry". *Journal Chemical of Education*. 69(3):191-196.
- Popham, J. W. 1995. *Classroom assessment: What teachers need to know*. Nedham Hights, Mass 02194: Allyn and Bacon.
- Samford.edu. 2003. *Problem Based Learning*. [online]. Tersedia <http://www.samford.edu/pbl/> April 2007
- Tan, O. S. 2003. *Problem-based Learning Innovation*. Singapore: Thomson Learning.
- Tosun, C. & Senocak, E. 2013 The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(3):61-73.

Urena, S.S., Melanie M. C., and Ron S. 2012. Effect of Cooperative Problem-Based Lab Instruction on Metacognition and Problem-Solving Skills. *Journal of Chemical Education*, 1(89):700-706.

## Review Kedua

### Daftar Pustaka

- 1 Amin (2012)
- 2 Arifin, 2014 ).
- 3 Bhattacharjee, 2015
- 4 BNPB Riau, 2014).
- 5 Darmadi, 2014),
- 6 Darmawan et al., 2016
- 7 Fitri, 2016)
- 8 Hussain, 2012 ).
- 9 Imamah, 2012).
- 10 Irawati (2011)
- 11 Maimunah (2001)
- 12 Meerah & Mustapa (2017)
- 13 Priyanto et al., 2013).
- 14 Rasyid, 2014)
- 15 Rosnita (2016)
- 16 Saputra et al. (2016)

### Journal

- 1 *International Research Journal of Interdisciplinary & Multidisciplinary Studies*, 1 (4): 65-74.
- 2 *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 23 (2): 195-205.
- 3 *Journal of Scientific Research*, 3 (2):179-184.
- 4 *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPII)*, 1 (1): 32-36.
- 5 *Team Games Tournament. Jurnal Exacta*, IX (1): 51-59.
- 6 *Wacana*, 16 (1): 41-51.
- 7 *Jurnal Lingkar Widiyaiswara*, 4 (1): 47-59.
- 8 *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPII)*, 5 (2):171-176
- 9 *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPII)*, 5 (2): 157-163.
- 10 *Jurnal Logika*, XVI (1): [www.e-journal.unswagati-crb.ac.id](http://www.e-journal.unswagati-crb.ac.id).
- 11 *Journal Internasional Asian Social Science*, 9 (12): 237-243.
- 12 *IJABERR*, 14 (14): 1043-1055.

- 17 Sumarni et al. (2016)
- 18 Sundawan (2016)
- 19 Sutisna, 2013 ).
- 20 Yustina & Febrita, 2013 ).
- 21 Yustina et al., 2010
- 22 Yustina et al., 2016).
- 23 Yustina, 2016

**REVISI :**

- 1 Daftar Pustaka 80% adalah jurnal. 18 buah --> kurang 6 buah
- 2 **Daftar pustaka belum memenuhi**
- 3 **Tinjauan pustaka memuat minimal 3 sitasi dari JPII sesuai konten artikel**
- 4 Penulisan daftar pustaka harap disesuaikan dengan **selingkung JPII (standar APA)**



## MEMBANGUN KARAKTER MAHASISWA CALON GURU MELALUI MODEL PEMBELAJARAN PRAKTIKUM KIMIA ANALITIK BERBASIS MASALAH

Sri Haryani<sup>1</sup>, Agung Tri Prasetya<sup>2</sup>, H. Bahron<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Semarang State University, Indonesia, Sekaran Gunungpati Semarang Indonesia 50229

<sup>2</sup>Doctoral Degree of Postgraduate, Semarang State University, Indonesia, Kampus Kelud-Petompon-Gajah Mungkur Semarang Indonesia 50237

<sup>3</sup>Faculty of Applied Science, Universiti Teknologi Mara, Malaysia

DOI: 10.15294/jpii.v5i2.6004

Accepted: August 15<sup>th</sup> 2016. Approved: September 4<sup>th</sup> 2016. Published: October 2016

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan dan menemukan karakteristik model Pembelajaran Praktikum Kimia Analitik Instrumen (PPKAI) berbasis masalah yang mampu membangun karakter, meningkatkan penguasaan konsep, dan keterampilan pemecahan masalah. Penelitian desain kuasi eksperimen dengan subyek penelitian 2 rombel mahasiswa calon guru kimia ini menerapkan perlakuan PPKAI berbasis masalah untuk kelas eksperimen dan pembelajaran praktikum dengan prosedur praktikum yang sudah baku di kelas kontrol. Penguasaan konsep diukur dengan tes uraian; keterampilan pemecahan masalah dengan penilaian laporan pemecahan masalah, presentasi hasil, dan produk pembuatan kit; sedangkan karakter yang muncul diobservasi selama proses pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PPKAI berbasis masalah memiliki karakteristik masalah yang *open-ended*, dihasilkan *local material kit*, karakter diobservasi pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah. Implementasi model dapat meningkatkan penguasaan konsep materi spektrometri dan elektrometri, keterampilan pemecahan masalah dengan kategori sangat baik serta beberapa karakter yang berkembang selama proses pembelajaran, meliputi religius, disiplin, jujur, ingin tahu, berpikir kreatif, berpikir kritis, kerja sama, berkomunikasi, mandiri, menghargai pendapat dan prestasi orang lain, kepemimpinan, demokrasi, teliti, hati-hati, dan kerja keras.

**Kata kunci:** karakter, *local material*, pembelajaran berbasis masalah, praktikum

Commented [W1]: Jangan disingkat

Commented [W2]: Email?

## INTRODUCTION

Perkuliahan praktikum pada umumnya dilaksanakan bersamaan maupun sesudah teori karena ditujukan untuk mendukung perkuliahan terutama memvalidasi pengetahuan pada perkuliahan yang sama. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa panduan praktikum verifikasi dengan petunjuk rinci yang selama ini banyak dilakukan, cenderung sering membosankan mahasiswa, serta tidak mengajak mahasiswa untuk memecahkan masalah, sehingga kemampuan mahasiswa untuk benar-benar mampu menemukan fakta, serta konsep sebagai hasil temuannya sendiri tidak bisa realized (Adani, 2006; Haryani, 2011; Jalil, 2006; Urena, Melanie, & Ron, 2012). Beberapa peneliti juga mengungkapkan bahwa langkah kerja dalam panduan praktikum yang bersifat verifikatif kurang memberi peluang mahasiswa memproses informasi secara mendalam, dan perhatian utama mahasiswa hanyalah penyelesaian tugas praktikum dan pembuatan laporan (Cooper & Urena, 2008; Hicks & Bevsek, 2011; McDonnell, Christine, & Michael, 2008). Bahkan 20 tahun yang lalu (Nakhleh, 1996), mengingatkan bahwa jurusan kimia di berbagai belahan dunia telah menginvestasikan sejumlah besar uang untuk memberikan pengalaman praktikum untuk mahasiswa, akan tetapi jarang mengevaluasi apa yang seharusnya dicapai dalam praktikum. Sementara itu, (Haryani, 2011) menganjurkan penyelenggaraan kegiatan praktikum hendaknya mampu membangkitkan motivasi belajar, menunjang penguasaan konsep, mengembangkan keterampilan-keterampilan dasar bereksperimen, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah.

Keterampilan pemecahan masalah penting dilatihkan dan sangat diperlukan mahasiswa calon guru kimia untuk menghadapi tugas dan tantangan dalam dunia kerja. Dalam kehidupan sehari-hari, mahasiswa juga sering berhadapan dengan masalah-masalah yang sangat kompleks (*ill-structured/unstructured*). Beberapa realita yang menggambarkan masih rendahnya peserta didik dalam menyelesaikan masalah antara lain tampak dari terjadinya tawuran antar sekolah dan antar mahasiswa, pemakaian narkoba dan obat-obatan terlarang, dan pengguguran kandungan. Untuk mengatasi krisis moral tersebut, pemecahan masalah sebagai salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi perlu dilatihkan melalui pembelajaran yang direncanakan dengan baik. Model pembelajaran praktikum berbasis masalah (PBL) diduga kuat memberikan lingkungan pembelajaran yang baik untuk meningkatkan pemecahan masalah (Ferreira & Trud, 2012; Haryani, 2011; Urena *et al.*, 2012).

Perancangan program pembelajaran praktikum tidak hanya memperhatikan aspek penguasaan konsep (kognitif) dan keterampilan dasar bereksperimen (psikomotorik), namun

harus memperhatikan aspek afektif peserta didik dan keterampilan pemecahan masalah. Kemampuan afektif berhubungan dengan sikap ataupun karakter yang dapat berbentuk tanggung jawab, kerjasama, disiplin, komitmen, percaya diri, jujur, menghargai pendapat orang lain, dan kemampuan mengendalikan diri (Aisyah, 2014; Chan & Bauer, 2016; Popham, 1995). Nilai-nilai tersebut erat kaitannya dengan pengembangan pendidikan budaya dan karakter. Terbentuknya karakter peserta didik yang kuat dan kokoh, di samping sangat strategis bagi keberlangsungan dan keunggulan bangsa di masa mendatang, juga diyakini merupakan hal penting yang mutlak harus dimiliki anak didik untuk menghadapi tantangan hidup masa depan. Upaya menghadapi tantangan tersebut perlu dicermati dengan serius terlebih UNNES saat ini telah menempatkan diri sebagai Universitas Konservasi. Konservasi yang dimaksudkan adalah bagaimana UNNES dan segenap aktivitas akademik memiliki konservasi dan kepedulian terhadap lingkungan, sosial budaya, dan konservasi terhadap pengetahuan (keilmuan). Agar pembelajaran praktikum kimia analitik berbasis masalah mendukung konservasi dan mengembangkan karakter peserta didik maka perlu menerapkan prinsip-prinsip *Green Chemistry*.

