

PENERAPAN PRINSIP *GREEN CHEMISTRY* DALAM PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM UNTUK MATA KULIAH LARUTAN

Arini Siti Wahyuningsih¹ dan Jamilatur Rohmah²
Dosen Prodi Pendidikan IPA¹ dan Dosen Prodi Analisis Kesehatan²,
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
e-mail: arinisitiwahyuningsih@umsida.ac.id¹

ABSTRAK

Kegiatan praktikum di laboratorium merupakan bagian yang penting dalam pembelajaran kimia. Namun, dalam pelaksanaannya dapat membahayakan praktiknya dan juga menghasilkan limbah karena penggunaan bahan kimia berbahaya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul praktikum yang di dalamnya disisipkan prinsip *Green Chemistry* dan menilai kualitasnya berdasarkan penilaian dosen Kimia dan mahasiswa. Modul praktikum yang dikembangkan ditujukan untuk mata kuliah Larutan dengan tujuh judul praktikum. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan *4-D Models* tanpa tahap *Dissemination*. Dosen Kimia menilai aspek petunjuk, isi dan pendekatan *Green Chemistry* dengan menggunakan instrumen lembar validasi. Sedangkan mahasiswa memberikan responnya menggunakan angket respon dan jurnal reflektif yang diberikan setelah menggunakan Modul tersebut. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif. Berdasarkan hasil analisis data menunjukkan bahwa Modul yang dikembangkan mendapat penilaian "Sangat Baik" dari Dosen Kimia pada ketiga aspek dan juga mendapat respon yang positif dari mahasiswa setelah menggunakan Modul tersebut.

Kata kunci: Modul praktikum, Larutan, Pendekatan *Green Chemistry*

Pendahuluan

Laboratorium merupakan pusat pembelajaran sains, salah satunya kimia. Hofstein (2004) menyatakan bahwa kegiatan praktikum di dalamnya dapat mengikutsertakan mahasiswa dalam aktivitas investigasi, penemuan, inkuiri dan pemecahan masalah. Dengan demikian, pengetahuan yang diperoleh adalah hasil konstruksi proses kognitifnya sendiri sehingga lebih bermakna.

Pengetahuan yang dapat dimiliki mahasiswa setelah melakukan

hanya sebatas tentang konsep kimia tetapi lebih daripada itu.

Pengenalan alat dan fungsinya, bahan dan sifatnya, proses kimia dan bahayanya, pencegahan serta penanggulangan pencemaran dan kecelakaan yang bisa saja terjadi seharusnya juga menjadi perhatian khusus yang harus disampaikan. Hal ini penting diwujudkan terutama pada mahasiswa calon guru IPA yang nantinya diharapkan dapat menjadi tenaga pendidik yang tidak hanya memiliki penguasaan baik terhadap konsep yang akan diajarkannya tetapi

juga kesadaran yang tinggi tentang keberlanjutan lingkungan. Pada akhirnya, tujuan diadakannya kegiatan laboratorium adalah mahasiswa menjadi lebih berhati-hati dan waspada serta memiliki kesadaran yang baik terhadap keselamatan dirinya dan juga lingkungan sekitar laboratorium.

Tujuan pembelajaran dalam laboratorium kimia seperti itu tidak mudah dicapai begitu saja. Selain adanya usaha optimal dari Dosen mata kuliah atau laboran yang membimbing mahasiswa, kegiatan laboratorium juga perlu difasilitasi dengan sebuah modul praktikum yang berisi panduan dan prosedur yang jelas dan runtut tentang melakukan percobaan yang aman dan ramah lingkungan. Pada kenyataannya, laboratorium kimia merupakan salah satu sumber kegiatan yang dapat menghasilkan limbah berbahaya dan kecelakaan kerja bagi praktiknya (Septiana, 2016). Oleh karenanya, penting menghadirkan sebuah kegiatan praktikum kimia yang lebih bervisi untuk menjaga keselamatan praktiknya dan keberlangsungan lingkungan.

Visi dalam pendekatan *Green Chemistry*, salah satu pendekatan yang

termasuk dalam *Education for Sustainable Development (ESD)*, dapat menjadi pilihan untuk diterapkan guna mewujudkan kegiatan laboratorium yang aman dan ramah lingkungan. Pendekatan ini terdiri dari 12 prinsip yang dapat dijadikan acuan untuk merancang proses kimia yang aman dan juga menghasilkan produk tanpa menghasilkan limbah berbahaya (Anastas dan Wagner dalam Karpudewan *et al*, 2011).

