

## PENGARUH KARAKTERISTIK REPRESENTASI SUBMIKROSKOPIK TERHADAP KETERAMPILAN ARGUMENTASI SISWA PADA TOPIK ELEKTROKIMIA

Findiyani Ernawati Asih<sup>1\*</sup>, Suhadi Ibnu<sup>2</sup>, Suharti<sup>3</sup>

Universitas Negeri Malang, Jalan Semarang Nomor 5

**Abstrak:** Elektrokimia merupakan konsep aplikatif. Siswa perlu diarahkan mencapai pemahaman agar dapat menjelaskan fenomena korosi dan penyepuhan logam. Karakteristik penyajian representasi submikroskopik yang berbeda antara visualisasi statis (Vis) dan analogi (Log), dapat memberikan pencapaian pemahaman berbeda. Rerata pemahaman siswa Vis lebih tinggi daripada Log, sedangkan rerata terendah pada siswa yang tidak disajikan representasi. Hasil *whitney u test* dengan  $U_{tes\ 1} = 323.5$ ,  $U_{tes\ 2} = 378$ , dan  $U_{tes\ 3} = 190.5$  menunjukkan bahwa keterampilan argumentasi berbeda secara signifikan. Rerata keterampilan argumentasi siswa Log 33.47 lebih tinggi daripada Vis 27.53, tanpa representasi 33.3 lebih tinggi daripada Log 27.7, dan Vis 39.15 lebih tinggi daripada tanpa representasi 21.85. Faktor-faktor selain pemahaman juga mempengaruhi keterampilan argumentasi siswa seperti interaksi antar siswa, keaktifan dalam kegiatan diskusi, ketertarikan terhadap fenomena elektrokimia, kemampuan menjelaskan fenomena, dan pemahaman terhadap komponen-komponen argumentasi.

**Kata kunci:** *Visualisasi statis; Analogi; Keterampilan Argumentasi; Elektrokimia*

**Abstract:** Electrochemistry is application based concept. Students must be guided to reach understanding, so they can give argumentation about corrosion and electroplating phenomenon. The difference characteristic between static visualization (Vis) and analogy (Log) which represent submicroscopic aspect can give difference achievement on conceptual understanding. Mean rank of student's conceptual understanding who learned with Vis were higher than Log, while students who learned without representation had lowest mean rank of conceptual understanding. The result of mann whitney u test for  $U_{test\ 1} = 323.5$ ,  $U_{test\ 2} = 378$ , dan  $U_{test\ 3} = 190.5$  described that student's argumentation skill were significantly different. Mean rank of students' argumentation skill Log 33.47 were higher than Vis 27.53. Mean rank of students' argumentation skill without representation 33.3 were higher than Log 27.7. Mean rank of student's argumentation skill Vis 39.15 were higher than without representation 21.85. Conceptual understanding is not main factor which can influence argumentation skill, while another factors are students' interaction, discussion activity, students' interesting about phenomenon, students' ability to explain phenomenon, and understanding about components of argumentation skill.

**Key words:** *Static visualization; Analogy; Argumentation skill; Electrochemistry*

### PENDAHULUAN

Elektrokimia merupakan konsep aplikatif yang fenomenanya ditemukan di dalam kehidupan sehari-hari seperti korosi, penambalan gigi dengan logam (*amalgam*), dan *electroplating* (Chang, 2005; Effendy, 2012; Petrucci, dkk, 2011). Salah satu kompetensi dasar (KD) elektrokimia yaitu KD

---

\* Corresponding authors: Jurusan Kimia, Universitas Negeri Malang, Malang 65145, Indonesia. Email: [asih.ernafind@gmail.com](mailto:asih.ernafind@gmail.com)

menganalisis proses yang terjadi pada sel volta (Depdikbud, 2013). Analisis proses sel volta melibatkan kespontanan aliran elektron antara setengah sel oksidasi dan setengah sel reduksi yang dapat dimanfaatkan untuk menjelaskan fenomena konstruksi patung Liberty yang aus akibat korosi. Pembelajaran perlu mengarahkan siswa memberikan argumentasi terkait fenomena elektrokimia.

Kespontanan aliran elektron sel volta merupakan salah satu contoh aspek submikroskopik yang tidak dapat dilihat. Piaget menyatakan bahwa siswa pada jenjang sekolah menengah atas sudah memasuki taraf berpikir formal (Suparno, 2001), sehingga memiliki kemampuan membangun gambaran imajinasi aliran elektron di dalam benaknya berdasarkan informasi verbal. Penelitian Winarti (1998) menunjukkan hasil yang berlawanan yaitu sebanyak 27% siswa jenjang SMA belum memiliki kemampuan menyelesaikan soal aspek submikroskopik. Pemahaman siswa yang rendah terhadap aspek submikroskopik disebabkan oleh pembelajaran elektrokimia cenderung mengeksplisitkan aspek makroskopik (kegiatan praktikum) dan simbolik (persamaan reaksi kimia).

