

Penggunaan Modul Multimedia Interaktif dengan Agen Pedagogi dalam Pembelajaran Elektrokimia: Kesan terhadap Pemahaman Konsep dalam Elektrokimia

(Application of Interactive Multimedia Module with Pedagogical Agent in the Learning of Electrochemistry: Effects on Conceptual Understanding in Electrochemistry)

LEE TIEN TIEN & KAMISAH OSMAN*

ABSTRAK

Tajuk Elektrokimia didapati sukar dipelajari kerana konsep abstrak yang melibatkan tahap perwakilan makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Kajian lepas menunjukkan bahawa animasi dan simulasi menggunakan teknologi maklumat dan komunikasi (TMK) boleh membantu pelajar membayangkan dan seterusnya memperkuatkan pemahaman mereka dalam mempelajari tajuk kimia yang abstrak. Ekoran daripada itu, modul multimedia interaktif dengan agen pedagogi (MMIAP) yang dinamakan Makmal EK (Elektrokimia) dibangunkan dalam usaha membantu pelajar dalam mempelajari Elektrokimia. Reka bentuk penyiasatan kuasi eksperimen dengan ujian pra/pos kumpulan kawalan tidak setara dijalankan dalam usaha untuk menilai keberkesanan MMIAP Makmal EK terhadap pemahaman konsep pelajar dalam mempelajari Elektrokimia. Seramai 127 orang pelajar tingkatan empat dari dua buah sekolah menengah terlibat dalam kajian ini. Setiap sekolah mempunyai sebuah kumpulan rawatan dan sebuah kumpulan kawalan yang diajar oleh guru kimia yang sama. Ujian pencapaian pra dan pos diberikan untuk menilai pemahaman konsep Elektrokimia pelajar sebelum dan selepas mempelajari kimia. Hasil kajian menunjukkan bahawa intervensi seperti yang direkabentuk dalam kajian menghasilkan perbezaan yang bererti antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan dalam memahami konsep Elektrokimia.

Kata kunci: Agen pedagogi; Elektrokimia; modul multimedia interaktif

ABSTRACT

Electrochemistry is a topic found to be difficult to learn due to its abstract concepts involving macroscopic, microscopic and symbolic representation levels. Previous studies showed that animation and simulation using information and communication technology (ICT) can help students to visualize and enhance their understanding in learning abstract chemistry topics. As a result, interactive multimedia module with pedagogical agent (IMMPA) named EC (electrochemistry) Lab was developed in order to assist students in the learning of Electrochemistry. A non-equivalent pretest and posttest control group design investigation was carried out in order to gauge the effectiveness of EC Lab on students' understanding of concepts in the learning of electrochemistry. A total of 127 form four students from two secondary schools were involved in the study. Each school has one treatment group and one control group taught by the same chemistry teacher. Pre and post achievement tests were given to evaluate students' understanding of electrochemistry concepts before and after the learning of electrochemistry. Our results showed that the intervention as designed in the study yield significant difference between control group and treatment group in the understanding of concepts in the learning of Electrochemistry.

Keywords: Pedagogical agent; Electrochemistry; interactive multimedia module

PENGENALAN

Elektrokimia merupakan kajian tentang perubahan antara tenaga kimia dengan tenaga elektrik dan terbahagi kepada dua bidang utama iaitu elektrolisis dan sel ringkas (Tan et al. 2007). Ia merupakan tajuk keenam dalam sukatan pelajaran kimia tingkatan empat dalam konteks pelaksanaan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah di Malaysia. Dalam memahami konsep Elektrokimia, pelajar perlu memahami tiga aras yang dicadangkan oleh Johnstone (1993). Pada aras makroskopik, pelajar perlu memahami perubahan-perubahan yang berlaku pada sel elektrolisis atau sel kimia ketika proses pengoksidaan

dan penurunan berlaku di elektrod. Perubahan yang boleh diperhatikan adalah seperti perubahan warna elektrolit, kewujudan gelembung udara atau mendakan dan perubahan saiz atau jisim elektrod. Pada aras mikroskopik, pelajar perlu menggambarkan dalam minda bagaimana pengaliran elektron dalam litar luar, pengaliran ion-ion dalam elektrolit dan apa yang berlaku di setiap elektrod ketika proses redoks berlaku dalam sel. Pada aras simbolik pula, pelajar perlu berupaya menulis dan menyatakan perubahan yang telah berlaku dalam bentuk persamaan kimia. Hasil kajian Cher (2004), Fazilah (2006) dan Lee (2008) menunjukkan bahawa pelajar Malaysia menghadapi

masalah dalam pemahaman konsep Elektrokimia daripada segi tiga perwakilan tersebut.