Dalam penelitian ini, prinsip *Green Chemistry* yang digunakan terbatas pada enam prinsip diantaranya prinsip ketiga (sintesis kimia yang tidak berbahaya), keempat (merancang zat - zat kimia yang aman), kelima (penggunaan pelarut yang lebih aman), keenam (rancangan efisiensi energi), kesepuluh (rancangan proses penguraian) dan kedua belas (kimia yang lebih aman untuk mencegah terjadinya kecelakaan). Prinsip - prinsip tersebut perlu diperkenalkan kepada mahasiswa melalui modul praktikum yang digunakannya. Jadi, modul praktikum yang diperuntukkan bagi mahasiswa adalah modul praktikum yang berbasis *Green Chemistry*.

Mahasiswa calon guru IPA mendapatkan mata kuliah Larutan pada jenjang semester 5 perkuliahannya. Capaian pembelajaran mata kuliah tersebut adalah membuktikan konsep mengenai larutan, konsentrasi, sifat kelistrikan, asam basa, larutan penyangga (buffer), hidrolisis, sifat koligatif untuk menyelesaikan permasalahan real dalam kehidupan melalui kegiatan laboratorium dengan terampil.

Berdasarkan capaiannya tersebut, mahasiswa akan terlibat dalam kegiatan laboratorium yang lebih mengarah tentang konsep larutan, salah satunya asam basa. Bahan kimia yang digunakan akan lebih pada bahan kimia yang bersifat korosif dan mencemari lingkungan apabila konsentrasi tinggi. Dengan demikian, modul praktikum berbasis *Green Chemistry* yang dikembangkan sesuai diperuntukkan untuk mata kuliah Larutan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penilaian Dosen kimia dan respon mahasiswa terhadap modul praktikum berbasis *Green Chemistry* yang dikembangkan untuk mata

kuliah Larutan sebagai dasar penentuan kelayakan dan keefektifan modul tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP), Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (Umsida). Desain penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D). Dengan tahapan penelitian diantaranya *define*, *design* dan *develop* tanpa tahap *dissemination* mengacu model 3-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dalam Arifin dkk (2015).

Subyek penelitian ini adalah modul praktikum Larutan berbasis *Green Chemistry*. Penilaian kelayakan dilakukan oleh Dosen Kimia yang meliputi aspek petunjuk, isi dan pendekatan *Green Chemistry*. Kemudian, keefektifan dilihat dari respon 20 mahasiswa semester 5 program studi Pendidikan IPA, FKIP, Umsida pada saat proses ujicoba modul tersebut.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket untuk studi pendahuluan dan

juga mendapatkan penilaian dari Dosen Kimia serta respon dari mahasiswa. Selain itu juga menggunakan jurnal reflektif untuk mendapatkan hasil lebih mendalam mengenai respon mahasiswa terhadap modul yang dikembangkan.

Instrumen penelitian ini terdiri dari Silabus/Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Satuan Acara Perkuliahan (SAP) yang telah divalidasi oleh tim kurikulum universitas, lembar validasi modulpraktikum yang diadopsi dari Badan Standar Nasional Pendidikan (2006), angket respon siswa hasil adaptasi dari yang dikembangkan oleh Septiana (2016) serta jurnal reflektif yang mengacu pada model RMIT *University, Study and Learning Centre Melbourne, Australia* (2006).

Analisis data yang diperoleh menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Data hasil penelitian berupa penilaian dari Dosen Kimia dan respon dari mahasiswa dianalisis dengan cara menghitung rerata skor dan menentukan kriteria interpretasi skor. Indikator kelayakan Modul Praktikum apabila rerata skor hasil penilaian Dosen Kimia lebih dari 3,40 (Riduan, 2010).

Tabel 1 Interpretasi Skor Kelayakan Modul Praktikum

Interval Skor	Kategori Penilaian
$4,20 < \text{Skor} \leq 5,00$	Sangat Baik
$3,40 < \text{Skor} \leq 4,19$	Baik
$2,60 < \text{Skor} \leq 3,39$	Cukup
$1,80 < \text{Skor} \leq 2,59$	Kurang
$1,00 \leq \text{Skor} \leq 1,79$	Sangat Kurang

Sedangkan indikator keefektifan berdasarkan respon mahasiswa apabila mencapai rerata skor lebih dari 0,49 (Sugiyono, 2012).

