



PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA BERBASIS INQUIRY PADA KIT EKSPERIMEN SEL VOLTA

INQUIRY BASED WORKSHEET DEVELOPMENT ON SELVOLTA EXPERIMENT KIT

Fithri Fajri Aisyah , Ida Farida dan Citra Deliana Dewi S*

*Pendidikan Kimia, Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Sunan Gunung Djati Bandung, Jl.
Soekarno-Hatta No.748, Bandung, 40614, Indonesia*

**E-mail: fithriajriaisyah@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini didorong oleh pentingnya suatu media pembelajaran kimia yang dapat menyajikan representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik pada materi sel Volta supaya materi dapat dipahami dengan baik oleh siswa. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan lembar kerja beserta kit eksperimen sel Volta, mendeskripsikan tampilan dan hasil uji validasi kedua produk tersebut. Penelitian ini menggunakan tahapan metode Desain Based Research dengan tiga tahapan yaitu Tahap Analisis (Analysis), Tahap Desain (Design), Tahap Pengembangan (Development) untuk menghasilkan lembar kerja dan kit eksperimen sel Volta. Penelitian ini dilakukan atas dasar pentingnya suatu lembar kerja disertai dengan suatu media pembelajaran kimia yang dapat menyajikan tiga level representasi kimia yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik pada materi sel Volta agar konsep tersebut dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh produk berupa lembar kerja dan kit eksperimen/ alat peraga sel Volta dengan mengkolaborasikan karakteristik dari representasi makroskopik, submikroskopik dan simbolik yang dilengkapi buku petunjuk. Hasil validasi menunjukkan bahwa kedua produk yang dihasilkan dinyatakan valid dengan perolehan nilai r_{hitung} pada lembar kerja sebesar 0,83 dan kit eksperimen sel Volta sebesar 0,85 sehingga dapat digunakan dalam pembelajaran sel Volta.

Kata kunci: kit eksperimen, alat peraga, lembar kerja inquiry, sel Volta

ABSTRACT

This research is driven by the importance of visual learning media to improve the ability to understand chemical concept involves three levels of chemical representation in Voltaic cell material. This research uses the Desain Based Research method stages with a stage of analysis, design, and development to produce small-scale experiments and the Voltaic cell model. Based on this research results, the product is obtained using a Voltaic cell model kit with the characteristics of combining macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations with guidebooks and worksheets. Validation results indicate that the product is valid with the acquisition of the value of count on the worksheet of 0,83 and props of 0.85 to be used in learning Voltaic cell.

Keywords: Voltaic cell model, worksheet, Voltaic cell

1. PENDAHULUAN

Kimia mencakup tiga level representasi yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Gilbert & Treagust, 2009). Selain itu, penyampaian pembelajaran kimia juga mempunyai beberapa ciri khas salah satunya yaitu berlandaskan eksperimen (Hofstein & Rachel Mamlok-Naaman, 2007). Permasalahannya adalah pembelajaran kimia biasanya tidak mengarahkan peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikirnya dalam menemukan suatu konsep kimia (Lahadisi, 2014) dan hanya menekankan tingkat simbolik dan pemecahan masalah saja, sedangkan visualisasi baik tingkat makroskopik dan submikroskopik juga diperlukan untuk membuat siswa memahami seluruh konsep kimia (Davidowitz & Chittleborough, 2009). Materi sel Volta termasuk jenis konsep abstrak dengan contoh konkrit (Haviyani, dkk., 2015). Karena itu, materi sel Volta dapat dipelajari dengan baik jika disampaikan melalui eksperimen dan memperhatikan keterhubungan tiga level representasi kimia yaitu level makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Helsy, dkk., 2017). Pada level makroskopik peserta didik perlu mempelajari proses berlangsungnya sel Volta, secara submikroskopik mereka perlu memahami pergerakan ion dan elektron selama proses sel Volta berlangsung kemudian mereka perlu mengubah proses menjadi formula dan persamaan kimia secara simbolis (Helsy dkk., 2017).

Pengamatan makroskopik dapat disampaikan melalui kegiatan eksperimen (Supasorn, et al., 2014). Kegiatan eksperimen tidak terlepas dari penggunaan lembar kerja eksperimen untuk memfasilitasi dan membantu kelancaran kegiatan eksperimen tersebut (Hifzhiah, Nuryadin, & Darwis, 2013). Pada umumnya lembar kerja eksperimen yang digunakan hanya berupa instruksi langsung sehingga tidak ada keterlibatan peserta didik dalam menemukan konsep (Hifzhiah et al., 2013).

