

Analisis Bahan Ajar Sel Volta pada Buku Teks Kimia SMA/MA Berdasarkan Kriteria Keterhubungan Representasi Kimia

Devi Pratiwi Sudrajat^{1,a)}, Ida Farida Ch. ^{2,b)}, Ratih Pitasari ^{3,c)}

Mahasiswa Pasca Sarjana UPI
Jl. Dr. Setia Budi No.229 Bandung

Program Studi Pendidikan Kimia
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung
Jl. A.H Nasution No.105, Bandung

SMA Negeri 16 Bandung
Jl. Mekarsari No. 81 Kiaracondong, Bandung

^{a)} devipratiwisudrajat@gmail.com

^{b)} farchemia65@gmail.com

^{c)}ratihpitasari35@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini untuk mendeskripsikan hasil analisis konten bahan ajar dan representasi konsep sel Volta berdasarkan struktur makro wacana dan kriteria keterhubungan representasi kimia dalam buku teks kimia SMA/MA kelas XII. Dengan menggunakan metode penelitian deskriptif. Analisis wacana dilakukan terhadap dua buku sekolah elektronik kimia (Buku A dan B) yang diambil berdasarkan hasil studi pendahuluan dan wawancara mengenai penggunaan BSE di beberapa sekolah wilayah Bandung Timur. Berdasarkan analisis konten, kedua buku tersebut mengacu pada standar isi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan namun memiliki perbedaan dalam eksplanasi konten, dari struktur makro wacana kedua buku tersebut memiliki keterbatasan dalam kedalaman materi pada beberapa konsep kunci yang terdapat dalam buku teks meliputi perbedaan kespontanan reaksi redoks, penjelasan jembatan garam, penulisan notasi sel, penggunaan standar elektroda hidrogen dan kurangnya konteks sel Volta dalam kehidupan. Dalam penyajian materi buku B lebih mengembangkan berpikir induktif dibandingkan buku A. Representasi yang terkandung dalam kedua buku sebagian besar meliputi makroskopik dan simbolik serta lebih besar memiliki representasi yang bersifat implisit. Keterhubungan representasi pada kedua buku hampir seluruhnya terkait dengan teks, namun sebagian besar dalam buku A dan buku B tidak memiliki kalimat penghubung langsung antara teks dan gambar. Setiap representasi memiliki keterangan gambar yang sesuai dan pada kriteria keterhubungan setiap representasi multiple sebagian besar saling berkaitan.

Kata Kunci : Analisis Bahan Ajar, Konsep Sel Volta, Buku teks Kimia SMA/MA, Keterhubungan Representasi Kimia

PENDAHULUAN

Buku teks merupakan bahan ajar yang berperan penting dalam proses pembelajaran. Hal ini terjadi karena siswa membutuhkan referensi atau acuan untuk menggali ilmu sehingga dapat memanfaatkan pemahaman dan kemampuan yang lebih luas [1]. Salah satu kriteria buku teks yang baik yaitu buku teks yang memiliki kejelasan konsep sehingga tidak menimbulkan kesalahan pemahaman bagi pembaca [2].

Berdasarkan hasil studi pendahuluan kepada beberapa siswa SMA di kota Bandung Timur sebagian besar menyatakan bahwa buku merupakan sumber belajar yang sering digunakan secara mandiri. Saat ini Buku Sekolah Elektronik (BSE) dinyatakan sebagai program pemerintah yang dapat memenuhi kebutuhan siswa dan guru untuk dapat memiliki buku acuan.

Levine[3] juga menyatakan kesulitan pada konsep sel Volta disebabkan oleh konsep yang diajarkan hanya berdasarkan perspektif makroskopis dan simbolik saja sehingga mereka sulit membedakan sel elektrolisis dan sel Volta. Selain itu Garnett dan Treagust dalam Mondal [4] juga mengidentifikasi terjadinya kesukaran pada siswa SMU untuk mempelajari elektrokimia diantaranya arus pergerakan elektron, penandaan katoda dan anoda, menghitung potensial sel, deret Volta.