Siswa membutuhkan *scaffolding* untuk merepresentasikan aspek submikroskopik. Marais (2011) menyatakan bahwa pembelajaran harus memanfaatkan *scaffolding* untuk memudahkan siswa membangun gambaran aspek submikroskopik di dalam benaknya. Visualisasi statis dan analogi dapat dimanfaatkan sebagai representasi aspek submikroskopik (Ormrod, 2009). Visualisasi statis memberikan representasi submikroskopik secara langsung melalui gambar dua dimensi tingkat partikel atau molekul. Analogi memberikan representasi submikroskopik secara tidak langsung melalui penyajian konsep analog, yang membutuhkan imajinasi siswa dalam menginterpretasikan kemiripan konsep analog dengan konsep target.

Sunyono, dkk (2015) menyatakan visualisasi statis dapat mempermudah siswa mencapai pemahaman, karena menggambarkan tingkat partikel yang tidak teramati. Visualisasi statis memberikan gambaran elektron tidak mengalir/migrasi di dalam larutan elektrolit, tetapi elektron bermigrasi dari anode menuju katode melalui sirkuit listrik tertutup (kabel) (Herunata, 2003; Sanger, 1996). Analogi disajikan melalui konsep target dan konsep analog yang memiliki kemiripan (Brown & Clement, 1989). Harrison dan Treagust (2006) menyatakan analogi harus *familiar* bagi siswa agar lebih mudah menginterpretasikan kemiripan antara konsep target dan konsep analog. Contoh konsep target aliran elektron pada sel volta dapat direpresentasikan dengan konsep analog aliran air terjun (Effendy, 2012) atau aliran dana di dalam masyarakat. Penelitian Abel dan Halenz (1992) menyimpulkan pembelajaran melalui analogi sederhana dapat mengarahkan siswa memperoleh pemahaman konsep dengan baik.

Visualisasi statis dan analogi memiliki karakteristik yang berbeda dalam merepresentasikan aspek submikroskopik, sehingga memberikan pencapaian pemahaman yang berbeda. Penyajian visualisasi statis diduga memberikan pemahaman yang lebih baik daripada analogi, karena siswa yang menerima informasi secara verbal dan visual lebih mudah mencapai pemahaman (Ormrod, 2009). Tippet (2009) menyimpulkan bahwa pemahaman berkorelasi positif terhadap keterampilan argumentasi. Pemahaman terhadap aspek submikroskopik mempengaruhi keterampilan argumentasi siswa dalam menjelaskan fenomena sel elektrokimia.

Argumentasi bertujuan untuk mengkritisi fenomena elektrokimia melalui dukungan alasan logis (Wegerif, 2002) dan data empiris (Kuhn, dkk, 2008), sehingga dapat mempengaruhi pihak lain agar percaya. Fenomena korosi pada kerangka patung Liberty membutuhkan penjelasan aspek submikroskopik kecenderungan arah aliran elektron melalui data potensial reduksi logam tembaga sebagai pelapis dan logam besi sebagai kerangka. Asbestos yang aus menyebabkan gas oksigen dan molekul air terkontak langsung dengan kerangka besi. Potensial reduksi besi lebih rendah daripada tembaga menyebabkan adanya aliran elektron yang spontan dari besi ke tembaga, sehingga besi cenderung mengalami reaksi oksidasi. Reaksi oksidasi besi menghasilkan besi(III) oksida yang dikenal sebagai karat pada peristiwa korosi.

Pembelajaran kimia memiliki tujuan tidak hanya mencapai pemahaman, tetapi juga melatih siswa berargumentasi menjelaskan fenomena kehidupan sehari-hari (Depdikbud, 2013). Pemahaman terhadap aspek submikroskopik dapat dicapai lebih mudah oleh siswa dengan *scaffolding* visualisasi statis dan analogi. Karakteristik representasi submikroskopik yang berbeda antara visualisasi statis dan analogi dapat mempengaruhi pencapaian pemahaman yang berbeda. Berdasarkan penjabaran di muka bahwa pemahaman sebagai salah satu faktor yang menentukan keterampilan argumentasi, sehingga perlu dilakukan penelitian pengaruh karakteristik representasi submikroskopik terhadap keterampilan argumentasi siswa.