Salah satu pendekatan yang menunjang keterlibatan peserta didik dalam menemukan konsep yaitu pendekatan inquiry (Lahadisi, 2014). Lembar kerja eksperimen berbasis inquiry dapat mengarahkan peserta didik terlibat dalam proses mengajukan pertanyaan ilmiah, mengajukan jawaban sementara, merancang prosedur percobaan, mengumpulkan data, menganalisa data, menyimpulkan serta mengkomunikasikan hasilnya sehingga peserta didik dapat lebih aktif dan kreatif (Lahadisi, 2014).

Penelitian menunjukkan bahwa peserta didik menghadapi kesulitan dalam menghubungkan dan memvisualisasikan pengamatan eksperimen (pengamatan makroskopik) dan tingkat simbolis terhadap apa yang terjadi pada tingkat submikroskopik (tingkat molekul), sehingga konsep sel Volta tidak dapat dipahami secara utuh (Supasorn, 2015). Cara efektif untuk meningkatkan kemampuan multiple representasi siswa pada pemahaman konsep sel Volta adalah melalui kegiatan eksperimen untuk menjelaskan level makroskopik kemudian dikolaborasikan dengan penggunaan media tingkat molekuler untuk memvisualisasikan level submikroskopik, selanjutnya dihubungkan dengan level simbolik (melalui persamaan dan rumus kimia) (Cullen & Pentecost, 2011). Namun, fakta dilapangan menunjukkan bahwa penggunaan media yang mampu memvisualisasikan level submikroskopik masih terbatas (Cullen & Pentecost, 2011), pelaksanaan kegiatan eksperimen juga sering terkendala oleh tidak tersedianya alat laboratorium (Mayangsari, dkk., 2019).

Kit eksperimen berupa alat peraga sel Volta berorientasi representasi kimia merupakan media yang sesuai untuk mengatasi hal tersebut. Alat peraga ini menggunakan bahan sederhana dan dapat dengan mudah dibuat (Compton, et al., 2012). Alat peraga makroskopik menjadi alternatif alat laboratorium supaya dapat melaksanakan eksperimen sebagai ciri dari ilmu kimia (Baum, et al., 2014). Alat peraga submikroskopik- simbolik merupakan media kinestetik yang memungkinkan siswa terlibat dalam suatu kegiatan atau pengalaman untuk memberikan kesan yang lebih mendalam dan menghindari verbalisme sehingga ingatan siswa mengenai konsep kimia lebih lama bertahan (Juwairiyah, 2013).

Karena itu, pada penelitian ini akan dikembangkan lembar kerja eksperimen berbasis inquiry pada kit eksperimen sel Volta untuk menunjang pembelajaran materi sel Volta.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Desain Based Research (DBR), bertujuan untuk menghasilkan produk yang kemudian diuji keefektifan produk tersebut (Herrington, et al., 2007). Terdapat tiga tahapan dalam penelitian ini yaitu analysis (identifikasi kebutuhan lembar kerja dan alat peraga), design (desain lembar kerja dan alat peraga) dan development (pembuatan produk dan uji validasi produk) (Branch, 2009).

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu flow chart, buku petunjuk, lembar kerja eksperimen sel Volta angket validasi. Flow chart dan buku petunjuk prosedur pembuatan dan penggunaan alat peraga dibuat oleh peneliti untuk memberikan gambaran mengenai tampilan alat peraga sel Volta berorientasi representasi kimia. Lembar kerja eksperimen sel Volta digunakan sebagai panduan bagi siswa dalam kegiatan praktikum dan menggali keterkaitannya dengan konten materi. Angket validasi berupa daftar isian (check list) dengan skala Likert diisi oleh tiga dosen ahli sebagai validator.

Tahap analisis sampai pengembangan lembar kerja dan alat peraga dilaksanakan di Lab Terpadu UIN Sunan Gunung Djati Bandung dari tanggal 11 November 2019 sampai dengan 29 November 2019, sementara tahap uji validasi dilaksanakan dengan dua tahap yaitu secara tatap muka dan dilanjutkan secara daring atau online dari tanggal 12 Maret 2020 hingga 11 Juni 2020. Hal ini dikarenakan adanya kendala sehubungan dengan menyebarnya wabah Covid 19 di seluruh Indonesia sehingga kegiatan di dalam kampus ditutup (lockdown).