Berdasarkan argumen yang telah diuraikan dan dari berbagai hasil penelitian maka pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen semestinya dilakukan agar mahasiswa terlatih memecahkan masalah dan menumbuhkan sikap ilmiah (pendidikan karakter) dengan memberikan pengalaman laboratorium berbasis riset yang menantang dan bermakna sebagaimana dalam PBL. Pembelajaran Praktikum Kimia Analisis Instrumen (PPKAI) memberikan lingkungan yang sangat baik untuk maksud tersebut, karena disamping esensi ilmu kimia analitik sebagai ilmu untuk menyelesaikan permasalahan (Adani, 2006), mata kuliah ini juga merupakan mata kuliah yang bersifat proses, memiliki variabel yang beragam, serta terdiri dari beberapa metode pengukuran (Mataka & Kowalske, 2015; Tosun & Senocak, 2013). Selanjutnya untuk mendukung UNNES sebagai universitas konservasi, maka model pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis masalah yang dikembangkan dirancang menggunakan *local material* sesuai prinsip *Green Chemistry*. Keterbatasan alat baik dalam segi jumlah maupun jenis dan mahalnya bahan-bahan sering menjadi kendala yang dihadapi guru (Haryani, Prasetya, & Wardani, 2010). Oleh karena itu calon guru perlu dibekali pemodelan cara mengatasi kendala keterbatasan alat. Pembekalan calon guru yang sesuai pada mata kuliah ini adalah membuat piranti peralatan pengukuran yang sederhana (kit), mudah dibawa, namun data pengamatannya memiliki daya responsibilitas yang baik. Daya responsibilitas ini diperoleh dengan

membandingkan hasil pengukuran menggunakan peralatan/instrumen laboratorium yang tersedia.

Bertolak dari uraian sebelumnya, masalah utama yang menjadi fokus penelitian adalah "Bagaimana mengembangkan model pendidikan karakter berbasis konservasi melalui implementasi PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material*". Untuk mewujudkan maksud tersebut dilakukan melalui perkuliahan praktikum kimia analisis instrumen dengan strategi instruksional pembelajaran berbasis masalah, yang teruji dapat meningkatkan pemecahan masalah dan penguasaan konsep, serta membangun sikap ilmiah/karakter.

## METHOD

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menekankan pada pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif yang dilakukan secara simultan. Kelas eksperimen diberi perlakuan PPKAI berbasis masalah, sedangkan pembelajaran di kelas kontrol praktikum di laboratorium dengan prosedur praktikum yang sudah baku. Penelitian dilakukan di laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA UNNES, dengan subyek penelitian Irombel mahasiswa sebagai kelompok kontrol dan 1 rombel mahasiswa sebagai kelompok eksperimen mahasiswa Prodi Pendidikan Kimia yang mengontrak mata Kimia Analisis Instrumen (KAI).

Pembelajaran PKAI berbasis masalah yang diterapkan terdiri atas 4 tahap, yang diadaptasi dari (Arends, 2004; Samford.edu., 2003). Tahap pertama, mengorientasi mahasiswa pada masalah dan tahap kedua mengorganisasi mahasiswa untuk belajar. Selanjutnya tahap 3, membimbing penyelidikan kelompok; dan terakhir tahap 4, menyajikan hasil pemecahan masalah. Sebelum kegiatan praktikum dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pelatihan terhadap 3 orang asisten praktikum dan 1 teknisi. Asisten praktikum bertugas membantu peneliti dalam melaksanakan praktikum, mengobservasi selama proses pelaksanaan praktikum, dan membantu mengoreksi pertes dan laporan praktikum.

Pengumpulan data kuantitatif menggunakan tes bentuk uraian untuk mengukur penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri. Data kualitatif dikumpulkan menggunakan rubrik penilaian; melalui observasi selama proses pembelajaran untuk menjangar karakter yang muncul. Di samping itu, juga dilakukan wawancara untuk mengeksplorasi pengetahuan mahasiswa terkait karakter yang terbangun pada setiap langkah pembelajaran praktikum berbasis masalah. Pengukuran keterampilan pemecahan masalah diadaptasi dari (Fogarty, 1997) yang meliputi penilaian laporan pemecahan masalah, presentasi hasil, dan produk pembuatan kit yang ketiganya menggunakan rubrik.

Data kuantitatif berupa peningkatan penguasaan konsep spektrometri dan potensiometri calon guru kimia dianalisis menggunakan rumus gain ternormalisasi, sedangkan data kualitatif dianalisis secara deskriptif persentase. Setelah rata-rata *N-gain* untuk kedua kelompok diperoleh, maka selanjutnya dibandingkan untuk melihat perbedaan peningkatan penguasaan konsep. Hasil observasi berupa karakter yang muncul dan kinerja selama proses pembelajaran dianalisis secara deskriptif. Selain itu juga didukung wawancara untuk melihat karakter yang terbangun pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah.

## RESULT AND DISCUSSION

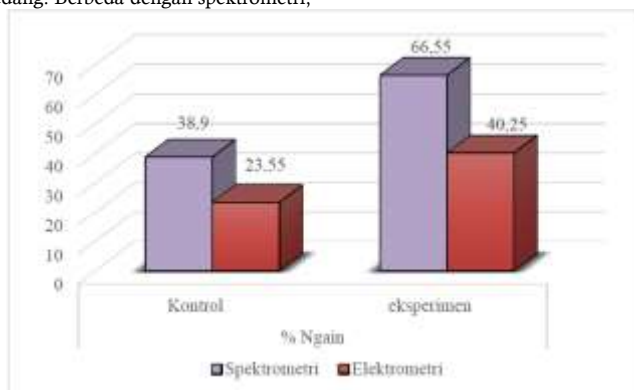
Pembelajaran PKAI berbasis masalah pada penelitian ini dirancang untuk meningkatkan penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri, keterampilan pemecahan masalah, dan mengembangkan karakter mahasiswa calon guru. Masalah yang harus diselesaikan mahasiswa melalui praktikum dapat berasal dari dosen, namun juga dapat berasal dari mahasiswa setelah dikonsultasikan dengan dosen. Dari masalah yang diberikan dosen serta masalah yang berasal dari mahasiswa, selanjutnya secara berkelompok mahasiswa menentukan judul penelitiannya sebagai berikut. (1) Penentuan pH Asam Basa Menggunakan Stick Indikator Alami Melalui Eksperimen Sederhana Berbantuan Kit, (2) Pembuatan Kit Elektroda Pembanding Ag/AgCl Sederhana dengan Menggunakan Membran Agar-Agar, (3) Pemanfaatan Baterai Bekas Sebagai Konduktansi Sederhana, (4) Penentuan Kadar Pb dalam Air Minum, (5) Uji Sederhana Pewarna Tekstil dalam Minuman Jajanan Anak, (6) Uji Adanya Glukosa dalam Urine secara Semikuantitatif, dan (7) Uji Kualitatif Kandungan Formalin dan Boraks pada Makanan (Bakso dan Siomay).

Gambar 1 menunjukkan % *N-gain* penguasaan konsep materi spektrofotometri dan potensiometri untuk keseluruhan konsep pada kelompok kontrol dan eksperimen. Data kedua kelompok berdistribusi normal, variansi % *N-gain* antar kelompok homogen. Hasil % *N-gain* kelompok kontrol dan eksperimen masing-masing untuk spektrometri dan potensiometri ditunjukkan pada Gambar 1. Meskipun 3 dari 4 data termasuk dalam kategori sedang, namun pencapaian hasil % *N-gain* ini cukup berarti, dengan didukung hasil uji beda bahwa % *N-gain* pembelajaran praktikum kimia analisis instrumen berbasis masalah menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ).

Erata % *N-gain* masing-masing konsep untuk spektrofotometri dan potensiometri kelompok kontrol dan eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1. Perolehan rerata % *N-gain* materi spektrometri kelompok eksperimen termasuk kategori sedang dengan 2 konsep yang termasuk

kategori tinggi, sedangkan untuk kelompok kontrol bervariasi, reratanya termasuk kategori sedang dengan masing-masing konsep kategori rendah dan sedang. Berbeda dengan spektrometri,

rerata % N-gain potensiometri kelompok kontrol dalam kategori rendah sedangkan kelompok eksperimen kategori sedang.