Penulis buku memiliki kebebasan mengembangkan pendekatannya untuk menuangkan Standar Kompetensi Kurikulum Nasional yang berlaku, sehingga memungkinkan terjadinya keragaman struktur dan konten pembahasannya. Sangatlah penting bagi guru kimia untuk menelaah terlebih dahulu bahan ajar yang tepat yang akan digunakan dalam pembelajaran terutama buku teks. Apabila pemaparan dalam buku teks salah atau kurang tepat maka akan berpotensi menimbulkan miskonsepsi bagi siswa yang membacanya [5].

Untuk itu diperlukannya suatu analisis terhadap beberapa buku teks SMA terkait struktur konten agar guru dapat melihat keluasaan serta kedalaman materi pada suatu pokok bahasan, membandingkan beberapa konsep terkait serta melibatkan penjelasan multiple representasi dalam pembelajaran. Sehingga dapat digunakan sebagai bekal untuk memilih buku-buku yang tepat untuk dijadikan sebagai salah satu sumber belajar bagi siswa

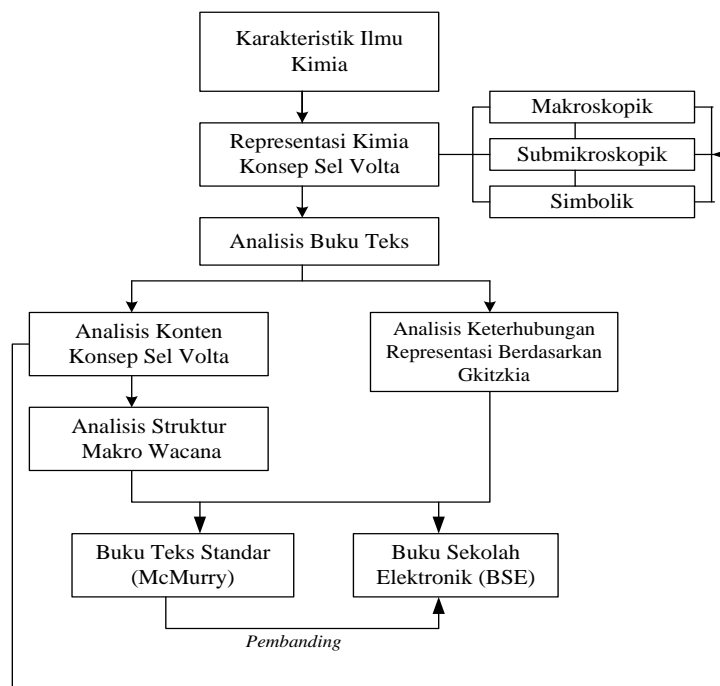
Makalah ini mendeskripsikan konten bahan ajar konsep sel volta pada beberapa Buku Sekolah Elektronik pelajaran kimia SMA/MA berdasarkan analisis struktur makro wacana agar diketahui bagaimana eksplanasi konsep sel Volta dalam buku Teks Kimia SMA. Serta menganalisis representasi konsep sel Volta berdasarkan kriteria keterhubungan representasi kimia.

Representasi Kimia

Berdasarkan penelitian Gkitzka, *et al.* [1] terhadap lima buku teks di Yunani ditetapkan lima kriteria untuk memenuhi representasi kimia yang baik dalam buku teks pelajaran, diantaranya: (R₁): jenis representasi, (R₂): fitur interpretasi, (R₃): keterkaitan dengan teks, (R₄): ada atau tidaknya keterangan gambar, (R₅): derajat keterhubungan antara komponen multiple representasi. Kelebihan kriteria ini tidak hanya dilihat dari keberadaan representasinya saja, akan tetapi dilihat dari beberapa aspek keterangan gambar, keterkaitan teks dan aspek keterhubungan dengan representasi lain.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deksriptif berupa hasil analisis representasi kimia terhadap bahan ajar sel Volta dalam buku teks kimia McMurry dan dua Buku Sekolah Elektronik SMA/MA kelas XII yang kemudian dianalisis berdasarkan konten struktur makro wacana dan kriteria representasi kimia. Langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Prosedur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis konten berdasarkan struktur makro wacana