## METODE

Desain yang digunakan pada penelitian ini yaitu eksperimen semu *nonequivalent posttest only control group design*. Sampel penelitian adalah siswa XII IPA SMA Islam Yakin Tuter Nongkojajar tahun pelajaran 2017/ 2018. Pengambilan sampel menggunakan sampel total dari keseluruhan siswa di kelas XII IPA1 dan XII IPA2 yang tersedia di SMA. Rotasi perlakuan visualisasi statis (Vis), analogi (Log), dan tanpa representasi (TR) dibutuhkan untuk menguji pengaruh karakteristik representasi submikroskopik. Urutan rotasi perlakuan XII IPA1 *Vis* → *Log* → *TR* dan XII IPA2 *Log* → *TR* → *Vis*.

Instrumen penelitian terdiri dari instrumen perlakuan dan pengukuran. Instrumen perlakuan berupa silabus, RPP, dan LKS. Berdasarkan silabus, pembelajaran elektrokimia dialokasikan sebanyak 6 pertemuan. LKS divalidasi oleh dosen ahli dengan persentase rata-rata sebesar 82.9% untuk Log, 83.3% untuk Vis, 86% untuk TR yang memiliki kategori validitas yang sangat tinggi. Instrumen pengukuran berupa soal *essay* argumentasi tipe *competing theory* untuk mengukur keterampilan argumentasi. Instrumen keterampilan argumentasi terdiri dari 6 soal yang telah divalidasi oleh dosen ahli, menghasilkan nilai rerata validitas 87.9% yang memiliki kategori sangat tinggi.

Keterampilan argumentasi dinilai berdasarkan kualitas setiap komponen argumentasi (Yeh & She, 2010). Komponen argumentasi yang dinilai dibatasi untuk komponen *claim* (C), *warrant* (W), *backing* (B), dan *rebuttal* (R). Tingkatan kualitas pada masing-masing komponen bergantung pada argumentasi yang mendalam. Setiap komponen argumentasi siswa dapat ditentukan kualitasnya melalui deskripsi pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Kualitas Komponen-Komponen Argumentasi

Komponen	Level	Deskripsi Argumentasi
<i>Claim</i>	C1	Klaim tanpa dukungan data
( <i>klaim</i> )	C2	Klaim dengan dukungan data
<i>Warrant</i>	W1	Klaim tanpa menghubungkan dengan teori atau prinsip
( <i>jaminan</i> )	W2	Klaim dengan menghubungkan teori atau prinsip
<i>Backing</i>	B1	<i>Backing</i> tanpa dihubungkan dengan klaim atau <i>warrant</i> .
( <i>dukungan</i> )	B2	<i>Backing</i> dihubungkan dengan klaim melalui dukungan data <del>data</del> atau <i>warrant</i>
<i>Rebuttal</i>	R1	<i>Rebuttal</i> yang lemah dan tanpa penjelasan yang jelas
( <i>sanggahan</i> )	R2	<i>Rebuttal</i> jelas

Sumber: Yeh & She (2010:598)

Yeh & She (2010) tidak mengeksplisitkan penilaian terhadap data (*evidence*) dan *qualifier*, karena data bukan merupakan bentuk pernyataan argumentatif. Data hanya sebagai bukti empiris pendukung klaim, sehingga keberadaan data akan mempengaruhi secara langsung kualitas level dari klaim. Skor komponen argumentasi dikonversi menjadi nilai argumentasi dengan persamaan:

$$\text{Nilai argumentasi} = \frac{\sum \text{skor keseluruhan komponen}}{\sum \text{skor maksimal}} \times 100 \quad (1)$$

Keterampilan argumentasi dianalisis secara statistik menggunakan uji *u mann whitney*, karena sebaran data tidak normal atau varian data tidak homogen. Pengambilan keputusan mengacu pada Abbot (2011) yaitu jika  $u_{hitung}$  lebih kecil daripada  $u_{tabel}$  maka kedua kelompok memiliki keterampilan argumentasi yang berbeda secara signifikan. Penentuan keterampilan argumentasi yang lebih unggul dari kedua kelompok dengan membandingkan nilai *mean rank*.