Gambar 1. Rerata % N-gain penguasaan konsep mahasiswa secara keseluruhan antara kelompok kontrol dan eksperimen pada materi spektrofotometri dan potensiometri

Tabel 1. Data % N-gain tiap konsep spektrofotometri dan potensiometri kelompok kontrol dan eksperimen

No	Konsep	% N-gain	
		Kontrol	Eksperimen
1	<b>Spektrometri</b>		
	Prinsip dasar spektrometri	39,05	79,00
	Penggolongan spektrometri	39,75	69,00
	Komponen spektrometri	39,50	72,15
	Hukum Lambert Beer	49,24	67,00
	Preparasi sampel	36,22	68,50
	Perbedaan spektrometri atom dan molekul	35,08	54,50
	Pembuatan larutan standar	34,35	63,56
	Perhitungan penentuan kadar	33,00	62,08
2	<b>Potensiometri</b>		
	Sel elektrokimia	20,05	40,00
	potensial elektroda	32,65	48,05
	Persamaan Nernst	33,75	46,55
	Elektroda pembanding	19,85	41,50
	Elektroda indikator	19,67	40,50
	Aspek kuantitatif	20,50	63,16
	Titration potensiometri	16,50	40,00

Commented [W3]: No dihilangkan

Didasarkan temuan hasil penelitian tampak bahwa PKAI berbasis masalah materi spektrofotometri dan potensiometri memberikan lingkungan pembelajaran yang baik untuk meningkatkan penguasaan konsep calon guru. Pembelajaran diawali dengan tahap mengorientasi mahasiswa pada masalah. Mahasiswa secara berkelompok diminta untuk menyelesaikan masalah *open-ended* dalam suatu kegiatan proyek penelitian laboratorium, dan diakhiri dengan tahap presentasi hasil serta penyajian poster hasil penelitian.

Peningkatan penguasaan konsep bervariasi untuk masing-masing konsep, namun demikian rerata keseluruhan termasuk kategori sedang

untuk eksperimen demikian pula untuk kelas kontrol, dan keduanya menunjukkan perbedaan yang signifikan. Didasarkan perbandingan hasil pretes dan postes tidak ada seorang mahasiswapun yang penguasaan konsepnya mengalami penurunan, tidak ada pula yang tetap. Meskipun kenaikannya beragam, namun data yang diperoleh menunjukkan peningkatan yang cukup berhasil (kategori sedang). Pada Tabel 1 diketahui bahwa % N-gain tertinggi penguasaan konsep terjadi pada prinsip dasar spektrofotometri dan terendah pada perbedaan spektrofotometri molekul dan atom. Untuk potensiometri tertinggi aspek kuantitatif/hukum Faraday, dan terendah titrasi potensiometri.



Perolehan peningkatan tertinggi untuk prinsip dasar spektrofotometri disebabkan konsep ini telah diperoleh mahasiswa mulai menuliskan pada kajian teoritis baik dalam proposal sampai laporan hasil penelitian, sehingga mahasiswa memperoleh pengalaman belajar secara langsung yang berakibat *memory of event*, suatu gambaran pengalaman yang memiliki efek jangka panjang lebih optimal (Hackathorn, Solomon, & Blankmayer, 2011). Hasil penelitian ini merupakan perbaikan dari hasil penelitian (Haryani, 2011), dengan hasil % N-gain terendah. Keberhasilan ini diduga kuat pada saat presentasi siswa diminta menuliskan prinsip dasar pengukuran. Selanjutnya, rendahnya % N-gain pengertian dan perbedaan spektrofotometri molekul dan atom, diduga karena mulai langkah mengorentasi pemecahan masalah perhatian mahasiswa lebih terfokus pada penelusuran prosedur yang berkaitan dengan masalah yang harus diselesaikan. Di samping itu, konsep ini tidak secara sengaja dituliskan pada kajian pustaka sewaktu menyusun proposal sebagaimana dalam konsep prinsip dasar spektrofotometri.

Pencapaian konsep tertinggi pada potensiometri adalah aspek kuantitatif/hukum Faraday. Konsep ini sudah banyak dipelajari mahasiswa mulai dari Kimia Dasar, Dasar Kimia Analitik, dan pada kelompok bidang keahlian lain seperti Kimia Fisika. Sebaliknya, rendahnya konsep titrasi potensiometri diduga kuat karena mahasiswa kurang terampil dalam mengubah data awal menjadi data turunan pertama dan kedua, yang dipersiapkan untuk membuat kurva. Di samping itu, mahasiswa pada umumnya juga lemah dalam hal titrasi volumetrik yang merupakan prasyarat untuk materi ini.

Untuk kedua materi spektrofotometri dan potensiometri konsep yang berhubungan secara langsung dengan prosedur penelitian hasilnya relatif baik, hal ini sesuai hasil penelitian terdahulu (Haryani, 2011). Pencapaian nilai spektrofotometri lebih tinggi dibanding potensiometri, dimungkinkan analisis menggunakan metode spektrofotometri juga diperoleh melalui praktikum kimia organik, dan kimia anorganik. Selain itu, mahasiswa juga memperoleh materi spektroskopi dari mata kuliah Kimia Fisika.

Sebaliknya, peningkatan tertinggi %N-gain untuk kelompok kontrol yang terkait langsung dengan pelaksanaan praktikum relatif rendah dibanding konsep-konsep dasar yang tidak terkait langsung dengan praktikum. Peningkatan tertinggi %N-gain untuk kelompok kontrol terjadi hukum *Lambert-Beer*, dan terendah terjadi pada konsep perhitungan penentuan kadar. Rendahnya konsep perhitungan kadar, dimungkinkan selama ini dalam menyusun laporan mahasiswa mencontoh kakak angkatan, di samping itu mahasiswa tidak dituntut untuk mempresentasikan hasilnya. Selain perhitungan penentuan kadar, %N-gain yang peningkatannya

relatif rendah pada kelompok kontrol adalah pembuatan larutan standar. Pada setiap jenis praktikum mahasiswa secara berkelompok sering diberi tugas untuk mempersiapkan pereaksi jika akan praktikum, namun demikian selama ini untuk larutan standar pada spektrofotometri disiapkan oleh salah satu kelompok, dan kelompok lain hanya mengukur absorbansinya, sehingga tidak mengherankan kalau hasil peningkatannya kurang bagus. Pemberian tugas pada kelompok tertentu pada penyiapan larutan standar ini dimaksudkan di samping menghemat waktu juga menghemat larutan standar titrisol yang biasa digunakan.

Temuan-temuan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa PPKAI berbasis masalah memberikan lingkungan pembelajaran yang baik dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa untuk materi spektrofotometri dan potensiometri, dan hasil penelitian ini sejalan dengan temuan-temuan yang telah dilaporkan sebelumnya (Akinoglu & Tandogan, 2007; Hicks & Bevssek, 2011). Pada tahap mengorientasi pada masalah mahasiswa dalam kelompok diberimasalah *open-ended* yang akan membangkitkan keingintahuan mahasiswa dan memotivasinya untuk bisa memecahkan masalah (Urena et al., 2012). Menurut (Tan, 2003), bukti-bukti menyarankan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan transfer konsep kepada situasi baru, integrasi konsep, minat belajar intrinsik, dan keterampilan belajar. Sementara itu, (Tan, 2003) mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat membantu siswa mengkonstruksi pengetahuan dan keterampilan penalaran dibandingkan dengan pendekatan pengajaran tradisional. (Akçay, 2009) di lain pihak, mengungkapkan bahwa pembelajaran berbasis masalah diturunkan dari teori belajar konstruktivis, yaitu pebelajar mengkonstruksi pengetahuan secara aktif.

Data pemecahan masalah mahasiswa kelompok eksperimen diperoleh dari laporan/hasil karya pemecahan masalah, presentasi pemecahan masalah, dan produk kit hasil pemecahan masalah dengan rerata berturut-turut 85; 86,12; dan 86,11, dan rerata keseluruhan 85,75. Berdasarkan hasil yang diperoleh tampak bahwa skor total pemecahan masalah mencapai kriteria sangat tinggi yakni masing-masing aspek lebih besar dari 85 %. Indikator keberhasilan minimum dalam penelitian ini adalah sebesar 80%. Indikator-indikator untuk laporan hasil pemecahan masalah mengacu pada pola pemecahan masalah yang dikembangkan (Fogarty, 1997). Keterampilan pemecahan masalah secara keseluruhan diukur melalui penilaian unjuk kerja (*performance assessment*) menggunakan rubrik. Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi skor hasil pemecahan masalah.