Analisis konten dilakukan dengan membuat tabel kategorisasi konten dari representasi teks yang terkandung dalam buku. Setiap proposisi untuk label konsep dianalisis dan diturunkan menjadi indikator teks untuk menemukan keterampilan berpikir yang dikembangkan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terdapat beberapa konsep kunci yang menjadi acuan menganalisis konten materi sel Volta. Dipaparkan pada tabel berikut :

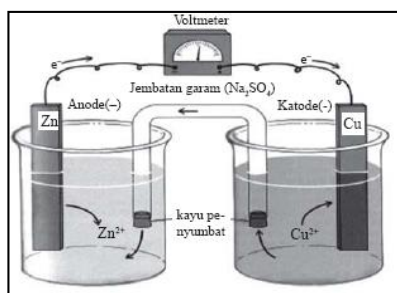
Tabel 1. Indikator konsep berdasarkan struktur makro wacana

No	Konsep Kunci	Indikator Buku Teks	Indikator Buku A	Indikator Buku B
1.	Sel Volta	<ul style="list-style-type: none"> - Membedakan reaksi redoks biasa, sel Volta, sel elektrolisis - Mendefinisikan sel Volta - Mendeskripsikan komponen dari sel Volta - Menjelaskan aliran elektron dan ion pada sel Volta - Membedakan katoda dan anoda pada sel Volta - Mendeskripsikan fungsi dan prinsip jembatan garam 	<ul style="list-style-type: none"> - Membedakan reaksi redoks dan sel elektrolisis - Mendefinisikan sel Volta - Mendeskripsikan komponen sel Volta 	<ul style="list-style-type: none"> - Memberi contoh aplikasi sel Volta - Mendefinisikan sel Volta - Mendeskripsikan komponen sel Volta - Membedakan katoda dan anoda pada sel Volta - Mendeskripsikan fungsi jembatan garam
2.	Notasi Sel Volta	<ul style="list-style-type: none"> - Menuliskan aturan penulisan notasi sel - Mendeskripsikan simbol pada notasi 	<ul style="list-style-type: none"> - Menuliskan notasi sel Volta 	<ul style="list-style-type: none"> - Menuliskan notasi sel Volta
3.	Potensial Sel Standar	<ul style="list-style-type: none"> - Menunjukkan komponen sel Elektroda Hidrogen Standar - Mendeskripsikan prinsip SHE - Menghitung potensial elektroda berdasarkan 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendefinisikan pengertian potensial elektrode - Menunjukkan kekuatan potensial reduksi standar melalui tabel 	<ul style="list-style-type: none"> - Mendefinisikan pengertian potensial elektrode - Mendeskripsikan prinsip SHE - Menunjukkan kekuatan

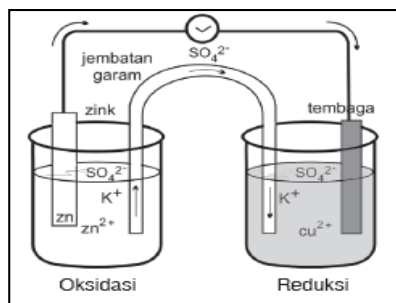
No	Konsep Kunci	Indikator Buku Teks	Indikator Buku A	Indikator Buku B
		Elektroda Hidrogen Standar - Mendeskripsikan hubungan potensial sel dan arah reaksi - Menunjukkan kekuatan potensial reduksi standar melalui tabel		potensial reduksi standar melalui tabel
4.	Potensial Sel	- Menghitung potensial sel berdasarkan penjumlahan setengah reaksi - Mendeskripsikan kespontanan suatu reaksi - hubungan sifat ekstensif dan intensif pada potensial sel	- Menghitung potensial sel berdasarkan penjumlahan setengah reaksi - Mendeskripsikan kespontanan suatu reaksi	- Menghitung potensial sel berdasarkan penjumlahan setengah reaksi - Mendeskripsikan kespontanan suatu reaksi -
5.	Aplikasi Sel Volta	- <i>Fuell cell</i> (sel bahan bakar) - Baterai sel kering - Baterai nikel kadmium - Baterai nikel metal hydride - Baterai lithium - Akumulator	- Baterai sel kering - Baterai alkaline - Akumulator	- Baterai sel kering - Baterai alkaline - Akumulator
6.	Korosi	- Mendefinisikan korosi - Mengeksplanasikan proses korosi - Menuliskan reaksi korosi - Mengeksplanasikan pencegahan terhadap korosi	- Definisikan korosi - Mendeskripsikan proses korosi - Menuliskan reaksi korosi - Mendeskripsikan pencegahan terhadap korosi	- Definisikan korosi - Mendeskripsikan proses korosi - Menuliskan reaksi korosi - Mendeskripsikan pencegahan terhadap korosi

