



INOVASI PENUNTUN PRAKTIKUM BERBASIS *GREEN CHEMISTRY* PADA MATERI ELEKTROKIMIA

Putri Fajriati¹, Yusbarina^{2*}, Yuni Fatisa³, Lisa Utami⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim, Pekanbaru, Riau, 28293, Indonesia

*Email: yusbarina@uin-suska.ac.id

Received: February 22, 2024; Accepted: February 29, 2024; Published: February 29, 2024

Abstract

This research was instigated with inadequate laboratory facilities and no green chemistry based practical work guideline at school. This research aimed at finding out validity and practicality levels of green chemistry based practical work guideline on electrochemistry lesson that was designed. Design & development research (DDR) method was used in this research consisted of 4 steps—analysis, design, development, and evaluation. This research was conducted to the twelfth-grade students of MIPA at State Senior High School 1 Kampar. The research findings showed that the percentages of green chemistry based practical work guideline by media and material experts continuously were 95% and 96.43% with very valid criteria. The practicality percentages by chemistry subject teachers and student response continuously were 91.96% and 83% with very practical criteria. Based on these data, it could be concluded that green chemistry based practical work guideline was very valid and very practical to be used as a teaching material on electrochemistry lesson.

Keywords : DDR, Practical Work Guideline, Green Chemistry, Electrochemistry

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh fasilitas laboratorium yang kurang memadai dan belum adanya penuntun praktikum berbasis green chemistry di sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas dan praktikalitas penuntun praktikum berbasis green chemistry pada materi elektrokimia yang telah didesain. Metode pengembangan yang digunakan adalah Design & Development Research (DDR) yang terdiri dari 4 tahap yaitu analisis (analysis), desain (design), pengembangan (development), dan evaluasi (evaluation). Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Kampar terhadap peserta didik kelas XII MIPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penuntun praktikum berbasis green chemistry memperoleh persentase validitas ahli media dan ahli materi berturut-turut sebesar 95% dan 96,43% dengan kriteria sangat valid. Untuk persentase praktikalitas dari guru kimia dan respon peserta didik berturut-turut 91,96% dan 83% dengan kriteria sangat praktis. Berdasarkan data tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa penuntun praktikum berbasis green chemistry sangat valid dan sangat praktis digunakan sebagai bahan ajar pada materi elektrokimia.

Kata Kunci : DDR, Penuntun Praktikum, Kimia Hijau, Elektrokimia

PENDAHULUAN

Pembelajaran sains yang tercantum pada kurikulum 2013 meliputi beberapa mata pelajaran, salah satunya adalah ilmu kimia (Ilma et al., 2022). Pembelajaran kimia membahas tentang sifat, komposisi dan perubahan suatu zat, struktur, materi dan lainnya. Karena ilmu kimia berkembang seiring dengan perkembangan teknologi, pembelajaran kimia tidak hanya sebatas mengajarkan konsep peserta didik dalam bentuk hafalan, tetapi memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi sendiri bagaimana proses penemuan konsep tersebut berlangsung dari proses pembelajaran.

Belajar adalah usaha yang disengaja, terarah, dan bertujuan dari satu orang atau sekumpulan orang (termasuk guru dan penulis buku teks) untuk memungkinkan orang lain (yang dituju peserta didik) memiliki pengalaman yang bernilai dan tak terlupakan. Berkat guru menghidupkan kegiatan praktikum, berarti ini sudah merupakan salah satu upaya guru agar peserta didiknya memperoleh pengalaman yang memiliki nilai dan tidak terlupakan. Kegiatan praktikum itu sendiri merupakan bagian dari pembelajaran kimia yang dilaksanakan di laboratorium, dimana peserta didik dapat berpartisipasi dalam penelitian, penciptaan, dan pemecahan masalah (Arif, 2020). Tidak hanya itu, dalam kegiatan praktikum juga dilakukan pengenalan bahan kimia dan sifatnya, pengamatan hingga menanggulangi pencemaran polusi dan tindakan pertama yang dilakukan saat kecelakaan (Haryanti et al., 2023). Tentunya tindakan tersebut juga menjadi perhatian khusus yang harus diperhitungkan dan diperhatikan.