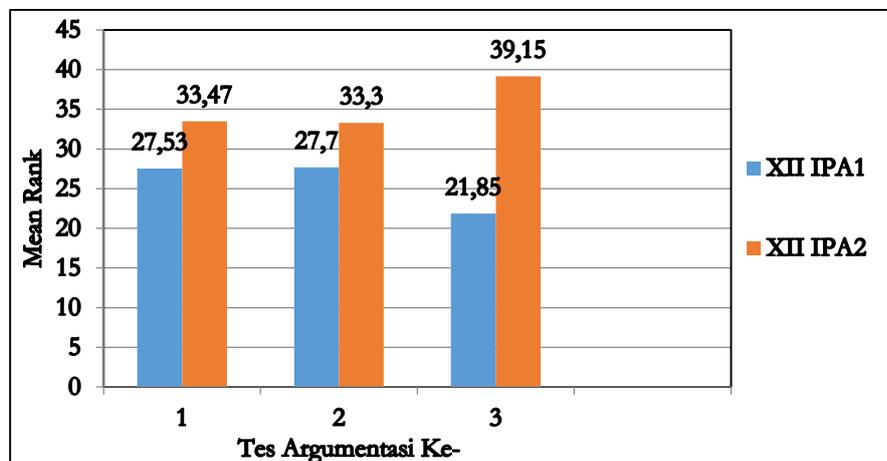
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbedaan keterampilan argumentasi pada setiap rotasi perlakuan dianalisis dengan statistik nonparametrik. Rotasi pertama XII IPA1 Vis dan XII IPA2 Log pada topik sel volta. Rotasi kedua XII IPA1 Log dan XII IPA2 TR pada topik korosi. Rotasi ketiga XII IPA1 TR dan XII IPA2 Vis pada topik sel elektrolisis. Hasil uji beda keterampilan argumentasi antara kelas XII IPA1 dan XII IPA2 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Beda Keterampilan Argumentaasi

Tes ke-	Rotasi Pembelajaran		Uji Hipotesis $U_{hitung}$	Nilai Pembanding $U_{tabel}$ $n_1=20; n_2=40$ $\alpha = 0,05$	Kesimpulan
	XII IPA1	XII IPA2			
1	Vis	Log	323.5	526	$H_0$ ditolak dan $H_1$ diterima
2	Log	TR	378		$H_0$ ditolak dan $H_1$ diterima
3	TR	Vis	190.5		$H_0$ ditolak dan $H_1$ diterima

Keterampilan argumentasi kedua kelompok berbeda secara signifikan pada setiap rotasi. Perbandingan keterampilan argumentasi kedua kelompok dapat ditinjau berdasarkan *mean rank* yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Keterampilan Argumentasi

#### Keterampilan Argumentasi XII IPA1 Vis dan XII IPA2 Log

Keterampilan argumentasi XII IPA2 Log lebih baik daripada XII IPA1 Vis. Pemahaman konseptual bukan sebagai faktor utama yang mempengaruhi keterampilan argumentasi siswa, karena rerata skor pemahaman XII IPA2 Log lebih rendah daripada XII IPA1 Vis. Hasil ini berlawanan dengan penelitian argumentasi pada umumnya (Lee, dkk, 2013; Tippet, 2009; Simon, dkk, 2002) menyatakan bahwa pemahaman konseptual mempengaruhi secara langsung keterampilan argumentasi siswa.

Keterampilan argumentasi yang rendah terjadi pada siswa dengan pemahaman konseptual yang lebih tinggi juga terjadi pada penelitian Kultuca, dkk (2014). Faktor selain pemahaman konseptual

sebagai penyebab yang mempengaruhi keterampilan argumentasi. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi keterampilan argumentasi yaitu pemahaman terhadap materi prasyarat dan ketertarikan terhadap fenomena yang disajikan (Kultuca, dkk, 2014), pemahaman terhadap komponen penyusun argumentasi (Asterhan & Schwarz, 2007), dan kemampuan dalam mentransfer pengetahuan untuk menjelaskan fenomena (Sadler & Donelly, 2006).

Faktor pemahaman terhadap komponen penyusun argumentasi dan kemampuan mentransfer pengetahuan sebagai penyebab XII IPA2 Log memiliki keterampilan argumentasi yang lebih baik. XII IPA2 Log lebih aktif daripada XII IPA1 Vis selama proses pembelajaran menyebabkan proses konstruksi argumentasi lebih efektif. Hasil penelitian Walpuski, dkk (2011) serta Howe dan Cerda (2014) menyimpulkan interaksi dengan teman sebaya dapat meningkatkan keterampilan argumentasi siswa, karena diberikan kesempatan mengungkapkan argumentasinya, mendiskusikan apabila ada perbedaan ide, dan dialog menjadi bermakna.

Jumlah siswa XII IPA2 Log lebih banyak daripada XII IPA1 Vis yang menuliskan argumentasi tes 1 melibatkan komponen C, W, atau R pada level 1 mengacu penilaian Yeh & She (2010). Salah satu siswa XII IPA2 Log yaitu RMN menuliskan argumentasi pada tes 1 dengan menyertakan ketiga komponen tersebut:

*Saya sependapat dengan Adis (perak dengan logam menghasilkan transfer elektron) (C1), karena produk logam sebagai anode yang mengalami oksidasi dan noda perak sebagai katode mengalami reduksi (W1). Sehingga produk logam lama kelamaan akan terkikis habis sebagai akibat proses oksidasi dari atom logam menjadi kation logam yang terdistribusi di dalam larutan (B1).*