Table 2. Rekapitulasi skore pemecahan masalah kelompok eksperimen

Kelompok	Laporan	Presentasi	Produk	Rerata
I	86,50	87,71	87,71	87,31
II	85,33	86,72	86,72	86,26
III	85,17	86,14	86,14	85,82
IV	85,00	85,86	85,86	85,57
V	84,00	84,67	84,67	84,45
VI	84,23	85,65	85,65	85,17
VII	84,25	85,81	85,80	85,28
VII	85,50	86,40	86,40	86,10
Mean	85,00	86,12	86,11	85,75

Untuk dapat memecahkan masalah-masalah tidak terstruktur, kontekstual, dan *open-ended* pada PBL, mahasiswa harus menggali dan memahami banyak informasi serta mahasiswa merancang dan melakukan penelitian dalam rangka pemecahan masalah. Mahasiswa semestinya menjadi "arsitek" bagi pembelajaran yang dilakukannya. Akan tetapi, mahasiswa terbiasa dengan pembelajaran "mendengarkan dan mencatat serta melakukan tindakan apabila ada perintah dari dosen". Implementasi PPKAI berbasis masalah beserta alat ukur pemecahan masalah ini, mahasiswa memperoleh pemodelan pembelajaran praktikum secara langsung yang sangat berguna untuk diterapkan nanti (Hicks & Bevsek, 2011; McDonnell et al., 2008).

Hasil pengamatan oleh *observer* (anggota peneliti) terhadap pembelajaran yang dilakukan oleh dosen (ketua peneliti) menunjukkan bahwa relevansi masalah yang disajikan dengan kompetensi yang dituntut dalam perkuliahan, sistematika sajian materi perkuliahan, ketepatan pemanfaatan waktu perkuliahan, dan kerjasama mahasiswa sudah berlangsung dengan baik. Sedangkan, dorongan pada mahasiswa untuk berdiskusi, bertanya, berkomunikasi, berargumentasi, fasilitator, mengarahkan jalannya diskusi, motivasi belajar, dan tanggung jawab belajar mahasiswa masih perlu ditingkatkan.

Penggunaan masalah-masalah tidak terstruktur, kontekstual, dan *open-ended* ternyata dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam pemecahan masalah. Masalah-masalah ini dapat memacu mahasiswa untuk terlibat secara aktif dalam diskusi kelompok untuk mencari dan menentukan pemecahan masalah yang terbaik bagi kelompoknya. Pembelajaran ini mengkondisikan mahasiswa menggunakan beberapa intelegensinya untuk menentukan isu-isu nyata dengan diawali mendefinisikan masalah, mengumpulkan informasi yang diperlukan, menyatakan kembali masalah, menghasilkan alternatif, menyarankan solusi, dan menentukan rekomendasi (Urena et al., 2012). Di samping itu, masalah-masalah ini juga dapat melatih mahasiswa memecahkan masalah-masalah kontekstual sehingga mahasiswa mempunyai pengalaman dalam memecahkan masalah yang dijumpai dalam kehidupan nyata mahasiswa. Temuan ini sejalan dengan temuan sebelumnya (Akçay, 2009; Bilgin, Senocak, &

Sozibilir, 2009; Demirel & Dagyar, 2016; Downing, 2010; Ferreira & Trud, 2012; Günter & Alpat, 2013).

Karakter mahasiswa yang berkembang melalui praktikum berbasis masalah diperoleh dari hasil pengamatan selama proses pembelajaran pada setiap pertemuan dengan menggunakan lembar pengamatan mahasiswa. Di samping itu juga dari wawancara pada setiap langkah pembelajaran. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, selanjutnya dilakukan analisis terhadap karakter yang muncul/berkembang, dan dihitung % kemunculannya pada setiap langkah/langkah PBL.

Disiplin, diobservasi dan dibangun melalui ketepatan waktu hadir sesuai kesepakatan pada saat kontrak perkuliahan; pemakaian jas lab; peminjaman alat; pengaturan waktu kegiatan praktikum, dan pengumpulan laporan praktikum. Aspek karakter disiplin ini muncul mulai pendahuluan sampai tahap 4 dengan rerata total nilai 90 %. Untuk aspek karakter religious juga muncul mulai pendahuluan sampai tahap 4, yang dibangun melalui salam di awal dan akhir serta berdoa di awal perkuliahan dengan rerata total 95 %.

Rasa ingin tahu mahasiswa, terdeteksi mulai tahap pendahuluan yakni rasa ingin tahu tentang cara kerja alat yang belum pernah dikenal, tahap 1 dan 2 sewaktu pemberian masalah, dari pertanyaan yang diajukan terutama mengenai bagaimana cara mencari prosedur dan penentuan prosedur yang tepat dari beberapa prosedur yang diperoleh. Di samping itu rasa ingin tahu juga terdeteksi pada tahap 3 pada saat mengkonsultasikan data pengamatan. Rerata persen kemunculan untuk aspek rasa ingin tahu sebesar 60. Selanjutnya untuk karakter jujur, diobservasi dan dibangun pada tahap 3 dan 4. Jujur dapat dibangun melalui cara mahasiswa melakukan penimbangan bahan-bahan, di samping dalam hal peminjaman alat. Mahasiswa harus jujur apabila melakukan kesalahan dalam laboratorium seperti ketika memecahkan alat-alat gelas, serta jujur melaporkan dan mempresentasikan hasil sesuai data. Untuk aspek jujur ini diperoleh rerata totalnya sebesar 90 %.

Berpikir kritis dan kreatif terjadi pada tahap 1 dan 2. Mahasiswa dituntut berpikir kritis ketika mengerjakan soal/pre tes dan memikirkan masalah serta mencari cara penyelesaiannya. Mahasiswa juga berpikir kreatif, ketika memilih

jenis praktikum/penelitian yang efektif dan efisien sehingga hasilnya maksimal. Di samping itu, harus kreatif merancang produk untuk membuat KIT. Rerata total perolehan untuk karakter berpikir kritis dan kreatif berturut-turut 60 dan 80 %.

Bekerjasama muncul pada tahap 2 sampai 4. Mahasiswa dalam kelompok harus bekerjasama untuk mencari prosedur kerja, serta melakukan praktikum dalam rangka memecahkan masalah. Karakter kepemimpinan juga terbangun pada tahap 2 sampai 4, dimulai dengan pembagian tugas mencari informasi untuk merancang proposal sampai dengan mengatur jalannya praktikum. Rerata total perolehan untuk karakter bekerjasama dan kepemimpinan berturut-turut 90 dan 60 %.

Karakter kerja keras, mandiri, hati-hati, dan teliti paling dominan dibangun pada tahap 3. Praktikum untuk menyelesaikan masalah sangat membutuhkan kerja keras dalam mencapai tujuan percobaan. Kerja keras ini dilakukan mahasiswa dimulai melakukan persiapan/ preparasi sampel dalam kegiatan percobaan. Mahasiswa dituntut dapat membuat larutan secara mandiri sesuai pembagian tugas dari kelompoknya. Dalam menyiapkan alat-alat yang akan digunakan praktikan harus memiliki sikap hati-hati karena alat-alat praktikum ada yang terbuat dari kaca, apabila praktikan tidak berhati-hati alat tersebut dapat membahayakan diri sendiri dan orang disekitarnya. Demikian pula terhadap bahan-bahan kimia, harus senantiasa hati-hati karena bahan kimia ada yang bersifat korosif, gasnya beracun, dapat membuat tangan gatal apabila bersentuhan, dan mudah terbakar. Selanjutnya untuk karakter teliti terbangun pada saat praktikan menyiapkan bahan seperti menimbang zat, mengukur volume pelarut, dan mengamati hasil. Rerata total perolehan untuk karakter bekerja keras, mandiri, hati-hati, dan teliti berturut-turut 90; 80; 90; dan 90 %.

Pada tahap 3, mahasiswa mengkomunikasikan hasil pengamatan baik dalam bentuk tabel maupun gambar. Aspek karakter berkomunikasi ini juga dibangun melalui mengkomunikasikan hasil penelitian baik melalui penulisan laporan, penulisan power point, maupun presentasi oral yang terjadi pada tahap 4. Rerata total perolehan untuk berkomunikasi adalah 80 %. Selanjutnya karakter yang terbangun pada tahap 4 lainnya yakni demokratis, menghargai pendapat teman, dan menghargai prestasi orang. Selagi mahasiswa melakukan presentasi hasil percobaan, mereka berlatih menerima masukan dari kelompok lain, di samping itu ketika diskusi pembuatan makalah maupun diskusi untuk pembuatan power point para mahasiswa belajar berdemokrasi serta menghargai pendapat teman dalam kelompoknya. Menghargai prestasi teman terjadi terutama untuk produk yang dihasilkan kelompok lain melalui pemberian nilai yang lebih. Rerata total perolehan untuk karakter

demokratis, menghargai pendapat teman, dan menghargai prestasi orang berturut-turut 80; 40; dan 60 %.

Peningkatan penguasaan konsep hasil penelitian ini diikuti keterampilan pemecahan masalah dengan skor mencapai kriteria sangat tinggi dan minimal 16 karakter terbangun melalui langkah-langkah PBL. Keberhasilan pembelajaran pada ranah kognitif dan psikomotor dipengaruhi oleh kondisi sikap ilmiah peserta didik serta menentukan keberhasilan belajar seseorang (Popham, 1995). Selanjutnya (Popham, 1995) menyatakan bahwa menurut beberapa pakar sikap/karakter seseorang dapat diramalkan perubahannya bila seseorang telah memiliki penguasaan kognitif tingkat tinggi. Hasil penelitian ini sesuai hasil penelitian beberapa peneliti (Kelly & Finlayson, 2009) bahwa PBL di samping meningkatkan penguasaan konsep, juga meningkatkan keterampilan sosial seperti bekerja kelompok, rasa percaya diri, kerjasama, cara berinteraksi dengan orang lain, dan berkomunikasi. Di samping itu, pembelajaran praktikum berbasis masalah juga meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam hal hati-hati dengan bahan kimia, melakukan pengamatan dengan teliti, dan berusaha mencari informasi sehubungan praktikum yang dilakukan. Secara umum tanggapan mahasiswa terhadap implementasi pembelajaran sangat positif, yaitu: (a) meningkatkan keterlibatan; (b) memberikan pengalaman langsung melalui pemodelan; (c) berlatih melakukan penelitian yang menyenangkan, dan (d) berharap dapat diterapkan pada praktikum lainnya.