Elektrokimia merupakan materi yang terdiri dari konsep abstrak yang mana dalam pembelajarannya melibatkan berbagai pengamatan kimia (representasi makroskopik), cara berlangsungnya reaksi kimia (representasi submikroskopik) dan simbol-simbol (representasi simbolik) (Asnawi et al., 2017; Mahartika, 2018). Elektrokimia juga merupakan materi yang sering dipakai dalam kegiatan praktikum. Hal ini tercantum dalam silabus kimia kelas XII SMA/MA kurikulum 2013 yaitu melakukan percobaan sel volta. Sebagaimana yang disebutkan dalam KD 4.4 yaitu perancangan sel volta dari bahan sekitarnya. Biasanya percobaan sel volta atau sel elektrolisis terdiri dari bahan-bahan kimia seperti CuSO_4 dan MgSO_4 yang akan menimbulkan limbah kimia. Limbah kimia inilah yang menjadi perhatian penting untuk kita semua. Hal itu dikarenakan, jika limbah tersebut dibuang ke lingkungan dan tidak dibuang ditempat khusus pembuangan limbah kimia, ini akan menyebabkan tercemarnya ekosistem dan lingkungan sekitar (Yuniar et al., 2019). Pembelajaran praktikum juga bisa menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan yang diperlukan dalam penanggulangan atau perbaikan secara berkala untuk memaksimalkan penggunaan zat kimia, misalnya menggunakan bahan alami (Rahmawati, 2019). Penggunaan bahan alam untuk belajar kimia mudah ditemukan di lingkungan peserta didik, seperti buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia swingle*), tomat, dan kedondong yang dapat dimanfaatkan dalam praktikum sel volta (Hadi, 2019).

Usaha yang lain selain penggunaan bahan alam dalam praktikum di laboratorium yang juga dapat mengurangi limbah dan pencemaran limbah terhadap lingkungan yaitu meminimalisasikan penggunaan bahan kimia atau mengganti bahan kimia dengan bahan lain

yang lebih ramah lingkungan. Pendekatan yang dapat dikembangkan yaitu praktikum berbasis *green chemistry*. *Green chemistry* merupakan suatu pendekatan dalam proses kimia dan penggunaan bahan kimia untuk mengurangi efek negatif bagi lingkungan (Manahan, 2005). Terdapat 12 prinsip *Green chemistry* yang dijadikan pedoman dalam mengatur kegiatan praktikum yang menghasilkan produk tanpa limbah berbahaya dan aman (Al Idrus et al., 2020). Oleh karena itu, *green chemistry* ini bisa dimanfaatkan oleh sekolah yang memiliki fasilitas labor yang terbatas dengan menggantikannya dengan bahan-bahan yang ramah terhadap lingkungan (Wahyuningsih & Rohmah, 2017).

Agar penelitian lebih tepat sasaran, maka perlu dilakukan analisis kebutuhan agar lebih terarah dan mendapatkan hasil yang bermanfaat (Mahartika et al., 2020). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan melalui kajian lapangan yang dilakukan observasi di SMAN 1 Kampar menyatakan bahwa untuk alat dan zat-zat kimia secara umum yang biasa digunakan untuk praktikum di sekolah ini tersedia, hanya saja fasilitas laboratorium yang kurang memadai seperti wastafel dan tempat pembuangan limbah yang tidak tersedia. Tidak hanya itu, penuntun praktikum yang digunakan pada saat melakukan praktikum masih sangat terbatas yang biasanya menggunakan penuntun dari buku paket kimia SMA dan penuntun yang diperoleh dari internet harus disesuaikan lagi dengan alat dan bahan yang tersedia di laboratorium. Guru juga cenderung lebih sering memberikan penjelasan materi menggunakan metode ceramah dan penugasan daripada melakukan praktikum. Berdasarkan masalah di atas, dibutuhkan solusi yang mampu menyelesaikan permasalahan yang ada agar mendapatkan solusi dari permasalahan yang telah ditemukan sesuai lokasi penelitian. Pengembangan penuntun praktikum ini diharapkan mampu untuk memberikan peran yang baik dalam praktikum kimia serta mengedepankan konsep *green chemistry*.