Uraian materi pada buku A dan B sudah cukup tercakup dengan materi pokok yang harus diajarkan pada konsep sel Volta kelas XII pada standar isi kurikulum 2006 walaupun pada keluasaan dan kedalaman materi keduanya masih dirasa sangat kurang jika dibandingkan dengan konten pada teks buku standar yang dapat dilihat pada struktur makro masing-masing buku. Konsep tersebut meliputi perbedaan kespontanan reaksi redoks. Pada awal pembahasan buku A dan buku B tidak memaparkan contoh dari reaksi redoks spontan sehingga pembaca tidak bisa membedakan ciri-ciri reaksi redoks yang berlangsung secara spontan dan kespontanan reaksi pada sel Volta.

Pada penjelasan kedua gambar tersebut kurang dijelaskannya fungsi sirkuit luar dalam pergerakan elektron dan sirkuit dalam dalam pergerakan ion selain itu gambar keduanya juga tidak menampilkan bagaimana proses submikroskopik yang terjadi di anoda dan katoda. Menurut Treagust [6] kesulitan siswa dalam mempelajari sel Volta adalah dalam penandaan anoda dan katoda. Hal ini bisa terjadi karena beberapa buku teks tidak menjelaskan secara rinci syarat elektroda tersebut menjadi anoda dan katoda. Sehingga siswa lebih sering menghafal konsep arah pergerakan elektron dari kiri ke kanan. Tidak dijelaskan beda potensial yang mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah sehingga terjadi arus listrik.

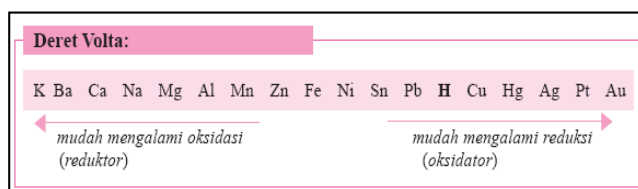


Gambar 3. Komponen sel volta pada buku A



Gambar 4. Komponen sel volta pada buku B

Dalam konsep Potensial sel standar, buku A elektroda hidrogen, tidak dipaparkan bagaimana komponen elektroda hidrogen standar, proses serta perhitungan menggunakan elektroda hidrogen standar untuk mencari suatu potensial reduksi standar yang akan menjadi acuan kespontanan reaksi. Didalam menentukan potensial sel pun buku lebih menekankan menggunakan “jembatan keledai” deret Volta yang ditunjukkan pada gambar 4. Hal ini bertujuan untuk memudahkan melihat potensial sel reduksi dari elektroda walau pun disajikan tabel potensial reduksi. Hal ini menandakan bahwa pembelajaran sel Volta terutama pada konsep kunci potensial sel tidak disajikan secara utuh sehingga terkesan banyak konsep yang penjelasannya disingkat dan menimbulkan tipe pembelajaran dengan metode hapalan bukan pemahaman konsep secara utuh.