Tabel 2 Interpretasi Skor Keefektifan berdasarkan respon mahasiswa

Interval Skor	Kategori Penilaian
1	Setuju
0,51 - 0,99	Mendekati Setuju (MS)
0,50	Agak Setuju (AS)
0,01 - 0,49	Mendekati Tidak Setuju (MTS)
0	Tidak Setuju (TS)

Hasil dan Pembahasan

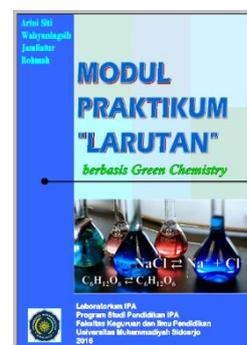
Hasil penelitian pengembangan Modul Praktikum ini meliputi: 1) hasil analisis kebutuhan pada tahap *define*, 2) penerapan prinsip *Green Chemistry* pada tahap *design*, 3) hasil penilaian Dosen Kimia dan 4) respon yang diberikan mahasiswa.

Secara detail, tahap pra-penelitian melalui observasi dan pemberian angket kepada mahasiswa dilakukan pada studi pendahuluan untuk mengetahui seberapa besar kebutuhan akan penggunaan Modul Praktikum. Data yang diperoleh menunjukkan

bahwa kegiatan praktikum di laboratorium telah menjadi bagian kurikulum yang disediakan program studi Pendidikan IPA, FKIP, Umsida. Guna mencetak calon pendidik IPA, mahasiswanya sering diikutsertakan dalam kegiatan praktikum di laboratorium. Namun, ternyata belum menggunakan Modul Praktikum sebagai panduan prosedurnya. Selama ini, dosen menggunakan *handout* yang dibuat hanya jika akan melaksanakan kegiatan praktikum. Hal ini mendapat respon mahasiswa yang negatif karena kegiatan praktikum yang dilakukannya tidak dapat dipersiapkan dengan baik sehingga kurang dapat berjalan optimal. Mahasiswa berharap dapat menggunakan Modul Praktikum yang berisi informasi sejumlah praktikum yang akan dikerjakan sehingga persiapannya dapat lebih maksimal baik tentang prosedur, alat bahan dan juga konsep yang terkandung di dalamnya. Selain itu, dari hasil pemberian angket diperoleh fakta bahwa pengetahuan 90% mahasiswa mengenai fungsi alat, sifat bahan, proses kimia, penanggulangan kecelakaan kerja dan pencemaran lingkungan masih rendah. Padahal, mahasiswa pada jenjang

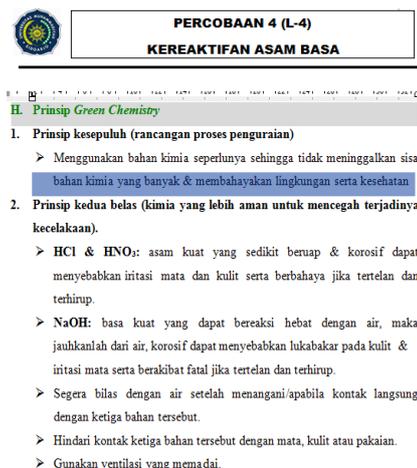
semester 5 seharusnya telah memiliki pengetahuan yang memadai untuk mempersiapkan dirinya terjun dalam kegiatan magang di sekolah. Dengan demikian, hasil analisis kebutuhan pada tahap *define* menunjukkan bahwa kebutuhan penggunaan Modul Praktikum sangat diharapkan mahasiswa untuk mendukung kegiatan praktikumnya di laboratorium, khususnya mata kuliah Larutan. Modul praktikum yang dibutuhkan perlu menerapkan prinsip *Green Chemistry* agar memfasilitasi pengetahuan mahasiswa mengenai fungsi alat, sifat bahan, proses kimia, penanggulangan kecelakaan kerja dan pencemaran lingkungan.

Desain Modul Praktikum yang dikembangkan adalah menyisipkan beberapa prinsip *Green Chemistry* yang relevan di setiap prosedur praktikum pada Mata Kuliah Larutan.



Gambar 1. Cover depan Modul

Di dalam modul tersebut terdapat tujuh judul praktikum 1) Pembuatan dan Pengenceran Larutan, 2) Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit, 3) Sifat Koligatif Larutan, 4) Kereaktifan Asam Basa, 5) pH Asam Basa, 6) Titrasi Asam Basa dan 7) Larutan Penyangga. Tobin (1990) menyatakan bahwa pembelajaran kimia yang didalamnya menerapkan prinsip *Green Chemistry* akan bermakna karena mahasiswa diajak untuk terlibat secara langsung pada kegiatan laboratorium yang menggunakan bahan kimia aman dan tidak berbahaya untuk membangun pengetahuannya sendiri guna menguasai proses kimia yang ramah lingkungan. Jadi, pada saat sebelum melakukan kegiatan praktikum Larutan mahasiswa dapat mengetahui apa saja yang perlu dipersiapkan saat nanti melakukan praktikum sehingga praktikum yang dilakukan dapat berjalan aman bagi dirinya dan pastinya lebih ramah lingkungan karena mahasiswa lebih memperhatikan sifat bahan kimia yang digunakan serta prosesnya dan penganggulan pencemaran terhadap lingkungan.