METODOLOGI

Penelitian ini telah dilakukan pada semester genap tahun pelajaran 2022/2023 di kelas XII IPA SMAN Kampar. Penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi Elektrokimia merupakan objek yang digunakan dalam penelitian ini. Sedangkan subjek pada penelitian ini adalah pihak yang akan melakukan validasi terhadap produk media pembelajaran yang dihasilkan meliputi ahli media, ahli materi, ahli uji praktikalitas dan peserta didik. Populasi yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah peserta didik SMA Negeri 1 Kampar, sedangkan sampelnya yaitu 10 orang peserta didik dari Kelas XII IPA di SMAN 1 Kampar semester genap tahun ajaran 2022/2023. *Random sampling* merupakan teknik dimana sampel diambil secara acak dan teknik ini dimanfaatkan dalam penelitian ini (Kurniawati, 2019).

Penelitian ini berfokus pada penelitian pengembangan dengan model pengembangan DDR. DDR merupakan studi sistematis tentang proses desain, pengembangan, dan evaluasi dengan tujuan memberikan landasan empiris untuk produksi produk, alat, dan model yang cocok untuk pembelajaran dan non-pembelajaran (Richey & Klein, 2007). DDR mempunyai 2

kategori utama yaitu penelitian produk dan alat (*product and tool research*) sebagai tipe 1 dan penelitian model (*model research*) sebagai tipe 2. Penelitian yang dilakukan oleh peneliti termasuk dalam tipe I yaitu penelitian produk dan alat (*product and tool research*) yang mana tahapannya ialah analisis (*analysis*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), dan evaluasi (*evaluation*) (Ismaila et al., 2020). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket dan wawancara.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan suatu produk berupa penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia. Sebelumnya media pembelajaran ini telah divalidasi oleh ahli materi dan media, telah diuji praktikalitasnya oleh guru kimia, dan telah diuji respon peserta didik. Metode penelitian yang digunakan pada pengembangan ini adalah *design and development research* (DDR) yang terdiri dari tahap analisis (*analysis*), tahap perancangan dan pengembangan (*design and development*) dan tahap evaluasi (*evaluation*). Pada tahap analisis terdiri dari analisis kebutuhan, peserta didik, dan konsep materi. Analisis kebutuhan merupakan langkah awal yang harus dilakukan dalam kegiatan penelitian di bidang pengembangan dan dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan apa saja yang diperlukan guna mengatasi masalah yang ditemui dalam kegiatan pendidikan/pembelajaran. Dengan demikian, diharapkan produk yang dihasilkan merupakan produk yang sesuai dengan kebutuhan (Mahartika et al, 2020; Ilhami & Hermita, 2020). Berdasarkan hasil wawancara bersama guru kimia diperoleh informasi bahwa sekolah tidak memiliki ketersediaan bahan ajar berupa penuntun praktikum berbasis *green chemistry*.

Analisis peserta didik bertujuan untuk memahami karakter peserta didik agar media yang dikembangkan sesuai dengan karakter peserta didik. Karakteristik tersebut yaitu dapat berupa usia dan perkembangan proses belajar peserta didik (Asmiyunda et al., 2018). Menurut hasil wawancara tidak terstruktur dengan beberapa peserta didik kelas XII MIPA dapat disimpulkan bahwa pembelajaran yang dijelaskan oleh guru pada materi elektrokimia khususnya sel elektrolisis disampaikan dengan metode ceramah sehingga aktivitas hanya berpusat pada guru tanpa respon balik dari peserta didik dan mereka juga belum menemukan bahan ajar yang membuat minat belajar meningkat. Dari permasalahan di atas maka diperlukan bahan ajar yang mudah dipahami dan menarik minat peserta didik dalam melaksanakan proses pembelajaran.