## CONCLUSION

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut. Pertama, model pembelajaran praktikum kimia analitik instrumen yang dikembangkan mengadaptasi langkah-langkah pembelajaran berbasis masalah, memiliki karakteristik sebagai berikut: (a) masalah *open-ended* terkait materi spektrometri dan potensiometri; (b) dihasilkan kit hasil pemecahan masalah menggunakan *local material* sebanyak 7 buah; (c) karakter diobservasi dan dilakukan wawancara pada setiap langkah pembelajaran berbasis masalah; (d) pemecahan masalah diukur melalui laporan pemecahan masalah, presentasi hasil pemecahan masalah, dan produk hasil pemecahan masalah. Kedua, implementasi model PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material* di samping dapat meningkatkan penguasaan konsep lebih baik dari kelompok kontrol, juga mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah calon guru dengan kategori sangat baik. Ketiga, karakter yang berkembang dalam PPKAI berbasis masalah menggunakan *local material* adalah: religious, disiplin, jujur, ingin tahu, berpikir kreatif, berpikir kritis, kerja sama, berkomunikasi, mandiri, menghargai pendapat dan prestasi orang lain,

kepemimpinan, demokrasi, teliti, hati-hati, dan kerja keras. Mahasiswa memberikan tanggapan positif terhadap implementasi PPKAI

Berdasarkan hasil-hasil yang dicapai pada penelitian ini dapat direkomendasikan berikut. Perluasan implementasi pembelajaran praktikum berbasis masalah untuk mata kuliah praktikum lain perlu dilakukan, mengingat sekitar 50 % mata kuliah MKK (Mata kuliah Keahlian) diikuti praktikum sehingga sangat potensial memberikan atmosfer akademik dalam rangka pencapaian kompetensi calon guru kimia melalui praktikum. Pengampu mata kuliah praktikum harus senantiasa berinovasi untuk merubah paradigma praktikum berbasis verifikasi menjadi berbasis masalah, dengan menggali ide bersama mahasiswa menemukan masalah yang *open ended* dan kontekstual dengan harapan mewarnai karakter mahasiswa sebagai pribadi maupun dalam tugasnya sebagai guru.

#### REFERENCES

- Adani, G. A. (2006). New Project-Based Lab for Undergraduate Environmental and Analytical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(2), 253–256.
- Aisyah, A. R. (2014). The Implementation of Character Education through Contextual Teaching and Learning at Personality Development Unit in The Sriwijaya University Palembang. *International Journal of Education and Research*, 1(2), 203–214.
- Akcay, B. (2009). Problem-based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 26–36.
- Akinoglu, O., & Tandogan, O. (2007). Effects of Problem-based Active Learning in Science Education on Students Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 71–81.
- Arends, R. I. (2004). *Learning to Teach* (5th Ed.). Boston: McGraw Hill.
- Bilgin, I., Senocak, E., & Sozibilir, M. (2009). The Effects of Problem-based Learning Instruction on University Student's Performance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science, and Technology Education*, 5(2), 153–164.
- Chan, J. Y. K., & Bauer, C. F. (2016). Learning and Studying Strategies used by General Chemistry Students with Different Affective Characteristics. *The Royal Society of Chemistry*, 1(1), 1–28.
- Cooper, M. M., & Urena, S. S. (2008). Design and Validation of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness. *Journal of Chemical Education*, 86(2), 240–245.
- Demirel, M., & Dagyar, M. (2016). Effects of Problem-based Learning on Attitude: A Meta-analysis Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2115–2137.
- Downing, K. (2010). Problem-based Learning and Metacognition. *Asian Journal Education & Learning*, 1(2), 75–96.
- Ferreira, M. M., & Trud, A. R. (2012). The Impact of Problem-based Learning (PBL) on Student Attitudes toward Science, Problem-solving Skills, and Sense of Community in the Classroom. *The Journal of Classroom Interaction*, 47(1), 23–30.
- Fogarty, R. (1997). *Problem-based Learning and Multiple Intelligences Classroom*. Melbourne: Hawker Brownlow Education.
- Günter, T., & Alpat, S. K. (2013). The Effects of Problem-based Learning (PBL) on the Academic Achievement of Students Studying "Electrochemistry." *The Royal Society of Chemistry*, 1(1), 2–19.
- Hackathorn, J., Solomon, E. D., & Blankmayer, K. L. (2011). Learning by Doing: An Empirical Study of Active Teaching Techniques. *The Journal of Effective Teaching*, 11(2), 40–54.
- Haryani, S. (2011). *Praktikum Kimia Analitik Instrumen Berbasis Masalah pada Spektrometri UV-Vis untuk Meningkatkan Metakognisi Calon Guru*. Semarang.
- Haryani, S., Prasetya, A. T., & Wardani, S. (2010). Peningkatan Metakognisi Mahasiswa Calon Guru Kimia Melalui Simulasi Laboratorium Virtual Berbasis Masalah pada Materi HPLC. In *Proceeding Himpunan Kimia Indonesia*.
- Hicks, R. W., & Bevsek, H. M. (2011). Utilizing Problem-based Learning in Qualitative Analysis Lab. Experiments. *Journal of Chemical Education*, 89(1), 254–257.
- Jalil, P. A. (2006). A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explanation, or Vice-versa? *Journal of Chemical Education*, 83(1), 159–163.
- Kelly, O. C., & Finlayson, O. D. (2009). Providing Solutions through Problem-based Learning for The Undergraduate 1st Year Chemistry Laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 347–361.
- Mataka, L. M., & Kowalske, M. G. (2015). The Influence of PBL on Students' Self-Efficacy Beliefs in Chemistry. *The Royal Society of Chemistry*, 1(1), 1–10.
- McDonnell, C., Christine, O., & Michael, K. S. (2008). Developing Practical Chemistry Skills by Means of Student-driven Problem-based Learning Mini-projects. *The Royal Society of Chemistry*, 8(2), 130–139.
- Nakhleh, B. (1996). "Why Some Student Don't Learn Chemistry." *Journal Chemical of Education*, 69(3), 191–196.
- Popham, J. W. (1995). *Classroom Assessment: What Teachers Need to Know*. Nedham Hights: Allyn and Bacon.
- Samford.edu. (2003). Problem-based Learning. Retrieved from <http://www.samford.edu/pbl/>

- Tan, O. S. (2003). *Problem-based Learning Innovation*. Singapore: Thomson Learning.
- Tosun, C., & Senocak, E. (2013). The Effects of Problem-based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(3), 61–73.
- Urena, S. S., Melanie, M. C., & Ron, S. (2012). Effect of Cooperative Problem-based Lab Instruction on Metacognition and Problem-solving Skills. *Journal of Chemical Education*, 89(1), 700–706.

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini kami **MENYETUJUI** bahwa artikel:

Judul : Building The Character Of Pre-Service Teachers Through The Learning Model  
Of Problem-Based Analytical Chemistry Lab Work

Nama penulis : 1. Sri Haryani

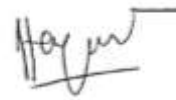
2. Agung Tri Prasetya

3. H. Bahron

siap untuk diterbitkan pada JPPI Edisi Oktober 2017.

Semarang, 15 Agustus 2017

Penulis,



(Dr. Sri Haryani, M.Si.)



## BUILDING THE CHARACTER OF PRE-SERVICE TEACHERS THROUGH THE LEARNING MODEL OF PROBLEM-BASED ANALYTICAL CHEMISTRY LAB WORK

S. Haryani<sup>1\*</sup>, A. T. Prasetya<sup>1</sup>, H. Bahron<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Science, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

<sup>2</sup>Faculty of Applied Science, Universiti Teknologi Mara, Malaysia

DOI: 10.15294/jpii.v6i2.10688

Accepted: August 15<sup>th</sup>, 2017. Approved: September 28<sup>th</sup>, 2017. Published: October 17<sup>th</sup>, 2017.