Gambar 2. Prinsip *Green Chemistry* dalam praktikum Kereaktifan Asam Basa

Setelah menyelesaikan desain Modul Praktikum Larutan, tahapan berikutnya adalah penilaian oleh validator yaitu Dosen Kimia dari Fakultas Ilmu Kesehatan (FIKES), Umsida. Aspek yang dinilai adalah petunjuk, isi dan pendekatan *Green Chemistry*.

Tabel 3. Hasil Penilaian Dosen Kimia

Aspek Penilaian	Skor	Keterangan
Petunjuk	3,33	Baik
Isi	3,67	Sangat Baik
Pendekatan <i>Green Chemistry</i>	4,00	Sangat Baik
Rata-rata	3,67	Sangat Baik

Berdasarkan tabel 3, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan Modul Praktikum yang dikembangkan memperoleh penilaian pada rentang "baik" untuk aspek petunjuk dan "sangat baik" untuk aspek kelayakan

isi dan pendekatan *Green Chemistry*. Artinya, Modul Praktikum Larutan layak untuk diimplementasikan dalam proses pembelajaran mata kuliah Larutan tetapi dengan saran dan revisi di beberapa bagian Modul Praktikum seperti prosedur praktikum, alat dan bahan. Saran yang diberikan validator yaitu tentang perbaikan jumlah bahan yang digunakan, jenis dan jumlah alat yang digunakan serta runtutan prosedur praktikum. Alokasi waktu juga mendapat perhatian dari validator mengingat jumlah judul praktikum yang cukup banyak. Validator menilai bahwa prinsip *Green Chemistry* sudah terlihat dalam prosedur setiap judul praktikum dan dapat diterapkan dengan baik. Secara keseluruhan, validator berpendapat bahwa kegiatan praktikum mata kuliah Larutan tergolong aman dilakukan di laboratorium.

Praktikum mata kuliah Larutan diberikan kepada mahasiswa calon guru IPA jenjang semester 5. Setelah Modul Praktikum Larutan dinyatakan layak, maka dapat siap digunakan pada tahap ujicoba kepada 20 mahasiswa untuk mengetahui keefektifannya.

Mahasiswa memberikan responnya setelah menggunakan Modul tersebut dengan menggunakan Angket Respon Mahasiswa dan Jurnal Reflektif.

Angket respon mahasiswa berisi sejumlah pernyataan tertulis dan respon dengan skala Guttman. Pernyataan tersebut mewakili empat aspek yaitu 1) tingkat kejelasan kalimat dan keterbacaan, 2) keterlaksanaan praktikum, 3) tampilan fisik modul dan 4) pendekatan *Green Chemistry*.

Tabel 4. Data Angket Respon Mahasiswa

Aspek Penilaian	Respon Setuju	Respon Tidak Setuju
Kejelasan kalimat dan keterbacaan	1 (Setuju)	0 (Tidak Setuju)
Keterlaksanaan praktikum	1 (Setuju)	0 (Tidak Setuju)
Tampilan Fisik	0,88 (Mendekati setuju)	0,12 (Mendekati Tidak Setuju)
Pendekatan <i>Green Chemistry</i>	0,90 (Mendekati setuju)	0,10 (Mendekati Tidak Setuju)

Berdasarkan tabel 4, data yang diperoleh menunjukkan respon mahasiswa setelah menggunakan modul praktikum berbasis *Green Chemistry* sangat positif. Hal tersebut dapat dilihat dari setiap aspek yang dinilai mendapat respon dengan rerata skor lebih dari 0,49 (Sugiyono, 2012).