Kultuca, dkk (2014) menyatakan bahwa observasi terhadap konstruksi argumentasi selama proses pembelajaran diperlukan untuk memperjelas keterampilan argumentasi siswa. Konstruksi argumentasi secara individu atau kelompok mempengaruhi kualitas argumentasinya. Vygotsky menyatakan bahwa siswa dapat berpindah dari kemampuan potensial menuju kemampuan aktual apabila mendapatkan bantuan teman sebaya (Acar, 2008). Siswa XII IPA2 Log membangun suasana pembelajaran yang lebih aktif dan berkolaborasi mengonstruksi argumentasi daripada siswa XII IPA1 Vis. Konstruksi argumentasi secara berkelompok selama pembelajaran memicu siswa untuk berdiskusi memahami komponen argumentasi dan mentransfer pengetahuannya untuk menjelaskan fenomena sel volta. Siswa RMN pada pertemuan 1 dan 2 mengkonstruksi argumentasi secara berkelompok. Siswa RMN pada pertemuan 1 menuliskan argumentasi selama proses pembelajaran:

*Saya sependapat dengan Farah (C), spesi kimia pada percobaan 1 yang dipisahkan menjadi 2 1/2 sel pada percobaan 2, dapat memungkinkan adanya aliran elektron sebagai akibat beda potensial antar ke dua Elektroda (D). Anode sebagai tempat terjadinya reaksi oksidasi (pelepasan elektron) dan katode sebagai tempat terjadinya reaksi Reduksi (penerimaan elektron) (W).*

Kelas XII IPA1 Vis dan XII IPA2 Log terdapat masing-masing lima siswa yang menuliskan tes argumentasi hanya melibatkan komponen *claim* level 1 yaitu tanpa dukungan data. Siswa tersebut mengkonstruksi argumentasi secara individu pada pertemuan 1 dan pertemuan 2 selama proses pembelajaran, sehingga memiliki motivasi yang rendah dalam berargumentasi. Motivasi dalam menjelaskan fenomena merupakan salah satu komponen yang mempengaruhi keterampilan argumentasi siswa (Asterhan & Schwarz, 2007).

### **Keterampilan Argumentasi XII IPA1-Log dan XII IPA2 TR**

XII IPA2 TR memiliki keterampilan argumentasi yang lebih baik daripada XII IPA1-Log. XII IPA2 TR memiliki pemahaman konseptual yang lebih rendah daripada XII IPA1-Log berdasarkan skor reratanya. Keterampilan argumentasi yang rendah terjadi pada siswa dengan pemahaman konseptual yang lebih tinggi juga terjadi pada penelitian Kultuca, dkk (2014).

Faktor selain pemahaman konseptual sebagai penyebab yang mempengaruhi keterampilan argumentasi. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi keterampilan argumentasi yaitu kemampuan dalam mentransfer pengetahuan untuk menjelaskan fenomena (Sadler & Donnelly, 2006), kemampuan mengartikulasi argumentasi (linguistik) (Acar, 2008; Erduran & Pilar, 2008), dan cara konstruk argumentasi selama proses pembelajaran (Kulatunga, dkk, 2013).

Konstruksi argumentasi secara individu atau kelompok mempengaruhi kemampuan siswa untuk mentransfer pengetahuan dan menjelaskan fenomena. Acar (2008) menyatakan bahwa siswa dapat mencapai kemampuan aktual dalam berargumentasi melalui bantuan teman sebaya atau guru. Kontruksi argumentasi secara kolaborasi dan penyajian soal argumentasi tipe *competing theory*, memberikan dampak positif bagi keterampilan argumentasi siswa. Soal tipe *competing theory* memiliki kelebihan yaitu mengkondisikan siswa mentransfer pengetahuan melalui penyajian dua klaim yang bersaing dan penyajian informasi tambahan berupa alasan-alasan yang mengandung komponen (data, *warrant*, dan *backing*) yang berfungsi memperkuat klaim (Osborne, dkk, 2001).