### ABSTRACT

This research aims to apply and find out the characteristics of Problem-Based Instrumental Analysis of Chemistry Lab Work Learning Model (IACLLM) which is able to build the characters, improve the conceptual mastery and the ability of problem solving. The research using experimental quasy with 2 student groups of pre service chemistry teachers as the subjects of the research applied the treatment of problem-based IACLLM for the experimental class and lab work learning with standard lab work procedure in control class. Conceptual mastery was measured using essay test; problem solving skills were measured using assessment of problem solving reports, presentation of the results, and kit making products; whereas the emerged characters were observed during the learning process. The result of this research showed that problem-based IACLLM had open-ended problem characteristic, had produced local material kit, and characters were observed in every stage of problem-based learning model. The implementation of the model could improve the spectrometric and electrometric conceptual mastery, the problem solving skills on a very good level and also some characters were developing during learning process, including religious, discipline, honest, curious, creative, critical, cooperative, communicative, independent, and able to appreciate other people's opinions and achievements, leadership, democracy, and able to be thorough and careful, and hardworking.

© 2017 Science Education Study Program FMIPA UNNES Semarang

**Keywords:** IACLLM; teacher characteristics; problem-based lab

### INTRODUCTION

Lab work in universities is usually conducted during or after theories is given to support and validate students' knowledge on the certain course. The verification of lab work manual with gradually specific directions does not invite students to solve problems, therefore, the students' abilities to actually obtain some facts, as well as concepts of their own findings cannot be realized (Urena et al., 2012; Adani, 2006; Jalil, 2006; Haryani, 2011). Besides that, verification of working procedures in the lab work manual are also less giving opportunities for students to process infor-

mation thoroughly, and students' main concern is only how to finish lab work assignments and report making (Hicks & Bevsek, 2012; McDonnell et al., 2007; Cooper & Urena, 2008). Even twenty years ago, Nakhleh (1996), reminded that chemistry in many parts of the world had invested a big amount of money to give some lab work experiences for students; however, it rarely evaluated on what should be achieved in lab work. Meanwhile, Haryani (2011) recommended that the lab work activities should be able to generate learning motivation, support conceptual mastery, develop basic experimental skills, and improve the skills of problem solving.

It is important for students to be trained on problem solving skills, and students of pre

\*Address Correspondence:  
E-mail: haryanimail@gmail.com

service chemistry teacher are needed to face assignments and challenges in the working world. On daily basis, students also often face many complicated problems (ill-structured/unstructured). Some reality that describes the students' low skill in handling problems are shown from the brawls happened between schools and students, drug abuse, and abortion. To overcome this moral crisis, problem solving as one of high level thinking skills is necessary to be trained through well-planned learning. Problem-based lab work learning model is highly assumed to be able to give good learning environment to improve problem solving skills (Haryani, 2011; Urena et al., 2012; Ferreira & Trud, 2012).

The design of lab work learning program does not only pay attention to the aspects of conceptual mastery (cognitive) and basic experimental skills (psychomotoric), but also to the students' affective aspects and problem solving skills. The affective ability is related to the attitude or characteristic of responsible, cooperative, discipline, committing, confident, honest, also related to respecting other people's opinion and having self-control (Aisyah, 2014) (Chan & Bauer, 2016; Popham, 1995). Those values are closely connected to the development of cultural and character education. The formation of strong and solid students' characteristics is very strategic in the nation's sustainability and excellence in the future, as well as very important to be owned by students to face the future challenges. We need to do a lot of efforts to face the challenges seriously, especially now that UNNES has established itself to be a University of Conservation. Conservation here means how UNNES and all academic activities have conservation and concern toward environment, socio-cultural, and conservation on knowledge (science). To enable the learning model of problem-based analytical chemistry lab work supporting conservation and developing students' characteristics, it is necessary in implementing Green Chemistry principles.

Based on arguments described above and according to various research results, the learning of instrumental analysis of chemistry lab work should be conducted so that students are trained to solve problems and grow their scientific attitudes (character education) by giving laboratory experience based on challenging and meaningful research as mentioned in PBL. Problem-Based Instrumental Analysis of Chemistry Lab Work Learning Model (IACLLM) gives a very accommodating environment to achieve its purpose, since the essence of this analytical chemistry as a science is to solve problems (Adani, 2006),

this subject is also a process subject, which has various variables, consisting of several measuring methods (Mataka & Kowalske, 2015; Tosun & Senocak, 2013). Furthermore, to support UNNES as a university of conservation, this problem-based instrumental analysis of chemistry lab work learning model developed is using local material based on Green Chemistry principles. The equipment limitation both in numbers and kinds as well as the expensive materials often become obstacles faced by teachers (Haryani et al., 2010). Therefore, pre service teachers need to be equipped with modeling on how to overcome equipment limitation. The briefing of pre service teachers appropriate with this subject is making simple measurement tools (kit), portable, but the observation data have good responsibility. This capacity of responsibility is obtained by comparing the measurement results using available laboratory instruments.

From previous descriptions, the main problem that becomes the focus of the research is "How do we develop conservation-based character education model through the implementation of problem-based IACLLM using local material". To manifest that idea, a lecture on instrumental analysis chemistry lab work is conducted with the strategy of problem-based instructional learning; that is proven to be able to improve the problem solving and conceptual mastery, as well as to build scientific attitude/character.

## METHODS

This research is an experimental research that outlines the quantitative and qualitative data collection done simultaneously. Experiment class was given problem-based IACLLM treatment, whereas learning in lab work control class was using the standard procedure. This research was conducted in Analytical Chemistry Laboratory in Chemistry Department FMIPA UNNES, with the subjects of one study group as the control group and one study group as the students' experimental group. All were the students of Chemistry Education Department who were having the subject of Instrumental Analysis Chemistry (IAC).

The learning of problem-based IACLLM implemented had four stages, adapted from Arends (2004). The first stage, students were oriented on problems and on the second stage students were organized to study. Next, on the third stage, investigation group was guided; and finally on the fourth stage, the results of problem solving were presented. Before conducting lab work, trai-



ning was given to three lab work assistants and one technician. Lab work assistants were assigned to help the researcher in conducting the lab work, observing during lab work process, and assisting in correcting pre-test and lab work reports.

The quantitative data collection was using essay test to measure conceptual mastery of spectrophotometry and potentiometry. Qualitative data were collected using assessment column; through observation during learning process to encompass the emerged character. Besides that, an interview was conducted to explore the students' knowledge related characters built in every step of problem-based lab work learning. The measurement of problem solving adapted from Fogarty (1997) that covered the assessment of problem solving report, presentation of the results, and kit making products in which all used columns.

Quantitative data in the form of spectrophotometry and potentiometry conceptual mastery of pre service chemistry teacher was analyzed using the formula of normalized gain, while the qualitative data was analyzed using descriptive percentage. After N-gain for the second group was obtained, it was then compared to see the difference of conceptual mastery improvement. The results of the observation were characters emerged and the performance during learning process was analyzed descriptively. Besides that, a supporting interview was also used to see characters built on every problem-based learning step.

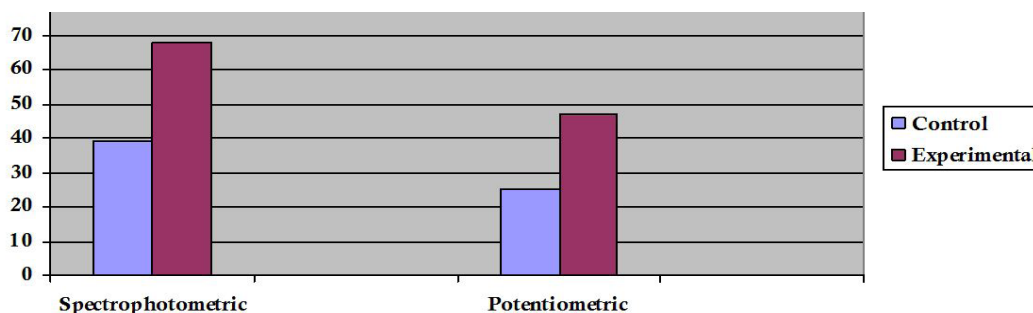
## RESULTS AND DISCUSSION

The learning of problem-based IACLLM in this research was designed to improve the conceptual mastery of spectrophotometry and potentiometry materials, problem solving skills, and develop students and teachers' characters. The initial step in the problem-based IACLLM was to have students oriented on the problems. Problems

were categorized into groups according to available instruments/tools; it can be from students or teachers. Next, in groups, students decided the title of the research with these results: (1) The determination of Acid-Base pH using Natural Indicator Stick with Kit aid Simple Experiment; (2) The Making of Simple Comparative Electrode Kit of Ag/AgCl using Jelly Membrane; (3) The Used Battery Utilization as A Simple Conductor; (4) The Determination of Pb Level in Drinking Water; (5) Simple Test for Fabric Dyes in various drinks in Primary School; (6) Semi quantitative Urine Test for Diabetic Mellitus Patients; and (7) Qualitative Test of Formalin and Borax content in Foods (Meatball and Dumplings).

Figure 1 shows the percentage of N-gain from the conceptual mastery of spectrophotometry and potentiometry as a whole concept in control and experimental groups. The data from both groups were normally distributed, with variants of % N-gain between homogenous groups. The results of % N-gain from control and experimental groups each for spectrophotometry and potentiometry were shown in Figure 1. Although 3 from 4 data were included in medium category, but the result achievement of this % N-gain was quite meaningful, supported by the different test result that % N-gain from the learning of problem-based instrumental analytic of chemistry lab work showed a significant difference ( $p < 0.05$ ).