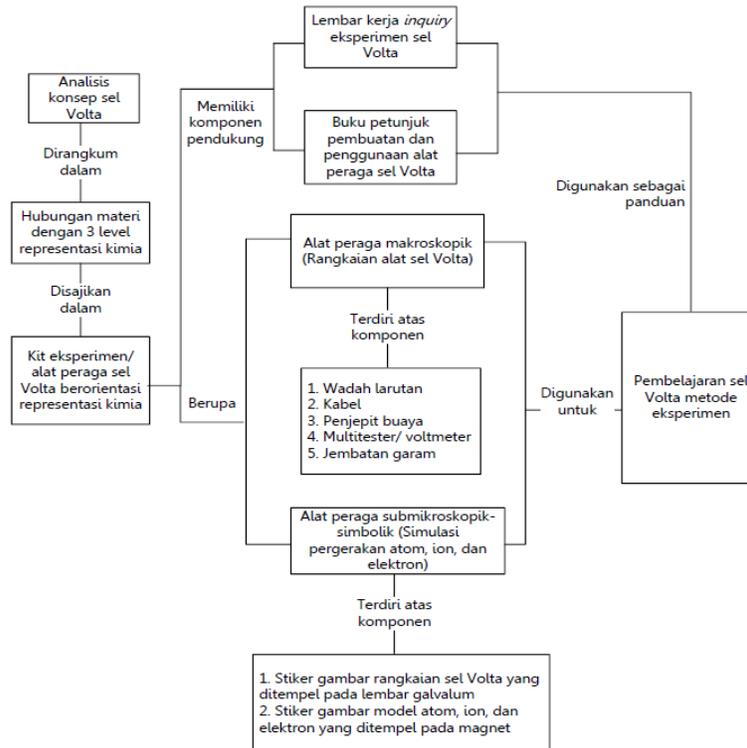
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap awal menentukan tampilan lembar kerja dan alat peraga sel Volta berorientasi representasi kimia adalah identifikasi kebutuhan (Haryati, 2012). Pertama, dilakukan analisis keterhubungan antara representasi makroskopik, representasi submikroskopik dan representasi simbolik pada materi sel Volta berdasarkan KD 3.4 dan KD 4.4 seperti yang dituangkan dalam Tabel 1.

Tabel 1 Analisis Representasi Kimia pada Konsep Sel Volta

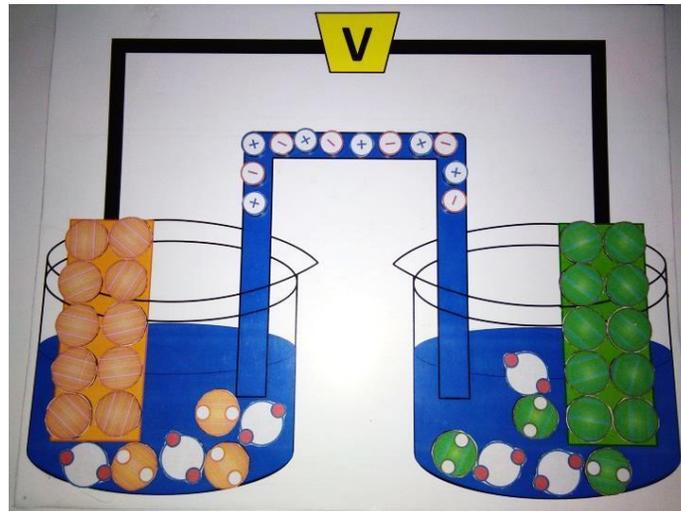
No	Konsep	Representasi		
		Makroskopik	Submikroskopik	Simbolik
1	Logam anoda	Eksperimen sel volta	-	-
2	Logam katoda		-	-
3	Larutan elektrolit		-	-
4	Jembatan garam		-	-
5	Kation	-	Simulasi pergerakan atom, kation, anion dan elektron	Simbolisasi dari masing-masing atom, kation, anion dan elektron
6	Anion	-		
7	Elektron	-		
8	Reaksi reduksi	-	-	Persamaan reaksi
9	Reaksi oksidasi	-	-	

Berdasarkan analisis representasi pada konsep sel Volta terdapat konsep yang berkaitan dengan representasi makroskopik, representasi submikroskopik dan representasi simbolik. Oleh karena itu, pada tahap pengembangan desain, dibuat dua rancangan alat peraga, pertama untuk level makroskopik, kedua untuk level submikroskopik-simbolik. Setelah analisis konsep dan representasi secara umum, peneliti membuat flow chart guna menjadi acuan pembuatan lembar kerja dan kit eksperimen sel Volta (Branch, 2009). Flow chart dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1 Flowchart

Tampilan produk dari kit eksperimen sel Volta yang dibuat yaitu berupa paduan dari dua alat peraga submikroskopik-simbolik (Gambar 2) dan alat peraga makroskopik (Gambar 3).