Dampak soal tipe *competing theory* dengan penyajian alasan yang mengandung komponen-komponen argumentasi, dapat memperbaiki kesalahan pemahaman siswa terhadap konsep korosi. Siswa KHA XII IPA2 TR yang mengalami kesalahan pemahaman konsep pencegahan korosi logam, tetapi dapat menuliskan argumentasi mengenai fenomena korosi kemasan kaleng. Siswa KHA menuliskan argumentasi melibatkan komponen *claim* level 2, *warrant* level 1, dan *backing* level 1 sebagai berikut:

*Saya setuju dengan Fanny (C2). Kaleng makanan dan minuman yang terlapisi logam lain (tembaga) dapat mencegah proses korosi pada bagian dalam kaleng (besi) (W1), tetapi jika kaleng penyok lapisan yang terlapisi oleh logam tembaga akan terkorosi. Besi akan mengalami korosi apabila terkontak dengan gas oksigen terlarut, air, dan signifikan dalam kondisi asam (B1). Energi potensial reduksi standar  $E_{Fe^{2+}(aq) | Fe(s)}^0 = -0,44 V$  dan  $E_{Cu^{2+}(aq) | Cu(s)}^0 = 0,337 V$  (D).*

Siswa KHA melibatkan argumentasi dengan dukungan data, tetapi belum menuliskan secara eksplisit memaknai data tersebut untuk mendukung *claim* yang dipilih. Keterampilan argumentasi secara tertulis memiliki keterbatasan hanya dapat menilai berdasarkan komponen argumentasi yang dilibatkan, sehingga perlu pada penelitian selanjutnya menambahkan teknik wawancara untuk memperdalam ketercapaian argumentasi siswa.

Konstruksi argumentasi secara kolaboratif yang lebih banyak di kelas XII IPA2 TR daripada XII IPA1 Log, menyebabkan keterampilan argumentasi dengan level yang lebih tinggi terjadi di kelas XII IPA2 TR. Jumlah Siswa XII IPA2 TR lebih banyak dibandingkan XII IPA1 Log yang memiliki keterampilan argumentasi level 2 pada komponen *claim*, *warrant*, atau *rebuttal*. Siswa DW kelas XII IPA2 TR memiliki keterampilan argumentasi yang melibatkan *claim* level 1, *backing* level 2, dan *rebuttal* level 2:

*Saya sependapat dengan Aldi (C1), tetapi dampaknya tidak sama di kedua daerah (R2), karena daerah industri sangat rentan hujan asam, karena polusi udara berupa gas  $CO_2$  dan  $SO_3$  kedua gas ini apabila terlarut dalam air membentuk  $H_2CO_3$  dan  $H_2SO_4$  (D). Sedangkan di daerah pantai suhu udara panas, sehingga mendukung penguapan air laut. Hal ini menyebabkan kelembaban udara tinggi (B2). Tetapi dampak korosi paling cepat adalah di daerah industri berdasarkan  $E^0$ nya.*

Interaksi yang aktif di kelas XII IPA2 TR berhasil mendorong siswa mencapai keterampilan argumentasi dengan level yang lebih tinggi. Siswa DW memberikan argumentasi melibatkan komponen *rebuttal* yaitu dampak korosi yang tidak sama antara daerah industri dan daerah pantai. Siswa DW berhasil beralih dari kemampuan potensial menjadi kemampuan aktual melalui interaksi aktif teman sebaya, sehingga dapat mentransfer pengetahuan menjelaskan fenomena korosi.

## Keterampilan Argumentasi XII IPA1 TR dan XII IPA2 Vis

Kelas XII IPA2 Vis memiliki keterampilan argumentasi yang lebih baik daripada XII IPA1 TR. Keterampilan argumentasi yang baik dimiliki oleh kelas dengan pemahaman konseptual yang lebih tinggi berdasarkan rerata nilai. Kelas XII IPA2 Vis memiliki pemahaman konseptual yang lebih tinggi daripada XII IPA1 TR, sehingga mempengaruhi keterampilan argumentasi antar kedua kelas. Penelitian Lee, dkk (2013), Tippet (2009), dan Simon, dkk (2002) menyimpulkan bahwa pemahaman konseptual sebagai penentu keterampilan argumentasi. Penyajian representasi submikroskopik melalui visualisasi statis menyebabkan siswa mudah mencapai pemahaman. Siswa XII IPA2 Vis memberikan argumentasi melibatkan komponen yang lebih lengkap dan level lebih tinggi daripada XII IPA1 TR.

Konstruksi argumentasi secara individu atau kolaborasi selama proses pembelajaran, juga mempengaruhi perbedaan keterampilan argumentasi di kedua kelas. Siswa yang mengonstruksi argumentasi secara kolaborasi di kelas XII IPA2 Vis lebih banyak daripada XII IPA1 TR. Kelas XII IPA2 Vis memiliki pemahaman konseptual lebih tinggi dan mayoritas siswa mengonstruksi argumentasi secara kolaborasi selama pembelajaran, sehingga lebih banyak siswa yang memiliki keterampilan argumentasi level 2 pada komponen *claim* atau *warrant*.