Gambar 5. Deret Volta pada buku A

Pada buku B potensial elektroda standar dibahas melalui subbab khusus meliputi prinsip umum dari elektroda hidrogen standar dan komponen elektroda hidrogen standar melalui gambar walaupun tidak dijelaskan fungsi dari masing-masing komponen serta tidak dijelaskan pula perhitungan potensial elektroda melalui perhitungan elektroda hidrogen standar, tanpa menambah keluasan materi dalam konsep penentuan potensial elektroda ini setidaknya dipaparkan bagaimana mekanisme kerja dari elektroda hidrogen standar karena merupakan dasar perhitungan sel Volta sehingga bisa menghasilkan potensial reduksi yang nantinya akan dipakai dalam perhitungan potensial sel.

Menurut hasil wawancara dari dua guru kimia kelas dua belas di Kota Bandung menyatakan bahwa konsep yang paling sukar dalam sel Volta yakni pada subbab menentukan potensial sel, siswa sering tertukar menggunakan tanda positif dan negatif terhadap hasil dari potensial sel. Hal ini menjadi indikasi akibat dari tidak dipaparkannya konsep secara utuh dalam suatu bahan ajar.

Menurut Brown [7] tidak semua jenis garam dapat dijadikan jembatan garam. Garam yang tidak larut dalam larutan elektrolit dan tidak terhidrolisis serta tidak bereaksi dengan elektroda. Seperti KCl, NaCl, KNO₃, NaNO₃, Na₂SO₄, K₂SO₄.

Kurangnya aplikasi sel Volta dijelaskan pada buku teks. Mengingat perkembangan sains dan teknologi dunia yang semakin pesat, untuk menghadapi tantangan tersebut dibutuhkan kontribusi yang besar pada bidang pendidikan sains dan teknologi. Oleh karena itu, proses pendidikan di sekolah diharapkan tidak hanya mempelajari suatu konsep namun mampu mengembangkan dan menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam kehidupan sehari-hari.

Konsep-konsep kunci tersebut dirasa sangat penting untuk dipelajari siswa mengingat banyaknya konsep abstrak pada sel Volta yang sulit dan menimbulkan kesalahpahaman pada peserta didik. Selain itu pemaparan pada buku A cenderung menggunakan pengembangan berpikir secara deduktif, berbeda dengan buku B yang memaparkan konten secara induktif dilengkapi dengan adanya beberapa penuntun kegiatan praktikum di awal konsep sehingga dapat mengembangkan keterampilan sains dan menekankan pengalaman langsung peserta didik.

Analisis Representasi

Berdasarkan hasil analisis representasi terhadap buku standar, buku A dan buku B. Terdapat beberapa representasi berupa gambar, tabel, grafik dan simbol yang mendukung dalam penjelasan sel Volta.

Tabel 2. Analisis representasi buku A

No	Nama Gambar	Kriteria Representasi																			
		R.1					R.2			R.3					R.4			R.5			
		a	b	C	d	e	f	a	b	c	a	B	c	d	e	a	b	c	a	b	c
1.	BA.1 Sel Volta				√				√			√			√			√			
2.	BA.2 Sel volta pada gigi nyeri				√			√				√			√					√	
3.	BA.3 Tabel Potensial Reduksi			√					√	√					√						
4.	BA.4 Deret Volta			√					√	√						√					
5.	BA.5Baterai selkering	√						√				√			√						
6.	BA.6Baterai alkaline	√						√				√			√						
7.	BA.7 Pengosongan sel aki	√							√	√					√						
8.	BA.8 Perlingdungan katodik	√								√		√			√						
Jumlah		4	-	2	2	-	-	3	2	3	3	5			7	1		1	1	1	-

Tabel 3. Analisis representasi buku B

No	Nama Gambar	Kriteria Representasi																			
		R.1					R.2			R.3					R.4			R.5			
		a	b	c	d	e	f	a	b	c	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c
1.	BB.1 Diagram tipe sel volta				√				√			√			√			√			
2.	BB.2 Elektroda Hidrogen				√				√			√			√			√			
3.	BB.3 Tabel potensial reduksi standar			√				√			√				√						
4.	BB.4 Sel kering dan sel aki	√						√					√		√			-	-	-	
5.	BB.5 Korosi pada mobil	√							√				√		√			-	-	-	
6.	BB.6 Peralatan dari stainless steel	√							√			√			√			-	-	-	
Jumlah		3	-	1	2	-	-	2	4	-	-	4	-	2	-	6	-	-	2	-	-