Gambar 2 Tampilan Alat Peraga Submikroskopik-Simbolik



Gambar 3 Tampilan Alat Peraga Makroskopik

Gambar 2 menunjukkan tampilan alat peraga submikroskopik-simbolik untuk mengilustrasikan pergerakan atom, ion dan elektron dengan menggunakan magnet-magnet yang menempel pada lembar galvalum (Smiar & Mendez, 2016). Gambar 3 menunjukkan tampilan alat peraga makroskopik, terdapat beberapa komponen yang diubah dari komponen laboratorium aslinya, diantaranya tabung U sebagai jembatan garam diganti oleh selang kecil, gelas kimia diganti oleh toples plastik transparan dan penggunaan multimeter analog kecil. Selang kecil digunakan karena bersifat aman dan mudah didapatkan, dan toples plastik transparan digunakan karena bersifat aman dan tidak menghambat siswa dalam proses pengamatan. Pemilihan alat dan bahan yang

digunakan untuk alat peraga didasarkan pada prinsip sederhana, pengeluaran biaya terjangkau dan tidak mengurangi nilai keberfungsian dari alat laboratorium aslinya (Compton et al., 2012).

Alat peraga makroskopik dan alat peraga submikroskopik-simbolik kemudian dirancang menjadi model KIT (Komponen Instrumen Terpadu) seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Tampilan Alat Peraga Sel Volta Berorientasi Representasi Kimia

Gambar 4 menunjukkan rangkaian alat peraga yang telah tersusun rapi dalam satu kotak kemasan KIT. KIT memiliki beberapa keunggulan diantaranya penggunaan alat peraga menjadi lebih praktis dan dapat meringankan kerja guru dalam persiapan praktikum (Subamia, dkk., 2015).

Hasil uji validasi kit eksperimen sel Volta dapat dilihat pada Tabel 2.

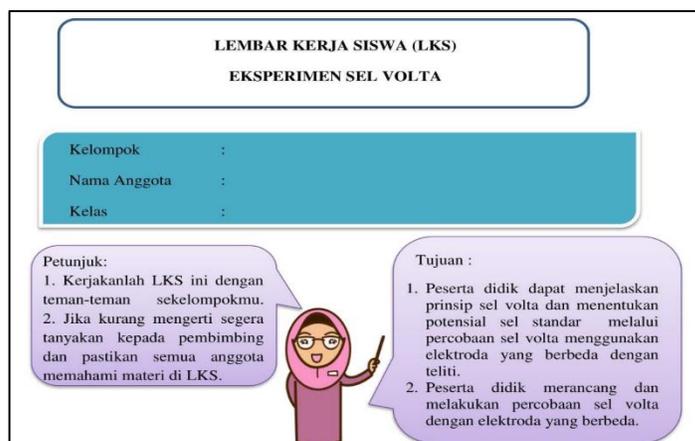
Tabel 2 Hasil Validasi Alat Peraga

No	Aspek Penilaian	r _{hitung}	R _{hitung} rata- rata	Kesimpulan
1.	Tampilan fisik Kit eksperimen sel Volta	0,86	0,85	Sangat Layak
2.	Keberfungsian komponen alat peraga sel Volta	0,85		
3.	Pembuatan dan penggunaan alat peraga	0,92		
4.	Kesesuaian dengan materi	0,83		
5.	Efisiensi waktu	0,83		
6.	Ketahanan alat	0,80		
7.	Keamanan bagi siswa	0,83		

Berdasarkan Tabel 2, nilai r_{hitung} rata-rata tertinggi sebesar 0,92 didapatkan pada aspek pembuatan dan penggunaan alat peraga. Aspek ini meliputi dua indikator penilaian yaitu kemudahan dalam memperoleh bahan yang digunakan untuk membuat alat peraga sel Volta dan kemudahan membuat alat peraga. Nilai r_{hitung} yang tinggi pada aspek ini menunjukkan alat peraga dinyatakan valid dengan interpretasi kelayakan tinggi (Sugiyono, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa alat peraga telah memenuhi syarat pemilihan alat dan bahan yang digunakan untuk alat peraga didasarkan pada prinsip sederhana, pengeluaran biaya terjangkau dan tidak mengurangi nilai keberfungsian dari alat laboratorium aslinya (Compton, et al., 2012). Hal ini juga berkaitan dengan peran alat peraga sebagai alternatif keterbatasan alat laboratorium karena bahan yang mudah tersedia dapat memudahkan guru untuk dapat membuatnya bagi keperluan sekolah (Set dan Kita, 2014:896).