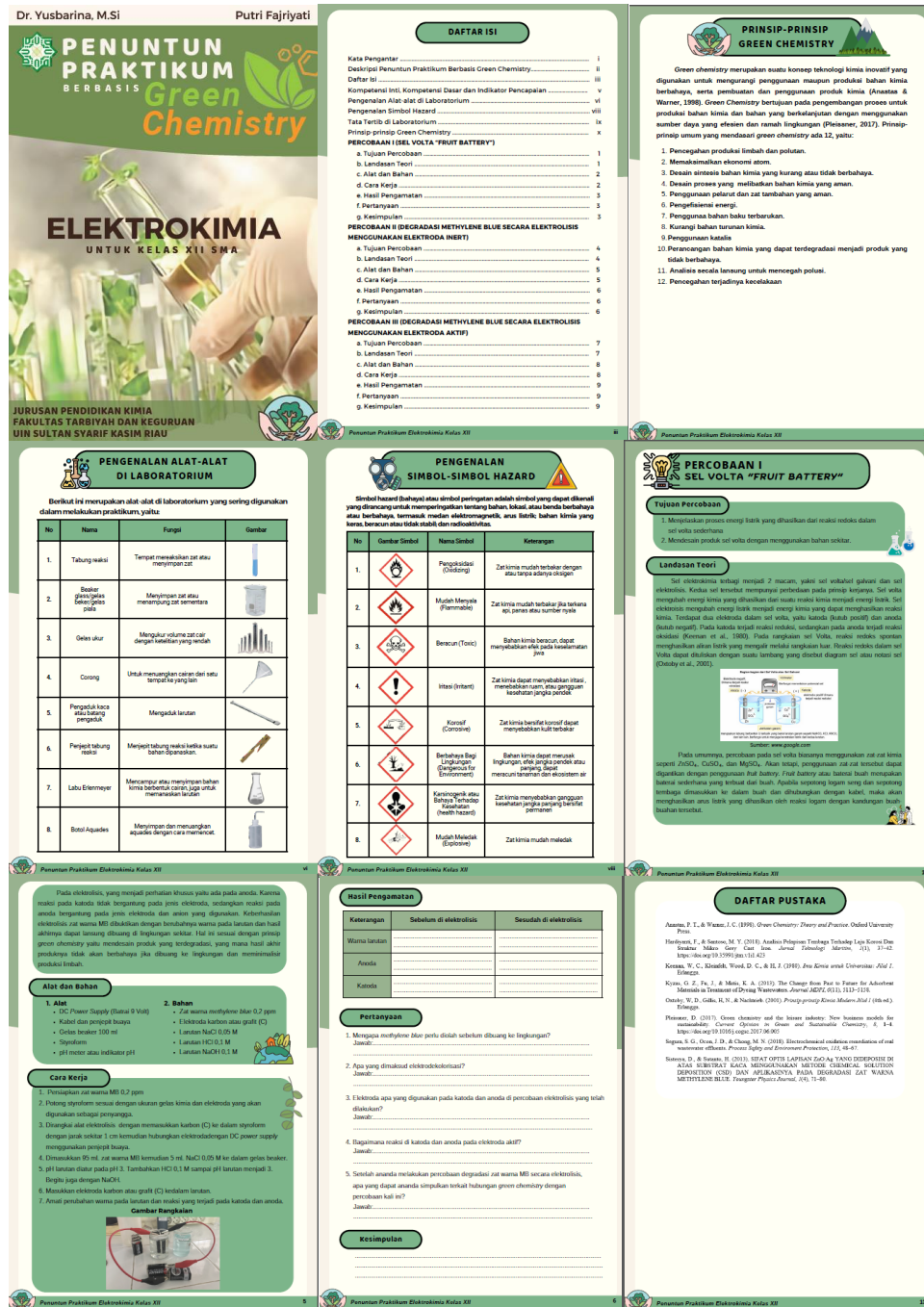
Analisis konsep materi didasarkan pada kurikulum yang berlaku dan berdasarkan KD dan indikator pencapaian pada materi elektrokimia. Penuntun praktikum ini berisikan tentang percobaan yang berkaitan dengan materi elektrokimia berbasis *green chemistry* yang mengacu pada KD 3.6, 4.4 dan 4.6 pada kurikulum 2013 sebagaimana terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kompetensi Dasar pada Materi Elektrokimia