Siswa DKS kelas XII IPA2 Vis yang memiliki pemahaman yang benar (*sound understanding*), mendorong siswa tersebut menuliskan argumentasi dengan kualitas yang baik. Siswa DKS mengonstruksi argumentasi secara kolaboratif pada pertemuan 5 dan 6, sehingga menuliskan argumentasi selama proses pembelajaran melibatkan komponen *claim*, *data*, dan *warrant*. Kedua faktor tersebut menyebabkan siswa DKS memiliki keterampilan argumentasi melibatkan komponen *claim* level 2 dan *warrant* level 2 pada tes 3 yang mengacu penilaian Yeh & She (2010):

*Saya sependapat dengan Anita (C2) karena potensial reduksi standar besi  $E_{Fe^{2+}(aq)|Fe(s)}^0 = -0,44V$  lebih mudah mengalami oksidasi, sedangkan logam perak  $E_{Ag^+(aq)|Ag(s)}^0 = 0,779V$  lebih mudah mengalami reduksi (D). Sehingga logam yang bertindak sebagai anode akan teroksidasi membentuk kation logam pelapis (W2).*

Siswa SP kelas XII IPA1 TR yang mengalami kesalahan pemahaman (*specific misconception*), menyebabkan siswa tersebut menuliskan argumentasi dengan level rendah pada tes 3. Siswa SP hanya menuliskan argumentasi melibatkan komponen *claim* level 1:

*Saya setuju dengan pendapat Anita (C1) karena fakta pendukung a, b, c, d, e.*

Siswa SP kurang memahami fenomena sel elektrolisis yang disajikan berupa kesalahan peletakan logam pelapis sebagai katode. Ketertarikan terhadap fenomena mempengaruhi keterampilan argumentasi siswa (Kultuca, dkk, 2014). Siswa akan kesulitan mengonstruksi argumentasi apabila tidak memahami fenomena yang disajikan (Faize, dkk, 2017). Mayoritas siswa XII IPA1 TR dan XII IPA2 Vis belum menuliskan secara eksplisit bahwa kesalahan peletakan dalam proses *electroplating* menyebabkan logam besi bertindak sebagai anode dan logam perak sebagai katode. Logam perak lama kelamaan akan terlapisi oleh besi, sehingga produk *electroplating* mudah mengalami korosi. Penyajian fenomena perlu diperbaiki agar secara eksplisit menggambarkan terjadinya kesalahan peletakan elektroda yaitu sendok besi sebagai anode dan logam perak sebagai katode. Hal ini bertujuan agar siswa bisa menjelaskan aspek submikroskopik berdasarkan pengamatan diagram percobaan sebagai aspek makroskopik.

## KESIMPULAN

Karakteristik representasi submikroskopik mempengaruhi keterampilan argumentasi, tetapi tidak terjadi secara konsisten. Penyajian representasi visualisasi statis mempengaruhi keterampilan argumentasi siswa hanya terjadi pada rotasi ketiga. Pemahaman aspek submikroskopik pada topik sel elektrolisis mudah dicapai siswa, sehingga memiliki keterampilan argumentasi lebih tinggi daripada siswa tanpa representasi submikroskopik. Representasi submikroskopik sel volta pada rotasi pertama memberikan pengaruh berlawanan yaitu siswa yang disajikan dengan analogi memiliki keterampilan argumentasi yang lebih tinggi daripada siswa yang disajikan dengan visualisasi statis. Representasi submikroskopik korosi pada rotasi kedua tidak memberikan pengaruh, karena siswa yang tanpa disajikan representasi memiliki keterampilan argumentasi yang lebih tinggi daripada siswa yang disajikan dengan analogi. Keterampilan argumentasi yang lebih tinggi terjadi pada siswa yang memiliki pemahaman yang rendah. Faktor selain pemahaman mempengaruhi keterampilan argumentasi yaitu interaksi antarsiswa, keaktifan dalam kegiatan diskusi, ketertarikan terhadap fenomena elektrokimia, kemampuan menjelaskan fenomena, dan pemahaman terhadap komponen-komponen argumentasi. Konstruksi argumentasi secara kolaboratif selama proses pembelajaran menyebabkan faktor selain pemahaman lebih berpengaruh terhadap keterampilan argumentasi siswa.