Nilai r_{hitung} rata-rata terendah yaitu sebesar 0,80 didapatkan pada aspek ketahanan alat. Aspek ini terdapat dua butir indikator yaitu ketahanan alat terhadap faktor lingkungan dan kemudahan perawatan. Artinya, alat peraga masih memiliki keterbatasan ketahanan dan penyimpanan dalam waktu yang lama karena bisa rentan terhadap faktor lingkungan sehingga diperlukan adanya perbaikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Juwairiyah (2013) bahwa salah satu syarat yang perlu diperhatikan dalam pembuatan alat peraga yang baik yaitu harus tahan lama (terbuat dari bahan yang cukup kuat dan tidak mudah rusak). Meskipun nilai pada aspek ketahanan lebih rendah dibanding aspek yang lain, nilai r_{hitung} sebesar 0,80 tetap mendapatkan kelayakan yang tinggi karena memiliki nilai r_{hitung} rata-rata keseluruhan sebesar $0,85 > r_{kritis} 0,3$ sehingga alat peraga dapat dinyatakan valid dengan kriteria kelayakan tinggi (Sugiyono, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa alat peraga yang dibuat dapat menunjang kebutuhan pembelajaran (Sudjana, 2009).

Selanjutnya dibuat lembar kerja eksperimen sel Volta dan buku petunjuk sebagai panduan bagi siswa untuk dapat mengoperasikan alat peraga dan menggali keterkaitannya dengan konten materi. Lembar kerja berisi beberapa pertanyaan dan instruksi yang menuntun siswa untuk dapat memahami konsep sel Volta dalam tiga level representasi kimia (Kurniawati, 2013). Adapun tampilan lembar kerja secara lengkap sebagai berikut :



Gambar 5 Halaman Awal Lembar Kerja

Ayo Mengamati Bacalah wacana dibawah ini dengan seksama!

Sel Galvani atau disebut juga dengan **sel Volta** adalah sel elektrokimia yang dapat menghasilkan energi listrik dari suatu reaksi redoks yang spontan. Reaksi redoks spontan yang dapat mengakibatkan terjadinya energi listrik ini ditemukan oleh Luigi Galvani dan Alessandro Guisepe Volta.

Sel Volta terdiri atas elektroda tempat berlangsungnya reaksi oksidasi yang disebut anoda (elektroda negatif), tempat berlangsungnya reaksi reduksi yang disebut katoda (elektroda positif), larutan elektrolit, jembatan garam, serta kawat penghantar. Rangkaian sel Volta dapat dilihat pada Gambar 1 :



Gambar 1. Rangkaian sel Volta

Gambar 6 Tampilan Wacana Pada Lembar Kerja

Pada halaman awal lembar kerja, terdapat judul dari percobaan, informasi identitas siswa, tujuan, petunjuk lembar kerja, dan wacana mengenai sel Volta seperti yang disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Wacana pada lembar kerja berisi fenomena yang berkaitan dengan percobaan sel Volta, dan mengarahkan siswa untuk mengamati isi wacana tersebut. Hal ini merupakan bagian dari tahapan inquiry yaitu tahap orientasi masalah (Lahadisi, 2014).

1. Buatlah 3 rumusan masalah berdasarkan wacana yang disajikan!
Jawaban:
2. Dari rumusan masalah yang telah disepakati, buatlah hipotesisnya!
Jawaban:
3. Rancanglah percobaan sel Volta dengan cara mengisi *template* percobaan seperti di bawah ini!