Kompetensi Dasar (KD)		Indikator Pencapaian Kompetensi	
3.6	Menerapkan stoikiometri reaksi-reaksi redoks dan hukum Faraday untuk menghitung besaran-besaran yang terkait sel elektrolisis.	3.6.2	Menganalisis reaksi-reaksi yang terjadi dikatode maupun anode pada elektrolisis larutan.
4.4	Merancang sel volta dengan menggunakan bahan di sekitar.		
4.6	Merancang dan melakukan penyepuhan benda dari logam dengan ketebalan lapisan dan luasan tertentu.	4.6.1	Merancang prosedur penyepuhan dari lingkungan sekitar.

Setelah melakukan tahap analisis, tahap selanjutnya yaitu tahap *design*. Tahap *design* merupakan tahap perancangan konsep terhadap produk yang akan dikembangkan. Tahap pertama yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan referensi untuk pembuatan penuntun praktikum. Referensi ini berupa material yang dikumpulkan yang akan digunakan untuk isi dari penuntun praktikum yang akan di kembangkan. Setelah tahap tersebut tahap selanjutnya adalah menentukan *software* pengembangan. Tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi berbagai jenis *software* dengan mengetahui berbagai kelebihan dan kekurangannya. Pada tahap ini, peneliti menggunakan aplikasi Canva dalam mendesain penuntun praktikum. Pemilihan aplikasi canva didasarkan oleh kemudahan dalam mengedit dan banyak sekali fitur-fitur canva yang menarik. Selanjutnya pembuatan rancangan desain awal yaitu *storyboard* untuk penuntun praktikum sebagai gambaran awal.

Tahapan pengembangan dilakukan setelah tahapan desain dilakukan. Artinya, media yang telah dirancang dan menghasilkan *prototype* 1 kemudian dikembangkan pada tahapan ini. Media ini dikembangkan dengan menggunakan aplikasi Canva. Materi pada media pembelajaran dikembangkan sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Sumber materi berasal dari buku dan jurnal. Dasar teori dan cara kerja disusun secara sistematis untuk memudahkan peserta didik dalam memahami materi dan melakukan praktikum. Berikut ini beberapa tampilan dari penuntun praktikum berbasis *green chemistry* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Umum Penuntun Praktikum Green Chemistry

Setelah media pembelajaran selesai dibuat, dilakukan validasi kelayakan produk. Hasil dari validasi akan digunakan untuk merevisi media pembelajaran sesuai saran dan masukan dari validator. Adapun yang menjadi validator media dan materi yaitu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan program studi Pendidikan Kimia yang memiliki pengalaman dan

keahlian dalam bidangnya. Setelah divalidasi, akan diuji praktikalitas oleh guru kimia dan diujicobakan ke peserta didik untuk mengetahui respon peserta didik terhadap penuntun praktikum yang telah dihasilkan. Tahapan validasi ahli media ini bertujuan untuk menilai dan mengetahui kegrafikan, kebahasaan, dan pemanfaatan media penuntun praktikum yang dihasilkan. Proses validasi mendapatkan saran dan masukan dari validator ahli media yaitu bagian *background* diberi warna yang lebih terang, di tambahkan daftar isi, dan halaman pada penuntun praktikum. Setelah semua saran diperbaiki dan kemudian divalidasi kembali maka hasil tersebut disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Penuntun Praktikum oleh Ahli Media Pembelajaran