Dalam buku standar representasi keseluruhan sebanyak enam belas dengan sebagian besar jenis *multiple*, sedangkan buku A memiliki representasi delapan gambar, pada buku B memiliki enam representasi gambar. Jenis representasi yang terkandung dalam kedua buku meliputi makroskopik, simbolik, dan *multiple*. Pada tingkat makroskopik kedua buku tersebut lebih banyak menjelaskan konsep berkaitan dengan aplikasi sel Volta sedangkan *multiple* digunakan untuk menjelaskan komponen dari sel Volta walaupun apabila mengacu kepada buku standar sebenarnya masih banyak konsep kunci penting yang dapat direpresentasikan secara *multiple* terutama pada penjelasan konsep pergerakan elektron dan pertukaran ion-ion di anoda dan katoda. Sesuai dengan kriteria yang dijelaskan oleh Gkitzka, *et al* [1] karena kimia memiliki tiga aspek (makro, submikro, simbolik) semua aspek ini harus disajikan bersama untuk menggambarkan terbaik, dan memperjelas makna teks. Dari pendapat tersebut walau memiliki beberapa keterbatasan dalam setiap representasinya buku A dan buku B dapat mendukung konsep dalam tipe *multiple*.

Berdasarkan hasil analisis pada kriteria kedua, sebagian besar pada buku standar representasi dijelaskan secara eksplisit hal ini setiap gambar memiliki makna yang jelas. Sedangkan pada buku A menjelaskan secara eksplisit, implisit bahkan ada yang ambigu. Banyaknya representasi bermakna implisit menimbulkan

kebingungan terhadap pembaca karena gambar tidak dijelaskan secara spesifik. Misalnya pada komponen sel Volta apabila setiap komponennya tidak dijelaskan seperti penggunaan jembatan garam maka pembaca akan sulit menentukan syarat garam yang seharusnya dipakai pada sel Volta, atau pada gambar baterai yang apabila komponen gambar tidak dijelaskan akan timbul kekeliruan. Menurut Gkitzka *et.al* [1] setiap bagian dari representasi harus memiliki keterangan atau label yang jelas dengan tujuan meningkatkan pemahaman siswa dalam memahami isi dari representasi. Begitupun dengan buku B yang memiliki implisit lebih banyak dari buku A.

Davetak dan Vogrinz [8] menyatakan bahwa buku teks yang baik adalah yang mempunyai hubungan tepat antara tekstual dan materi bergambar. Keterhubungan representasi pada buku A maupun buku B sebagian besar terkait dengan teks. Walaupun keduanya tidak memiliki kalimat penghubung. Adanya representasi berupa gambar digunakan untuk memudahkan dalam pemahaman suatu konsep untuk itu representasi dan gambar harus berkaitan dengan teks sehingga dapat memudahkan pemahaman pembaca dalam mempelajari suatu konsep bahwa gambar yang bersifat harus berkaitan dengan teks.

Setiap gambar yang dianalisis baik dari buku A dan buku B sebagian besar memiliki *caption* (keterangan gambar) yang sesuai. Keterangan gambar ini menjadi penting dalam penamaan representasi karena apabila di dalam suatu konsep memiliki gambar akan tetapi tidak didukung oleh keterangan gambar maka akan menimbulkan banyak interpretasi atau membingungkan bagi pembaca sesuai apa yang dikatakan oleh Stylianidou dan Ogborn dalam Davetak [8] menyatakan bahwa gambar bisa menimbulkan masalah tambahan bagi siswa memahami pesan dari topik yang spesifik yang dijelaskan dalam buku teks, sehingga yang harus menjadi perhatian lebih adanya keterangan representasi dari gambar tersebut.