Gambar 7 Tahapan mengajukan pertanyaan, Hipotesis, dan Merancang Percobaan

Berdasarkan Gambar 7, pada nomor satu, siswa diarahkan untuk membuat rumusan masalah berdasarkan wacana yang disajikan. Hal ini bertujuan untuk mendorong siswa berpikir kritis menemukan permasalahan terhadap wacana yang telah dibaca. Pada nomor dua siswa diminta untuk membuat hipotesis atau jawaban sementara dari pertanyaan yang sudah diajukan, hal ini bertujuan untuk melatih sikap percaya diri pada siswa ketika menyampaikan pendapatnya melalui sebuah prediksi. Pada nomor tiga siswa diminta untuk

membuat rancangan percobaan sesuai dengan template yang telah disajikan pada lembar kerja. Hal ini bertujuan untuk memandu siswa supaya pelaksanaan kegiatan percobaan sel Volta dapat berjalan dengan baik.

4. Gambarkanlah bagan sel Volta dengan menyebutkan komponen-komponen yang harus ada pada sel Volta tersebut!
Jawaban:

5. Jelaskan alasan pemilihan logam yang bertindak sebagai katoda dan anoda dengan melihat data nilai potensial reduksi standar masing-masing logam!
Jawaban:

6. Lakukanlah percobaan sesuai dengan prosedur yang telah anda buat dengan menggunakan alat peraga sel Volta! Kemudian buatlah tabel data pengamatan hasil percobaan sel Volta!

Gambar 8 Tahap mengumpulkan data

7. Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi pada katoda dan anoda!
Jawaban:

8. Setelah melakukan percobaan, simulasikan proses sel Volta tersebut menggunakan alat peraga molekuler, kemudian gambarkan apa yang terjadi pada katoda, anoda, larutan elektrolit, jembatan garam dan gambarkan bagaimana arah pergerakan elektron pada keadaan awal, keadaan proses dan keadaan akhir dari sel Volta!

Kadaan Awal :

Gambar 9 Tahap menganalisis data

Berdasarkan Gambar 8 siswa diarahkan untuk melakukan percobaan sel Volta menggunakan alat eksperimen sel Volta pada kit eksperimen yang telah dibuat (Gambar 3). Selanjutnya pada Gambar 9 siswa diarahkan untuk menyimulasikan pergerakan atom, ion dan elektron saat berlangsungnya sel Volta dengan menggunakan alat peraga molekuler (Gambar 2) untuk mengetahui keterhubungan tiga level representasi kimia pada materi sel Volta.

10. Berdasarkan percobaan sel Volta yang telah dilakukan, buatlah kesimpulannya!
Jawaban:

Gambar 10 Tahap Menyimpulkan

Pada Gambar 10 siswa diinstruksikan untuk menyimpulkan hasil percobaan menggunakan kit eksperimen yang telah dilakukan dan keterkaitan representasi kimia pada sel Volta.

Hasil uji validasi lembar kerja dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Validasi Lembar Kerja

No	Indikator Penilaian	r hitung	Kesimpulan
1	Jenis, ukuran dan warna huruf yang digunakan dalam lembar kerja sudah sesuai	0,83	Valid
2	Kalimat yang digunakan dalam lembar kerja sudah tepat	0,83	Valid
3	Penggunaan kata atau istilah dalam lembar kerja sudah tepat	0,83	Valid
4	Tahapan inkuiri dalam lembar kerja disusun secara runtut	0,83	Valid
5	Instruksi yang digunakan dalam lembar kerja sudah jelas, mudah dimengerti dan mudah dipahami	0,83	Valid
6	Wacana yang disajikan dalam lembar kerja sudah jelas, mudah dimengerti dan mudah dipahami	0,83	Valid
7	Kejelasan wacana sel Volta yang disajikan pada level makroskopik	0,83	Valid
8	Wacana yang disajikan pada lembar kerja membantu siswa untuk memaparkan pengetahuannya mengenai sel Volta, sehingga dapat membuat rumusan masalah mengenai percobaan	0,83	Valid
9	Wacana yang disajikan membantu siswa untuk dapat membuat hipotesis dan menjawab pertanyaan mengenai percobaan	0,83	Valid
10	Wacana yang disajikan membantu siswa untuk menentukan variabel- variabel yang diteliti	0,83	Valid
11	Pertanyaan yang diberikan pada lembar kerja membantu siswa dalam menggali informasi mengenai sel volta pada level makroskopik, submikroskopik dan simbolik	0,83	Valid