No	Indikator	Nomor Butir	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria
1.	Ukuran Penuntun Praktikum	1	4	100%	Sangat Valid
2.	Desain Sampul Penuntun Praktikum (<i>Cover</i>)	2, 3, 4, 5	16	100%	Sangat Valid
3.	Desain Isi Penuntun Praktikum	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	25	89,29%	Sangat Valid
4.	Tipografi Isi	13, 14	8	100%	Sangat Valid
5.	Kepraktisan	15	4	100%	Sangat Valid
Skor Keseluruhan					57
Persentase (%)					95%
Kriteria					Sangat Valid

Hasil uji validitas media pembelajaran secara keseluruhan termasuk kriteria sangat valid dan mendapatkan nilai persentase sebesar 95%. Hal ini menunjukkan bahwa penuntun praktikum yang didesain terhadap aspek kegrafikkan yang berisi lima indikator yang didalamnya meliputi gambar yang jelas, jenis dan ukuran huruf jelas, tata letak teratur, warna yang digunakan menarik perhatian peserta didik. Hal ini juga sejalan dengan depdiknas yang mengatakan bahwa komponen kegrafikkan yang harus diperhatikan untuk menghasilkan media belajar yang baik yaitu jenis dan ukuran dalam penggunaan *font*, tata letak (*layout*), gambar dan desain tampilan (Depdiknas, 2008). Setelah ahli media, dilanjutkan kepada ahli materi pembelajaran yang bertujuan untuk mendapatkan penilaian terhadap kualitas materi, komponen bahasa, serta komponen penyajian dalam penuntun praktikum pada materi elektrokimia. Adapun saran dan masukan dari validator ahli materi pembelajaran yaitu tulisan *green chemistry* dan *methylene blue* dimiringkan, ditambahkan pengertian *fruit battery*, hapus prinsip *green chemistry* dibagian teori, ditambahkan tabel pengamatan, dan tambahkan reaksi-reaksi yang terjadi dan ditambahkan pertanyaan yang berkaitan dengan kehidupan sehari. Hasil dari validasi ahli materi pembelajaran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Penuntun Praktikum oleh Ahli Materi

No	Aspek	Indikator Penilaian	Nomor Butir	Total Skor	Persentase	Kriteria
1.	Kelayakan Isi	Cakupan Materi	1, 2, 3	12	100%	Sangat Valid
		Keakurasi Materi	4, 5	8	100%	Sangat Valid
		Kemutakhiran Materi	6, 7	7	87,5%	Sangat Valid
		Merangsang Keingintahuan	8, 9	7	87,5%	Sangat Valid
		Jumlah		34	94,44%	Sangat Valid
2.	Kelayakan Penyajian	Teknik Penyajian	10, 11	8	100%	Sangat Valid
		Pendukung Penyajian Materi	12, 13, 14, 15	15	93,75%	Sangat Valid
		Penyajian Pembelajaran	16, 17, 18, 19, 20	20	100%	Sangat Valid
		Muatan <i>Green Chemistry</i>	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27	27	96,43%	Sangat Valid
		Jumlah		70	97,22%	Sangat Valid
3.	Penilaian Kebahasaan	Sesuai dengan Perkembangan Peserta Didik	28	4	100%	Sangat Valid
		Komunikatif	29	4	100%	Sangat Valid
		Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	30, 31	8	100%	Sangat Valid
		Dialogis dan Interaktif	32	3	75%	Valid
		Lugas	33	4	100%	Sangat Valid
		Penggunaan Istilah dan Simbol	34, 35	8	100%	Sangat Valid
Jumlah		31	96,88%	Sangat Valid		
Skor Keseluruhan						135
Persentase (%)						96,43%
Kriteria						Sangat Valid

Hasil uji validitas materi keseluruhan memperoleh persentase sebesar 96,43% dengan kriteria sangat valid. Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan dari uji validitas materi bahwa penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia layak

digunakan sebagai sumber belajar. Setelah dilakukan validasi oleh ahli dan melakukan revisi berdasarkan saran dan masukan validator maka langkah selanjutnya ialah uji praktikalitas oleh guru kimia untuk melihat kepraktisan media sehingga dapat ditentukan layak atau tidaknya untuk digunakan. Hasil uji praktikalitas oleh guru kimia disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Praktikalitas Penuntun Praktikum oleh Guru Kimia