Berbagai hasil penelitian melaporkan bahwa pelajar mengalami kesulitan dalam pemecahan masalah kimia akibat kurang mampu menghubungkan tiga level representasi kimia [9]. Untuk itu setiap kriteria *multiple* penting dianalisis pada kriteria kelima ini. Pada buku teks standar, buku A dan buku B sama-sama memiliki representasi *multiple*. Buku A dan buku B terdapat dua jenis *multiple* yang berbeda. Pada buku A dan buku B *multiple* yang pertama berjenis (makro-simbolik) pada rangkaian sel Volta keduanya terhubung karena setiap komponen yang direpresentasikan secara makroskopik didukung oleh beberapa simbol seperti jenis katoda, jembatan garam. Hanya saja keterbatasan keterangan gambar yang kurang membuat beberapa komponen yang seharusnya dijelaskan secara spesifik membuat sedikit bersifat ambigu.

Penelitian yang dilakukan berkaitan dengan representasi kimia yang dirujuk Gkitzka [1], yaitu dalam penelitian Tuckey *et al.*, 1991; Keig and Rubba, 1993; Nakhleh and Krajcik, 1994; Kozma and Russell, 1997; Furio *et al.*, 2000; Treagust *et al.*, 2003; Chittleborough and Treagust, 2008; Tsaparlis, 2009, menyatakan siswa memiliki kesulitan menghubungkan ke tiga level representasi kimia sehingga perlu mempelajari berbagai jenis representasi, dengan demikian diharapkan siswa mampu menerjemahkan satu jenis representasi ke jenis representasi lainnya agar mencapai pemahaman konseptual secara mendalam dari fenomena kimia yang dipelajari.

KESIMPULAN DAN SARAN :

Berdasarkan hasil analisis data, temuan dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut 1) konten sel Volta pada buku A dan buku B telah memenuhi materi pada standar isi kurikulum 2006 di Indonesia namun dilihat dari struktur makro wacana kedua buku tersebut memiliki keterbatasan dalam kedalaman materi dan aplikasi sel volta dalam kehidupan. 2) representasi kimia konsep sel Volta pada buku A dan buku B yang dianalisis sebagian besar meliputi jenis representasi makroskopik dan beberapa *multiple*, implisit, keterhubungan representasi dengan teks pada kedua buku tersebut hampir seluruhnya berhubungan dengan konsep dimiliki pada kriteria *multiple* juga saling berkaitan. Saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian dan temuan adalah pengguna buku teks kimia SMA/MA sebaiknya pengajar dapat menganalisis terlebih dahulu konten bahan ajar berdasarkan struktur makro wacana dan kriteria representasi kimia.

REFERENSI :

1. Gkitzka, V., Salta, K., dan Tzougraki, C. Development and Application of Suitable Criteria for the Evaluation of Chemical Representations in School Textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*, **12**, 5-14 (2010).
2. Tarigan, H.G. dan Tarigan, D. *Telaah Buku Teks Bahasa Indonesia*. Bandung: Angkasa. (2009)
3. Zahro, s. dan Bundjali, B. Sel Galvani Menggunakan Floral Foam. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011*, 265 (2011)

4. Mondal, B dan Chakraborty, A. *Misconceptions In Chemistry*. Deutcland: Lambert Academia Publisihing (2013)
5. A. Ahtineva. "Textbook Analysis In The Service Of Chemistry Teaching", *Journal of Education* 11, 25-33 (2005)
6. Treagust and John K. Gilbert. *Multiple Representations In Chemical Education*. Springer (2009)
7. Brown, T. *et al. Chemistry the Central Science*. United States of America: Pearson Education (2009)
8. Devetak, IztokdanVogrinc, Janez. The Criteria for Evaluating the Quality of the Science Textbooks. *Critical Analysis of Science Textbooks* (Editor: MyintSweKhine). London: Springer (2013)
9. Chittleborough and David F. Treagust .The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level, *Chemistry Education Research and Practice*,**3**, 274-361 (2007)