Kajian lepas telah menunjukkan bahawa salah konsep yang paling ketara dalam mempelajari konsep Elektrokimia adalah disebabkan pelajar gagal membezakan pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan di dalam elektrolit (Allsop & George 1982; Garnett et al. 1995; Garnett & Hackling 1993; Garnett & Treagust 1992; Karsli & Çalik 2012; Ogune & Bradley 1994; Özkaya et al. 2003; Sanger & Greenbowe 1997). Selain itu, pelajar juga menganggap bahawa elektron mengalir dalam elektrolit untuk melengkapkan litar (Karsli & Çalik 2012; Lee & Mohamad Yusof 2009; Lee 2008). Ogune dan Bradley (1994) mendapati bahawa 40% pelajar pra-kolej dan 47.50% pelajar kolej menganggap elektron mengkonduksikan pengaliran arus elektrik dalam elektrolit. Guru pra perkhidmatan dalam kajian Karsli dan Çalik (2012) juga mempunyai kerangka alternatif dalam konsep pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit. Seramai 17% guru pra perkhidmatan menganggap elektron mengalir dalam elektrolit dan titian garam untuk melengkapkan litar. Seramai 37% daripada mereka juga menganggap bahawa titian garam membantu pengaliran elektrik dalam bentuk elektron daripada satu sel separa ke sel separa yang lain. Kerangka alternatif yang dikenal pasti oleh Garnett et al. 1995; Garnett dan Treagust 1992; Lai 2003 dan Sanger dan Greenbowe 1997 ketika pelajar menentukan anod dan katod dalam sel elektrolisis adalah mereka tidak mempertimbangkan punca bekalan bateri. Pelajar menganggap keketuban terminal bateri tidak memainkan peranan dalam menentukan anod dan katod.

Kajian Cher (2004), Fazilah (2006), Lai (2003) dan Lee (2008) mendapati pelajar menghadapi masalah untuk mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod kerana mereka tidak dapat mengenal pasti ion-ion yang berkumpul pada anod dan katod. Ini menyebabkan mereka tidak dapat menentukan ion yang dipilih untuk dinyahcas pada anod dan katod. Beberapa kerangka alternatif telah dikenal pasti oleh Garnett et al. (1995), Garnett dan Hackling (1993), Garnett dan Treagust (1992) mengenai konsep pengoksidaan dan penurunan. Pelajar berpendapat bahawa keadaan pengoksidaan sesuatu unsur adalah sama dengan cas pada ion monoatom unsur tersebut atau cas pada ion poliatom mewakili keadaan pengoksidaan sesuatu ion poliatom. Pelajar menggunakan perubahan cas pada poliatom, bukannya nombor pengoksidaan atom individu untuk mengenal pasti persamaan redoks. Dalam konsep elektrolit pula, responden dalam kajian Garnett dan Treagust (1992), Lai (2003) dan Sanger dan Greenbowe (1997) menganggap bahawa air tidak memainkan peranan ketika elektrolisis larutan akueus, iaitu air tidak reaktif terhadap proses pengoksidaan dan penurunan. Sampel kajian tidak melukiskan ion-ion hidrogen dan ion-ion hidroksida dalam elektrolit menunjukkan bahawa pelajar tidak memahami kepentingan molekul air dalam konsep elektrolit (Lee 2008; Lee & Mohamad Yusof 2009).

Multimedia merupakan proses komunikasi berasaskan teknologi komputer yang terdiri daripada gabungan

unsur seperti teks, audio, video, grafik dan animasi. Penggunaan multimedia agak bermanfaat dalam pelbagai bidang, terutamanya dalam bidang pendidikan. Konsep pengajaran dan pembelajaran berbantuan komputer yang diperkenalkan di negara kita memperlihatkan kepentingan multimedia dalam bidang pendidikan. Ramai penyelidik (Alkazemi 2003; Hasnira 2005; Karsli & Çalik 2012; Lai 2003; Liu 2005; Sanger & Greenbowe 2000; Siti Haffizah 2003) telah membina pelbagai jenis perisian multimedia dan mengkaji keberkesanannya dalam proses pengajaran dan pembelajaran tajuk Elektrokimia. Walau bagaimanapun, modul multimedia interaktif dengan agen pedagogi dalam tajuk Elektrokimia masih tidak dijumpai dalam pasaran. Justeru, penyelidik berusaha untuk mengaplikasikan konsep agen pedagogi dalam modul multimedia interaktif dengan agen pedagogi MMIAK Makmal EK untuk meningkatkan pemahaman konsep pelajar dalam tajuk Elektrokimia.