No	Aspek	Indikator Penilaian	Nomor Butir	Total Skor	Persentase	Kriteria
1.	Penampilan Fisik	Desain Cover	1, 2, 3	10	83,33%	Sangat Praktis
		Desain Isi	4, 5, 6	11	91,67%	Sangat Praktis
		Jumlah		21	87,5%	Sangat Praktis
2.	Penyajian Materi	Isi Materi	7, 8, 9	9	75%	Praktis
		Pendukung Penyajian	10, 11	8	100%	Sangat Praktis
		Penggunaan Gambar	12	4	100%	Sangat Praktis
		Jumlah		21	87,5%	Sangat Praktis
3.	Penilaian Kebahasaan	Lugas	13, 14	8	100%	Sangat Praktis
		Komunikatif	15	4	100%	Sangat Praktis
		Dialogis dan Interaktif	16	4	100%	Sangat Praktis
		Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	17	4	100%	Sangat Praktis
		Jumlah		20	100%	Sangat Praktis
4.	Pendekatan Green Chemistry	Berbasis <i>green chemistry</i>	18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28	41	93,18%	Sangat Praktis
		Jumlah		41	93,18%	Sangat Praktis
Skor Keseluruhan						103
Persentase (%)						91,96%
Kriteria						Sangat Praktis

Berdasarkan hasil yang didapatkan maka rata-rata nilai uji praktikalitas sebesar 91,96% dengan kriteria “sangat praktis”. Hasil praktikalitas ini terdiri dari beberapa aspek penilaian yaitu pada aspek penampilan fisik mendapatkan nilai sebesar 87,5% dengan kategori “sangat

praktis”, pada aspek penyajian materi mendapatkan nilai sebesar 87,5% dengan kategori “sangat praktis”, pada aspek kebahasaan mendapatkan nilai sebesar 100% dengan kategori “sangat praktis” dan untuk aspek pendekatan *green chemistry* mendapatkan nilai sebesar 93,18% dengan kategori “sangat praktis”.

Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah uji coba kepada 10 orang peserta didik kelas XII MIPA SMAN 1 Kampar diperoleh nilai persentase kepraktisan sebesar 83% dengan kategori sangat baik. Maka dari itu secara keseluruhan penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia dinyatakan praktis dan dapat digunakan oleh guru dan peserta didik karena penuntun praktikum secara sistematis dan jelas dapat mempermudah memahami materi pelajaran. Hasil uji respon peserta didik dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Respon Peserta Didik

No	Aspek	Nomor Butir	Skor yang diperoleh	Persentase	Kriteria
1.	Penampilan Fisik	1, 2, 3	103	85,8%	Sangat Baik
2.	Materi	4, 5, 6, 7, 8	167	83,5%	Sangat Baik
3.	Kebahasaan	9, 10	69	86,25%	Sangat Baik
4.	Pendekatan <i>green chemistry</i>	11, 12, 13, 14, 15	159	79,5%	Baik
Skor Keseluruhan					498
Persentase (%)					83%
Kriteria					Sangat Baik

Tahapan akhir dari DDR yaitu evaluasi. Hasil pada tahap evaluasi ini di dasarkan pada data yang diperoleh dari validator, guru, dan respon peserta didik dari tahap pengembangan. Tak hanya itu, hasil evaluasi juga didapatkan dari masukan, saran dan komentar dari validator, guru, dan respon peserta didik. Berdasarkan hasil validasi media, hasil validasi ahli materi, hasil uji praktikalitas oleh guru kimia dan uji respon peserta didik peneliti dapat mengetahui bahwa media pembelajaran berupa penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia sangat layak digunakan dalam proses pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian desain dan uji penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia untuk kelas XII SMA yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tingkat validitas penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia yang didesain dinyatakan sangat valid berdasarkan penilaian dari ahli media yaitu dengan persentase kevalidan 95% dan untuk ahli materi dengan persentase kevalidan 96,43%. Tingkat praktikalitas penuntun praktikum berbasis *green chemistry* pada materi elektrokimia

yang didesain dinyatakan sangat praktis berdasarkan dengan penilaian dari guru kimia dan peserta didik secara berurutan dengan persentase 91,96% dan 83% pada kriteria sangat praktis.