Hasil respon mahasiswa yang diberikan pada angket respon didukung pula oleh pernyataan mahasiswa yang disampaikan lewat jurnal reflektifnya. Dari 20 mahasiswa yang mengikuti tahap ujicoba, sebanyak 16 mahasiswa menilai bahwa dengan melakukan praktikum dengan menerapkan prinsip - prinsip *Green Chemistry* tidak menghasilkan limbah serta dapat menjaga keselamatan dan kesehatan dirinya sendiri dan orang lain. Berikutnya, 14 mahasiswa memberikan pernyataan bahwa praktikum Larutan berbasis *Green Chemistry* yang dilakukannya menggunakan bahan yang tidak berbahaya sehingga kelestarian lingkungan tetap terjaga. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Astuti dan Raida (2014) yang menyimpulkan bahwa penerapan prinsip - prinsip *Green Chemistry* memberikan kontribusi besar terhadap kelestarian lingkungan hidup di alam. Selain itu, 10 mahasiswa mengutarakan bahwa setelah mengikuti kegiatan praktikum dengan menggunakan Modul praktikum berbasis *Green Chemistry* dapat menambah pengetahuannya tentang kegiatan praktikum yang berbasis ramah lingkungan sesuai

dengan prinsip *Green Chemistry* serta lebih mengetahui sifat bahan - bahan kimia yang berbahaya dan tidak. Sejalan dengan pemikiran Kusuma, *et al* dalam Afiyanti, dkk (2014) yang mendeskripsikan pendekatan *Green Chemistry* sebagai bagian dari proses dan produk kimia yang dapat meminimalkan adanya efek negatif bagi kesehatan manusia dan lingkungan sekitar.

Berdasarkan tahapan validasi dan ujicoba menunjukkan bahwa modul praktikum berbasis *Green Chemistry* yang ditujukan untuk mata kuliah larutan adalah salah satu bahan ajar yang telah layak berdasarkan penilaian dosen kimia. Selain itu, respon positif yang disampaikan mahasiswa calon guru IPA melalui angket dan jurnal reflektifnya menentukan keefektifan modul praktikum yang dikembangkan. Dengan demikian, modul praktikum berlandaskan prinsip - prinsip *Green Chemistry* telah dapat diimplementasikan dalam perkuliahan Larutan.

SIMPULAN

Modul praktikum dengan pendekatan *Green Chemistry* untuk

mata kuliah Larutan dinyatakan memenuhi aspek petunjuk, isi dan pendekatan *Green Chemistry* sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar yang memfasilitasi mahasiswa calon guru IPA dalam melakukan kegiatan praktikum di laboratorium karena memperoleh skor rerata sebesar 3,67 dengan kriteria sangat baik. Modul praktikum yang dikembangkan juga mendapatkan respon positif dari mahasiswa berdasarkan hasil angket yang diberikan karena skor rerata yang diperoleh lebih dari 0,49 atau bahkan hampir mendekati 1,00. Hal ini berarti modul praktikum berbasis *Green Chemistry* dinyatakan efektif digunakan saat kegiatan praktikum Larutan. Selain itu, hasil angket juga didukung dengan pernyataan - pernyataan mahasiswa yang disampaikan lewat jurnal reflektifnya.

DAFTAR PUSTAKA

Afiyanti, Nur Amalia., Cahyono, Edy & Soeprodjo. (2014). Keefektifan Inkuiri Terbimbing Berorientasi *Green Chemistry* terhadap Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan*

Kimia. Vol. 8, No. 1, pp. 1281-1288.

Arifin, Uma Fadzilia., Hadisaputro, Subiyanto & Susilaningsih, Endang. (2015). Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Siswa Terintegrasi *Guided Inquiry* untuk Keterampilan Proses Sains. *Chemistry in Education*. Vol. 4, No.1.

Astuti, Andari Puji dan Raida, Sulasfiana Alfi. (2014). Penerapan Pendekatan Konstruktivisme Berorientasi *Green Chemistry* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Kimia di SMA Muhammadiyah Plus Salatiga. *Jurnal Pendidikan Sains*. Vol. 02, No. 02, pp. 54-62.

Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP). (2006). *Panduan Penyusunan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta.

- Hofstein, Avi. (2004). "The Laboratory in Chemistry Education: Thirty Years of Experience with Developments, Implementation, and Research". *Chemistry Education Research and Practice*. Vol. 5, No. 3, pp. 247-264.
- Karpudewan, Mageswary., Ismail, Zurida., & Mohamed, Norita. (2011). "Green Chemistry: Educating Prospective Science Teachers in Education for Sustainable Development at School of Educational Studies, USM". *Journal of Social Sciences*. Vol. 7, No. 1, pp. 42-50
- Riduwan. (2010). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta
- RMIT University, Study and Learning Centre Melbourne, Australia. (2006). *Reflective journals*. Accessed from <http://www.dlsweb.rmit.edu.au> on March, 20th 2014.
- Septiana, Nurul. (2016). *Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk SMA/MA Kelas XI Semester 2*. (Skripsi Pendidikan Kimia tidak dipublikasikan). Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Tobin, K.G. (1990). "Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning". *School Science and Mathematics*. Vol. 90, pp.403-418.