KAEDAH

REKA BENTUK KAJIAN

Kajian ini menggunakan reka bentuk kuasi uji kaji dengan ujian pra/pos kumpulan kawalan tidak setara (Campbell & Stanley 1963).

SAMPEL KAJIAN

Pemilihan sampel kajian adalah berdasarkan beberapa kriteria seperti keputusan sains dan matematik pelajar untuk Peperiksaan Penilaian Menengah Rendah (PMR) tahun 2010, nisbah lelaki dan perempuan, bilangan tahun mengajar guru kimia dan jumlah komputer dalam makmal komputer sekolah. Akhirnya, seramai 127 orang (50 orang lelaki dan 77 orang perempuan) pelajar tingkatan empat dari dua buah sekolah menengah telah mengambil bahagian dalam kajian ini. Pelajar-pelajar ini adalah dari empat buah kelas dengan dua kelas dipilih sebagai kumpulan kawalan dan dua kelas lagi dipilih sebagai kumpulan rawatan secara rawak. Setiap sekolah mempunyai sebuah kumpulan kawalan dan sebuah kumpulan rawatan yang diajar oleh guru kimia yang sama. Nisbah pelajar lelaki kepada pelajar perempuan adalah 1 : 1.63 dan 1 : 1.46 untuk kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan. Kedua-dua orang guru kimia yang mengajar di kedua-dua buah sekolah mempunyai pengalaman mengajar kimia lebih daripada 20 tahun. Jadual 1 menunjukkan sampel yang terlibat dalam kajian ini.

INSTRUMEN KAJIAN

UJIAN KEFAHAMAN ELEKTROKIMIA

Bahan yang terlibat dalam kajian ini adalah dua set ujian kefahaman Elektrokimia yang ditadbir sebagai ujian pra dan ujian pos. Kedua-dua set ujian pra dan ujian pos ini menguji konsep Elektrokimia pada aras kesukaran

JADUAL 1. Maklumat deskriptif sampel kajian

Perkara	Sekolah			Kumpulan		
	SMKL	SMKTM	Jumlah	Kawalan	Rawatan	Jumlah
Bilangan pelajar	54	73	127	63	64	127
Jumlah lelaki	17	33	50	24	26	50
Jumlah perempuan	37	40	77	39	38	77
Nisbah lelaki : perempuan	1 : 2.18	1 : 1.21		1 : 63	1 : 1.46	
Pengalaman guru (bilangan tahun)	> 20	> 20		> 20	> 20	

Nota: SMKL – Sekolah Menengah Kebangsaan Ledang, SMKTM – Sekolah Menengah Kebangsaan Tun Mamat

yang sama. Format dan jumlah soalan adalah sama dan cuma berbeza daripada segi elektrod dan elektrolit yang digunakan dalam sel. Ujian terdiri daripada dua soalan struktur, soalan pertama adalah tentang sel elektrolisis manakala soalan kedua adalah tentang sel kimia. Tujuan ujian diberikan adalah untuk menguji kefahaman pelajar tentang sel elektrolisis dan sel kimia pada aras makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Dalam Ujian Kefahaman Elektrokimia ini, para responden bukan sahaja dikehendaki menjawab soalan, malahan perlu menyatakan sebab atau alasan mereka memberikan jawapan sedemikian. Soalan-soalan dalam instrumen ini direka oleh penyelidik dengan merujuk kepada instrumen dalam kajian penyelidik lepas (Lai 2003; Lin et al. 2002). Walau bagaimanapun, item-item dalam ujian ini menguji konsep Elektrokimia pada ketiga-tiga aras perwakilan makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Contohnya item yang menyuruh pelajar menyatakan warna larutan elektrolit selepas elektrolisis berlangsung adalah item yang menguji tahap makroskopik, item yang menyuruh pelajar melukiskan ion-ion yang berkumpul di sekitar elektrod adalah item yang menguji tahap mikroskopik dan item yang menyuruh pelajar menuliskan persamaan pengoksidaan dan penurunan adalah item yang menguji tahap simbolik. Kajian rintis telah dijalankan untuk mendapatkan indeks kebolehpercayaan KR-20 Ujian Kefahaman Elektrokimia. Nilai KR-20 bagi ujian pra adalah 0.65 dan bagi ujian pos adalah 0.71. Kedua-dua set ujian dibina berdasarkan Jadual Penentuan Ujian mengikut sukatan pelajaran kimia tingkatan empat dan telah disemak oleh pensyarah dan guru kimia untuk mendapatkan kesahan isi kandungan.