No	Indikator Penilaian	r hitung	Kesimpulan
12	Pertanyaan yang diberikan pada lembar kerja membantu siswa dalam menyimpulkan mengenai percobaan	0,83	Valid
13	Penggunaan lembar kerja dapat mempermudah eksperimen	0,83	Valid
14	Penggunaan lembar kerja dalam eksperimen sel volta dapat memberi umpan balik terhadap motivasi siswa	0,83	Valid
	Rata-rata	0,83	Valid

Berdasarkan Tabel 3, nilai r_{hitung} untuk hasil validasi lembar kerja sebesar 0,83 didapatkan pada semua indikator penilaian lembar kerja. Hal ini menunjukkan lembar kerja yang dibuat telah sesuai dengan fungsinya yaitu sebagai penuntun agar siswa dapat berperan aktif dalam melaksanakan praktikum sebagaimana mestinya (Hifzhiah, dkk., 2013) Secara keseluruhan, hasil validasi untuk lembar kerja dinyatakan valid dengan kriteria kelayakan tinggi karena memiliki nilai r_{hitung} rata-rata $0,83 > r_{kritis} 0,3$ (Sugiyono, 2014:457).

Selanjutnya untuk tampilan buku petunjuk dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Tampilan Buku Petunjuk

Buku petunjuk berfungsi sebagai panduan dalam penggunaan alat peraga. Buku petunjuk terdiri atas cover dan bagian isi yaitu fungsi komponen, prosedur pembuatan dan prosedur penggunaan alat peraga. Buku petunjuk dibuat dengan menggunakan aplikasi pengolah

gambar dan pengolah kata. Ukuran kertas yang digunakan adalah A5 dengan background buku dibuat full colour supaya terlihat menarik.

Adapun hasil uji validasi untuk buku petunjuk didapatkan nilai r_{hitung} tertinggi yaitu sebesar 0,92 pada indikator penyajian prosedur penggunaan alat peraga lengkap dan jelas. Hal ini menunjukkan penyampaian instruksi untuk setiap prosedur yang terdapat dalam buku petunjuk memudahkan pembaca untuk menggunakan alat peraga. Sementara itu, nilai r_{hitung} terendah yaitu sebesar 0,83 didapatkan pada enam indikator lainnya yaitu penyajian isi dilakukan secara logis dan sistematis, penyajian isi dilengkapi dengan informasi fungsi alat dan bahan, penyajian prosedur pembuatan alat peraga lengkap dan jelas, penyajian gambar lengkap sesuai dengan pesan, penyajian praktis, serta penyajian mendorong pembaca untuk kerja kreatif. Secara keseluruhan, hasil validasi untuk buku petunjuk dinyatakan valid dengan kriteria kelayakan tinggi karena memiliki nilai r_{hitung} rata-rata $0,85 > r_{kritis}$ 0,3 (Sugiyono, 2014:457).

4. KESIMPULAN

Alat peraga sel Volta berorientasi representasi kimia dibuat melalui beberapa tahapan. Tahap analisis menghasilkan tampilan analisis konsep, peta konsep dan analisis keterhubungan representasi kimia pada konsep sel Volta. Tahap desain menghasilkan tampilan flow chart dan gambar rancangan alat peraga. Tahap pengembangan menghasilkan alat peraga sel Volta berorientasi representasi kimia. Tampilan alat peraga makroskopik berupa rangkaian alat sel Volta sederhana, dan tampilan alat peraga submikroskopik-simbolik berupa magnet bersymbol atom, ion dan elektron yang digunakan untuk simulasi pergerakan atom, ion dan elektron pada saat proses sel Volta. Kedua alat tersebut dipadukan menjadi satu set dan dilengkapi dengan buku petunjuk dan lembar kerja dengan tampilan yang menarik. Selanjutnya pembuatan lembar kerja juga melalui beberapa tahap yaitu penyusunan indikator pembelajaran sel Volta, kisi-kisi lembar kerja dan rubrik penilaian lembar kerja.

Hasil uji validasi menunjukkan nilai r_{hitung} sebesar 0,85 untuk alat peraga, 0,83 untuk lembar kerja dan 0,85 untuk buku petunjuk. Berdasarkan hasil validasi tersebut, lembar kerja dan kit eksperimen sel Volta dapat digunakan dalam pembelajaran materi sel Volta.