Table 1 shows the average % N-gain on every concept of spectrophotometry and potentiometry materials in control group and experimental group. The average result of % N-gain spectrophotometry material from experimental group was categorized as medium with two concepts categorized as high, while for various control groups; the average was categorized as medium with each concept categorized as low and medium. In contrast to spectrophotometry, the average % N-gain from control group potentiometry was categorized low, whereas experimental group was categorized medium.



**Figure 1.** The average % N-gain from Students' Conceptual Mastery as A Whole between Control Group and Experiment Group in Spectrophotometry and Potentiometry Materials

Based on the finding of the research, it seemed that spectrophotometry and potentiometry of problem-based IACLLM provided a good learning environment to improve the conceptual mastery of pre service teacher. The learning was initiated by students' orientation stage on problems. Students, in groups, were asked to solve open-ended problems in a laboratory research project, and were ended by presentation of the results and display of the research posters. The

improvement of conceptual mastery was varied for each concept, but the average of all including medium category for both experiment and class control showed a significant difference (Table 1). Based on the comparison of pre-test and post-test results, there are not any students whose conceptual mastery decreased, as well as remained stable. Although there were various improvements, the data obtained showed that there was a successful improvement (medium category).

**Table 1.** Data of % N-gain from every spectrophotometry and potentiometry concepts of control and experiment groups

Concept	% N-gain	
	Control	Experiment
<b>Spectrophotometry</b>		
Basic principles of spectrophotometry	39,05	79,00
Spectrophotometry classification	39,75	69,00
Spectrophotometry components	39,50	72,15
Lambert Beer Law	49,24	67,00
Sample preparation	36,22	68,50
The difference between atom dan molecule spectrophotometry	35,08	54,50
Standard solution production	34,35	63,56
Level measurement	33,00	62,08
<b>Potensiometri</b>		
Electrochemistry cells	20,05	40,00
Electrode potential	32,65	48,05
Nernst equation	33,75	46,55
Comparative electrode	19,85	41,50
Indicator electrode	19,67	40,50
Quantitative aspect	20,50	63,16
Potentiometric titration	16,50	40,00

In Table 1, it was shown that the highest % N-gain of conceptual mastery occurred on the basic principles of spectrophotometry and the lowest was on the difference of molecule and atom spectrophotometry. The highest potentiometry was quantitative aspect/Faraday law, and the lowest was potentiometric titration.

The acquisition of the highest improvement for basic principles of spectrophotometry was because in this concept students started to write theoretical study both in their proposals and research reports, so that students got their learning experience directly that caused memory of event, a description of experience having long term effect more optimally (Hackathorn et al., 2011). This result was the revision from the research result of Haryani (2011), with the lowest % N-gain. This success was strongly assumed because at the presentation, students were asked to

write the basic principles of measurement. Then, the low % N-gain of understanding and difference of molecule and atom spectrophotometry, were suspected because at the start of problem solving orientation stage, students focused more on the searching procedure related with problems to be solved. Besides that, this concept was accidentally written on literature review during proposal writing as it was in the concept of spectrophotometry basic principles.

The achievement of the highest concept in potentiometry was quantitative aspect/Faraday law. This concept was learned frequently started from Basic Chemistry, Basic of Analytical Chemistry, and on other skillful group such as Physics Chemistry. On the contrary, the low potentiometric titration concept was assumed that because students were lacked of skills in changing the initial data to be the first and second

derivative data, which was prepared to make curves. Besides that, students were generally weak in volumetric titration that became prerequisite of this material.

For both spectrophotometry and potentiometry materials, the concept that directly connected to the research procedure had been relatively good in results, this was corresponding with the previous research findings (Haryani, 2011). The obtained value of spectrophotometry was higher than potentiometry; it was possible that the analysis using spectrophotometry methods was also obtained through organic chemistry lab work, as well as an organic chemistry. Besides that, students also got spectroscopy material from Physics Chemistry subject.

On the contrary, the highest improvement of % N-gain for control group which was directly connected with the implementation of lab work was relatively low compared with the basic concepts which were not directly related with the lab work. The highest improvement of % N-gain for control group occurred in Lambert-Beer law, and the lowest one occurred in the measurement concept of level determination. The low level of level measurement concept was possible because during the report making, students adopted their senior's works; also, they were required to present their results. Besides the measurement of level determination, % N-gain whose improvement was relatively low in the control group was the production of standard solution. In every lab work, students were given tasks in groups to prepare pre-reaction before the lab work. However, so far the standard solution in spectrophotometry was prepared by one group, and the other groups were only measuring its absorbance. That was why it was normal for the bad quality of the improvement result. The tasks given to certain groups in

preparing the standard solution was meant to save the time as well as to save the standard solution of titrisol which was frequently used.

The findings in this research showed that problem-based IACLLM provided a good learning environment in improving the students mastery on spectrophotometry and potentiometry materials; and these results were in accordance with the findings reported before (Tandogan & Tandogan, 2007; Hicks & Bevsek, 2012). In the problem orientation, students in groups will be given open-ended problems that would encourage students' curiosity and motivate them to be able to solve problems (Urena et al., 2012). According to Tan (2003), evidences recommended that problem-based learning could improve students in constructing knowledge and reasoning ability compared with the traditional teaching approach. Akcay (2009) on the other hand, revealed that problem-based learning was derived from constructivism learning; it was the learners constructed knowledge actively.

The data of problem solving from students of experimental group showed were obtained from reports/results of the problem solving, and the kit product as results of problem solving with the average were simultaneously 85; 86,12; and 86,11, and the whole average was 85,75. Based on the results obtained, it showed that the total score of problem solving reached the highest criteria; it was that each aspect was bigger than 85%. The indicator of minimum success in this research was 80%. Indicators for the report of problem solving referred to the pattern of problem solving which was developed by Fogarty (1997). The problem solving skills were measured as a whole through the working performance assessment using column. Table 2 shows the score summary of problem solving results.

**Table 2.** The summary of problem solving score of experimental group

Groups	Reports	Presentations	Products	Average
I	86,50	87,71	87,71	87,31
II	85,33	86,72	86,72	86,26
III	85,17	86,14	86,14	85,82
IV	85,00	85,86	85,86	85,57
V	84,00	84,67	84,67	84,45
VI	84,23	85,65	85,65	85,17
VII	84,25	85,81	85,80	85,28
VII	85,50	86,40	86,40	86,10
Mean	85,00	86,12	86,11	85,75

To enable solving the unstructured, contextual, and open-ended problems in PBL, students must be digging up and understanding much information; students must also design and do some researches in order to do problem solving. Students must become “architect” for the learning process they did. However, students were used to do learning method of “listen and take some notes as well as do actions whenever there is an instruction from the lecturers”. The implementation of problem-based IACLLM accompanied with the measurement tools of this problem solving, students obtained lab work learning model directly that would be very useful to be applied in the future (Hicks & Bevsek, 2012; McDonnell et al., 2007).

The observation results by observers (research members) toward the learning conducted by a lecturer (the head of research) showed that the relevant problem presented with competency learned in the lecture, accurate lecture time management, and students cooperation were doing well. Meanwhile, students’ motivation to discuss, ask questions, communicate, argue, facilitate, lead the discussion, and responsible in learning were still needed to be improved.

The use of unstructured, contextual, and open-ended problems, in fact, could improve students’ skills in problem solving. These problems could trigger students to be involved actively in group discussion to find and determine the best problem solving for the groups. This learning required students to use their intelligence to decide real issues started with defining problems, collecting useful information, restating problems, producing alternatives, suggesting solutions, and determining recommendation (Urena et al., 2012). Besides that, these problems could also train students to solve contextual problems so that they had experience in solving problems that they faced in their real lives. This finding was in accordance with the previous finding (Gunter & Alpat, 2017; Ferreira & Trud, 2012; Akcay, 2009; Demirel & Dagar, 2015; Downing, 2010; Bilgin et al., 2009).

Students’ characteristics developed through problem-based lab work were obtained from the observation results during learning process in every meeting using students’ observation form. There was also interview in every learning stage. Based on that observation, analysis was then conducted toward the emerged/developed character, and the percentage of its emerging/development was counted in every PBL step.

Character of discipline was observed and built through punctuality in attending the lec-

ture according to the deal agreed during lecture; wearing lab work coat; borrowing equipments; arranging lab work timetable, and collecting the lab work report. This discipline aspect emerged started from introduction until stage four with the total average of 90%. Meanwhile, religious aspect also emerged started from introduction until stage four, which was built by greeting in the beginning and at the end of lecture as well as praying with the total average of 95%.

Students’ curiosity detected, started from the introduction stage, was the curiosity of how an unknown thing worked, stage one and two during the problem given, from the proposed questions especially about how to find procedure and determine the proper procedure from all procedures obtained. Besides that, curiosity was also detected on stage three during the consultation of observation data. The average percentage of curiosity aspect appearance was 60. Next, honest characteristic was observed and built on stage three and . Honesty could be built through how students measured materials, as well as borrow some equipments. Students must be honest whenever they did mistakes in laboratory; such as telling the truth when they broke glasses, and telling the real report and presenting results based on data. For this honest aspect, the total average obtained was 90%.