REFERENSI

- Al Idrus, S. W., Purwoko, A. A., Hadisaputra, S., & Junaidi, E. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Lingkungan Berbasis Green Chemistry Pada Mata Kuliah Kimia Lingkungan. *Jurnal Pijar MIPA*, 15(5), 541-547.
- Arif, K. (2020). Pengembangan Penuntun Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry untuk Semester Ganjil Kelas XII IPA SMA. *SEMESTA: Journal of Science Education and Teaching*, 3(1), 59-64.
- Asmiyunda, A., Guspatni, G., & Azra, F. (2018). Pengembangan e-modul kesetimbangan kimia berbasis pendekatan saintifik untuk kelas XI SMA/MA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 2(2), 155-161.
- Asnawi, R. (2018). Kemampuan Berpikir Ilmiah Siswa Dan Miskonsepsi Pada Materi Elektrokimia. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 23(1).
- Depdiknas. (2008). Panduan Pengembangan Bahan Ajar. *Jakarta : Depdiknas*.
- Hadi, K. (2019). Desain dan Uji Coba Praktikum Green Chemistry dengan Memanfaatkan Logam Bekas pada Sel Volta. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*. 3 (2).
- Haryanti, I., Kurniawati, Y., & Lubis, F. H. (2023). Penerapan Virtual Laboratory Dengan Menggunakan Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Kimia. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(1), 42-49.
- Ilhami, A., & Hermita, N. (2020). A Modification of UNO Games: "Chemuno Card Games (CCG)" Based on "Chemistry Triangle" to Enhance Memorization of the Periodic Table. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12B), 8411-8419.
- Ilma, H., Marlina, L., & Pratiwi, R. Y. (2022). Penuntun Praktikum Elektronik Berbasis Green Chemistry Dengan Model Pembelajaran Learning Cycle-7E Pada Materi Asam-Basa. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(1), 60-77.
- Ismaila, K., Ishakb, R., & Yuetc, F. K. C. (2020). A Proposed Professional Learning Communities Model for Malaysian Schools: Using a Design Development Research Method. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 13, 621-633.
- Kurniawati, Y. (2019). Metode Penelitian Pendidikan Bidang Ilmu Pendidikan Kimia. *Pekanbaru: Cahaya Firdaus Publishing and Printing*.
- Mahartika, I., Afrianis, N., & Yuhelman, N. (2020). Analisis Kebutuhan Chemistry Games (CGs) pada Pembelajaran Kimia di SMA/MA Kota Pekanbaru. *Journal of Natural Science and Integration*, 3(1), 35-44.
- Mahartika, I. (2018). Implementasi Media Pembelajaran Hidrokarbon Berorientasi Chemistry Triangle di SMA Negeri Kota Padang. *Konfigurasi: Jurnal Pendidikan Kimia dan Terapan*, 2(2), 89-94.
- Manahan, S. E. (2006). *Green Chemistry and The Ten Commandments Of Sustainability*. Carbon, 100, 12-011.

- Rahmawati, S. (2019). Buku Petunjuk Praktikum Kimia Berbasis Green Chemistry Untuk SMA/MA Kelas XI. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, 1(1), 8-14.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). *Design And Development Research: Methods, Strategies, And Issues*. Routledge.
- Wahyuningsih, A. S. (2017). Pengembangan Modul Praktikum Kimia Dasar Berbasis Green Chemistry Untuk Mahasiswa Calon Guru IPA. *Jurnal Pena Sains*, 4(1), 43-51.
- Yuniar, S. A., Zammi, M., & Suryandari, E. T. (2019). Pengembangan Petunjuk Praktikum Berbasis Green Chemistry Pada Materi Stoikiometri Kelas X di SMAN 7 Semarang. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 1(2), 51-61.