DAFTAR PUSTAKA

- Baum, E. W., Esteb, J. J., & Wilson, A. M. (2014). Waterless condensers for the teaching laboratory: An adaptation of traditional glassware. *Journal of Chemical Education*, 91(7), 1087–1088. <https://doi.org/10.1021/ed400629x>
- Branch, R. M. (2009). Instructional Design: The ADDIE Approach. <https://doi.org/DOI 10.1007/978-0-387-09506-6>
- Compton, O. C., Egan, M., Kanakaraj, R., Higgins, T. B., & Nguyen, S. T. (2012). Conductivity Through Polymer Electrolytes and Its Implications in Lithium-Ion Batteries: Real-World Application of Periodic Trends. *Journal of Chemical Education*, 89(11), 1442–1446. <https://doi.org/10.1021/ed200478d>

- Cullen, D. M., & Pentecost, T. C. (2011). A Model Approach to the Electrochemical Cell : An Inquiry Activity. *Journal of Chemical Education*, 88, 1562–1564. <https://doi.org/dx.doi.org/10.1021/ed101146u>
- Daviddowitz, B., & Chittleborough, G. (2009). *Linking the Macroscopic and Sub-microscopic Levels*. Dordrecht: Springer.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education (Vol. 4)*. Germany: Springer.
- Haryati, S. (2012). Research and Development (R&D) Sebagai Salah Satu Model Penelitian dalam Bidang Pendidikan. 37(1), 11–26.
- Haviyani, H., Farida, I., & Helsy, I. (2015). Pengembangan Bahan Ajar Pada Materi Sel Volta Berorientasi Multipel Representasi Kimia. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*, (October). Bandung.
- Helsy, I., Maryamah, Farida, I., & Ramdhani, M. . (2017). Volta-Based Cells Materials Chemical Multiple Representation to Improve Ability of Student Representation Volta-Based Cells Materials Chemical Multiple Representation to Improve Ability of Student Representation. *Journal of Physics: Conference Series*, 0–5. <https://doi.org/doi:10.1088/1742-6596/895/1/012010>
- Herrington, J., McKenney, S., Reeves, T., & Oliver, R. (2007). Design-based research and doctoral students: Guidelines for preparing a dissertation proposal. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 4089–4097. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Hifzhiah, A. I., Nuryadin, S., & Darwis, D. (2013). Pengembangan lks praktikum pada pokok bahasan laju reaksi untuk kelas xi sma/ma melalui penerapan green chemistry (di sman 31 jakarta). 3(1).
- Hofstein, A., & Rachel Mamlok-Naaman. (2007). The laboratory in science education : the state of the art. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2), 105–107.
- Juwairiyah. (2013). Alat Peraga dan Media Pembelajaran Kimia. *Visipena*, 4(1), 1–13. Retrieved from <http://ejournal.stkipgetsempena.ac.id/index.php/visipena/article/view/49>
- Kurniawati, W. (2013). Pengembangan Alat Peraga Dan Lembar Kerja Siswa Berorientasi Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Kimia SMA. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 2013, 439–456. Lampung.
- Lahadisi. (2014). Inkuiri: Sebuah Strategi Menuju Pembelajaran Bermakna. *Jurnal Al-Ta'dib*, 7(2), 85–98.
- Mayangsari, D., Irwansyah, F. S., & Farida, I. (2019). The making of metal coating props oriented chemical representation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055034>

- Set, S., & Kita, M. (2014). Development of a Handmade Conductivity Measurement Apparatus and Application to Vegetables and Fruits. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 892–897. <https://doi.org/doi.org/10.1021/ed400611q> | J.
- Smiar, K., & Mendez, J. D. (2016). Creating and Using Interactive, 3D-Printed Models to Improve Student Comprehension of the Bohr Model of the Atom, Bond Polarity, and Hybridization. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1591–1594. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00297>
- Subamia, Putu, I. D., Wahyuni, I. G. A. N. S., & Widiasih, N. N. (2015). "Pengembangan Perangkat Praktikum Berorientasi Lingkungan Penunjang Pembelajaran IPA SMP sesuai kurikulum 2013." *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(2), 684–696.
- Sudjana, N. (2009). *Media Pengajaran*. Bandung: Sinar Baru.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian dan Pengembangan*. Bandung: Alfabeta.
- Supasorn, S. (2015). Research and Practice mental models of galvanic cells before and after. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 393–407. <https://doi.org/10.1039/C4RP00247D>
- Supasorn, S., Khattiyavong, P., Jarujamrus, P., & Promarak, V. (2014). Small-Scale Inquiry-Based Experiments to Enhance High School Students ' Conceptual Understanding of Electrochemistry. 81, 85–91. <https://doi.org/10.7763/IPEDR.2014.V81.14>