## DAFTAR RUJUKAN

- Abbot, M. L. (2011). *Understanding Educational Statistics Using Microsoft Excel and SPSS*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Abel, K.B & Halenz, D.R. (1992). Enzyme Activity: A Simple Analogy. *Journal of Chemical Education*, 69(1), 9.
- Acar, O. (2008). *Argumentation Skills and Conceptual Knowledge of Undergraduate Students in a Physics by Inquiry Class*. Disertasi tidak diterbitkan. USA: Graduate School of the Ohio State University.
- Asterhan, C. S & Schwarz, B. B. (2007). The Effects of Monological and Dialogical Argumentation on Concept Learning in Evolutionary Theory. *Journal of Educational Psychology*, 29, 626-639.
- Brown, D., E. & Clement, J. (1989). Overcoming Misconceptions via Analogical Reasoning: Abstract Transfer versus Explanatory Model Construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Jilid 2 Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Depdikbud. (2013). *Pedoman kurikulum 2013*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Effendy. (2012). *A Level Chemistry for Senior High School Students Volume 3*. Malang: Indonesian Academic Publishing.
- Erduran, S & Pilar, M. (2008). *Argumentation in science education*. London: Springer Science.
- Faize, F, Husain, W, & Nisar, F. (2017). A Critical Review of Scientific Argumentation in Science Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475-483.
- Harrison, A., G. & Treagust, D., F. (2006). Teaching And Learning With Analogies: Friend or Foe?. *Metaphor and Analogy in Science Education*, 11-24.
- Herunata. (2003). *Analisis Pemahaman Konsep-Konsep Elektrokimia Pasca Pembelajaran dengan Bahan Ajar Terpadu Berbasis Pendekatan Mikroskopis-Mikroskopis dan Mikroskopis-Makroskopis*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Pascasarjana UM.
- Howe, C & Cerda, J. (2014). Argumentation in Whole-Class Teaching and Science Learning. *Psyche*, 23(2), 1-15.
- Kuhn, D., Lordanou, K., Pease, M., & Wirkala, C. (2008). Beyond Control of Variables: What Needs to Develop to Achieve Skilled Scientific Thinking?. *Cognitive Development*, 23, 435-451.
- Kulatunga, U., Moog, R., S. & Lewis, J., E. (2013). Argumentation and Participation Patterns in General Chemistry Peer-Led Sessions. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Kultuca, A, Cetin, P, dan Dogan, N. (2014). Effect of Content Knowledge on Scientific Argumentation Quality: Cloning Context. *Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 1-30.
- Lee, H, Pallant, A, Pryputniewicz, & Liu, O. (2013). *Measuring Students' Scientific Argumentation Associated with Uncertain Current Science*. Makalah dipresentasikan National Association for Research in Science Teaching, Rio Grande, Puerto Rico.

- Marais, A., F. (2011). Overcoming Conceptual Difficulties in First-year Chemistry Students by Applying Concrete Teaching Tools. *S. African Journal of Chemistry*, 64, 151–157.
- Ormrod, J. (2009). *Psikologi Pendidikan Membantu Siswa Tumbuh dan Berkembang*. Jakarta: Erlangga.
- Osborne, J., Eduran, S., & Simon, S. (2001). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal Of Research In Science Teaching*, 41(10), 994–1020.
- Petrucci, Hardwood, Herring, & Madura. (2011). *Kimia Dasar: Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern Edisi ke Sembilan Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Sadler, T & Donnelly, L. (2006). Socioscientific Argumentation: The Effects of Content Knowledge and Morality. *International Journal of Science Education*, 28(12), 1463-1488.
- Sanger, M., J. 1996. *Identifying, Attributing, and Dispelling Student Misconceptions in Electrochemistry*. Disertasi dipublikasikan. Iowa State University.
- Simon, S, Erduran, S, & Osborne, J. (2002). *Enhancing the Quality of Argumentation in School Science*. Makalah dipresentasikan di the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April 7-10, New Orleans, USA.
- Sunyono, Yuanita, L., & Ibrahim, M. (2015). Supporting Students in Learning with Multiple Representation to Improve Student Mental Models on Atomic Structure Concepts. *Science Education International*, 26(2), 104-125.
- Suparno, P. (2001). *Teori Perkembangan Kognitif Jean Piaget*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tippet, C. (2009). Argumentation: The Language of Science. *Journal of Elementary Science Education*, 21(1), 17-25.
- Toulmin, S. 2003. *The Uses of Argument*. USA: Cambridge University Press.
- Walpuski, M, Tepner, O, Sumfleth, E, Dollny, S, Hostenbach, J, & Pollender, T. 2011. Multiple Perspectives on Students' Scientific Communication & Reasoning in Chemistry Education. *Visions Conference Teaching*, 6(1), 1-26.
- Wegerif, R. 2002. Literature Review in Thinking Skills, Technology and Learning. *A NESTA Futurelab Series*, Report 2.
- Winarti, A. 1998. *Analisis Pemahaman Konsep Asam Basa melalui Penggambaran Mikroskopis dan Hubungannya dengan Kemampuan Berpikir Formal Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia FKIP UNLAM Banjarmasin*. Tesis tidak diterbitkan. Malang: Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Malang.
- Yeh, K, & She, H. 2010. On-Line Synchronous Scientific Argumentation Learning: Nurturing Students' Argumentation Ability and Conceptual Change in Science Context. *Computers & Education*, 55, 586-602.