Thinking critically and creatively occurred in stage one and two. Students were demanded to think critically while doing exercises/pre-test and thinking about the problems and how to solve them. Students should also think creatively, while choosing effective and efficient types of lab work/ research so they could obtain the result maximally. They should also creatively design products to make KIT. The total averages of critical and creative thinking were 60 and 80% respectively.

Cooperating appeared on stage two until four. Students must cooperate in their groups to find working procedure, also to do lab work in order to solve problems. Leading characteristic was also built on stage two until stage four, started from task division on finding information to design proposal until lab work arrangement. The total average for cooperative and leading characteristic were 90 and 60% respectively.

The characteristics of hardworking, independent, thorough and careful were dominantly built on stage three. Lab work to solve problems really needed hard work in achieving the experimental purpose. This hard work was carried out by students started from doing preparation/sample preparation in experimental activities.

Students were demanded to be able to make solution independently based on the task division from their own groups. In preparing the equipments which were going to be used, they must be careful because the equipments were made from glasses; if they were not careful, those equipments would endanger themselves and people around them. It was also applied to chemicals; they must always be careful since some chemicals were corrosive, poisonous, and could cause itchy on their hands if they touched them; and some were even flammable. Next, for careful characteristic, it was built when the practitioner prepared some materials such as measuring substances, measuring the volume of solution, and observing results. The total averages for hardworking, independent, thorough and careful characteristics were 90; 80; 90; and 90% respectively.

On stage three, students communicated their observation result both in tables and figures. This communicative characteristic was also built by communicating the research result through report writing, power point making, as well as oral presentation which occurred on stage four. The total average for communicating was 80%. Next, another character built on stage four was democratic, respecting friends' opinions, and other people's achievement. While students are performing their presentation on their experimental results, they practiced receiving inputs from other groups. During discussion of paper or power point making, students learned democracy and respect their friends' opinion in their groups. Respecting friends' achievement also happened especially in products produced by other groups by granting more score. The total average for democratic characteristic, respecting friends' opinion, and respecting other people's achievement was 80%, 40%, and 60% respectively.

The improvement of conceptual mastery for this research was followed by problem solving skills with high scores and at least 16 characteristics were built through PBL steps. This learning success in cognitive domain and psychomotoric were influenced by scientific attitudes from the students as well as were determining someone's success in learning (Popham, 1995). Next, Popham stated that according to some expertise, someone's shifted attitudes or characteristics could be predicted if he/she had already had high cognitive mastery. This research result was in accordance with the results of some researches (Kelly & Finlayson, 2009), in that PBL besides improving conceptual mastery, it was also improving the social skills such as teamwork, confidence, and interactive manner with other people, and

communication. Besides that, problem-based lab work learning also improved the students' skills in being careful with chemicals, doing careful observation, and trying to find information related with lab work conducted. Generally, students' responses toward learning implementation was very positive, they are: (a) improving their involvement; (b) giving direct experience through modeling; (c) practicing on doing great experiments; and (d) expecting that it could be applied on other lab work.

## CONCLUSION

Based on research results and discussion, it could be concluded as follows. First, instrumental analysis of chemistry lab work learning model which was developed adapted problem-based learning steps, possessed these characteristics: (a) open-ended problems related spectrophotometry and potentiometry materials; (b) kit from problem solving was produced using 7 local materials; (c) characters were observed and interview was conducted on every problem-based learning step; (d) problem solving was measured through reports of problem solving, presentation of problem solving results, and products of problem solving results. Second, the implementation of problem-based IACLLM model using local material could both improve conceptual mastery and increase the skills of problem solving for pre service teachers in a very good category. Third, the characteristics developed in problem-based IACLLM using local material were: religious, discipline, curious, creative, critical cooperative, respectful for other people's opinions and achievements, democratic, thorough, careful, and hardworking. Students gave positive response toward the implementation of IACLLM.

Based on the results achieved in this research, these recommendations can be made. The implementation enlargement of problem-based lab work learning for other lab work subjects needed to be done, remembering that around 50% of Skill Subjects were followed by lab work; so that it would have a good potency to give academic atmosphere in order to achieve the competency of pre service chemistry teacher through lab work. The lecturer for lab work subject must always innovate to change the verification-based lab work paradigm to be problem-based lab work, by digging more ideas with students in finding open-ended and contextual problems hoping that it could color students' characteristics both as a person and as a teacher as his duty.

## REFERENCES

- Adami, G. (2006). A New Project-Based Lab For Undergraduate Environmental and Analytical Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 83(2), 253-256.
- Aisyah, A.R. (2014). The Implementation of Character Education through Contextual Teaching and Learning at Personality Development Unit in The Sriwijaya University Palembang. *International Journal of Education and Research*, 1(2), 203-214.
- Akca, B. (2009). Problem-based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 26-36.
- Arends, R. I. (2004). *Learning to Teach*. 5<sup>th</sup> Ed. Boston: McGraw Hill.
- Bilgin, I., Şenocak, E., & Sözbilir, M. (2009). The Effects of Problem-Based Learning Instruction on University Students' Performance of Conceptual and Quantitative Problems in Gas Concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(2), 153-164.
- Chan, J. Y., & Bauer, C. F. (2016). Learning and Studying Strategies Used by General Chemistry Students with Different Affective Characteristics. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 675-684.
- Cooper, M. M., & Sandi-Urena, S. (2009). Design and Validation of An Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness in Chemistry Problem Solving. *Journal Chemistry Education*, 86(2), 240-245.
- Demirel, M., & Dagyar, M. (2016). Effects of Problem-Based Learning on Attitude: A Metaanalysis Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(8), 2115-2137.
- Downing, K. (2010). Problem-Based Learning and Metacognition. *Asian Journal Education & Learning*, 1(2), 75-96.
- Ferreira, M. M., & Trudel, A. R. (2012). The Impact of Problem-Based Learning (PBL) on Student Attitudes Toward Science, Problem-Solving Skills, and Sense of Community in The Classroom. *Journal of Classroom Interaction*, 47(1), 23-30.
- Fogarty, R. (1997). *Problem-Based Learning and Multiple Intelligences Classroom*. Melbourne: Hawker Brownlow Education.
- Gunter, T., & Alpat, S. K. (2017). The Effects of Problem-Based Learning (PBL) on The Academic Achievement of Students Studying 'Electrochemistry'. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 78-98.
- Hackathorn, J., Solomon, E. D., Blankmeyer, K. L., Tennial, R. E., & Garczynski, A. M. (2011). Learning by Doing: An Empirical Study of Active Teaching Techniques. *Journal of Effective Teaching*, 11(2), 40-54.
- Haryani, S., Prasetya, A.T., & Wardani, S. (2010). Peningkatan Metakognisi Mahasiswa Calon Guru Kimia melalui Simulasi Laboratorium Virtual Berbasis Masalah pada Materi HPLC. *Proceeding Himpunan Kimia Indonesia*.
- Haryani, S. (2011). Praktikum Kimia Analitik Instrumen Berbasis Masalah pada Spektrometri UV-Vis untuk Meningkatkan Metakognisi Calon Guru. *Laporan Penelitian*.
- Hicks, R. W., & Bevsek, H. M. (2011). Utilizing problem-Based Learning in Qualitative Analysis Lab Experiments. *Journal of Chemical Education*, 89(2), 254-257.
- Jalil, P. A. (2006). A Procedural Problem in Laboratory Teaching: Experiment and Explain, or Vice-Versa?. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 159-163.
- Kelly, O. C., & Finlayson, O. E. (2007). Providing Solutions through Problem-Based Learning for The Undergraduate 1<sup>st</sup> Year Chemistry Laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 347-361.
- Mataka, L. M., & Kowalske, M. G. (2015). The Influence of PBL on Students' Self-Efficacy Beliefs in Chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(4), 929-938.
- McDonnell, C., O'Connor, C., & Seery, M. K. (2007). Developing Practical Chemistry Skills by Means of Student-Driven Problem Based Learning Mini-Projects. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 130-139.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions. *Journal Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- Popham, J. W. (1995). *Classroom Assessment: What Teachers Need to Know*. Nedham Hights: Allyn and Bacon.
- Sandi-Urena, S., Cooper, M., & Stevens, R. (2012). Effect of Cooperative Problem-Based Lab Instruction on Metacognition and Problem-Solving Skills. *Journal of Chemical Education*, 89(6), 700-706.
- Tan, O. S. (2003). *Problem-Based Learning Innovation*. Singapore: Thomson Learning.
- Tandogan, R. O., & Orhan, A. (2007). The Effects of Problem-Based Active Learning in Science Education on Students' Academic Achievement, Attitude and Concept Learning. *Online Submission*, 3(1), 71-81.
- Tosun, C., & Senocak, E. (2013). The Effects of Problem-Based Learning on Metacognitive Awareness and Attitudes Toward Chemistry of Prospective Teachers with Different Academic Backgrounds. *Australian Journal of Teacher Education*, 38(3), 4-9.