MMIAP MAKMAL EK

Secara amnya, MMIAP Makmal EK mengaplikasikan lima fasa Needham (1987) dalam Teori Konstruktivisme untuk menyampaikan isi kandungan dalam Elektrokimia. Makmal EK dibahagikan kepada lima subunit utama, iaitu (1) elektrolit dan bukan elektrolit, (2) elektrolisis bahan leburan, (3) elektrolisis larutan akueus, (4) sel kimia dan (5) jenis-jenis sel kimia. Semua isi kandungan dan penyampaian maklumat dipersembahkan dalam bahagian tutoran. Persembahan maklumat oleh agen pedagogi disusun daripada konsep mudah ke susah dengan

menggunakan aplikasi unsur multimedia seperti teks, gambar, video, animasi, audio dan simulasi. Terdapat bahagian Eksperimen yang menghuraikan langkah dan perbincangan eksperimen yang berkaitan dengan konsep elektrolit dan bukan elektrolit, faktor yang menentukan ion dinyahcas pada elektrolisis larutan akueus dan konsep sel kimia. Pelajar akan mengukuhkan konsep yang dipelajari dengan membuat latih tubi pada bahagian Latihan. Selepas melalui semua bahagian dalam sub unit, pelajar akan membuat penilaian sendiri dengan menjawab soalan pada bahagian Kuiz. Bahagian Memo memberikan petua dan nota ringkas berkaitan dengan konsep penting dalam Elektrokimia. Pelajar boleh menenangkan fikiran dengan mempelopori permainan dalam bahagian Permainan yang berkaitan dengan aplikasi konsep Elektrokimia. Kaitan antara menu utama, bahagian dalam setiap subunit dan fasa Needham diringkaskan dalam Jadual 2.

PROSEDUR KAJIAN

Guru memberikan ujian pra kepada pelajar di kedua-dua kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum proses pembelajaran Elektrokimia bermula. Pelajar diberi masa 60 minit untuk menjawab soalan dalam ujian pra. Selepas itu, pelajar dalam kumpulan rawatan memulakan pembelajaran Elektrokimia menggunakan Makmal EK di makmal komputer manakala pelajar kumpulan kawalan belajar mengikut cara tradisional bersama guru di makmal kimia. Guru akan menetapkan sub unit pembelajaran yang akan dipelajari pada minggu tertentu dan pelajar dalam makmal komputer bebas mempelopori bahagian dalam Makmal EK mengikut kadar masing-masing. Pelajar di kumpulan kawalan pula menyalin nota dan mendengar penjelasan guru tentang konsep Elektrokimia secara *chalk and talk*. Setelah selesai semua sub unit dalam Elektrokimia, kedua-dua kumpulan pelajar dikehendaki menjawab ujian pos dalam masa 60 min.

HASIL DAN PERBINCANGAN

Kedua-dua kumpulan kawalan dan rawatan menunjukkan peningkatan markah daripada ujian pra ke ujian pos menunjukkan bahawa pelajar memperoleh ilmu pengetahuan tentang konsep Elektrokimia selepas proses pembelajaran. Didapati bahawa markah kumpulan

JADUAL 2. Pembahagian modul

Fasa Needham	Bahagian dalam Sub Unit	Menu Utama
Orientasi	<i>Cuba fikirkan!</i>	
Pencetusan Idea	<i>Anda masih ingat?</i>	
Penstrukturan Semula Idea		
• Penjelasan dan pertukaran idea	<i>Berikan idea anda...</i>	Tutorial
• Pendedahan kepada situasi konflik	<i>Anda pasti?</i>	
• Penjanaan idea baru dan penilaian idea baru	<i>Jom buat bersama!!Masa untuk video!</i>	Eksperimen
Aplikasi Idea	<i>Usaha membuahkan hasil!</i>	Latihan
Refleksi	<i>Sebelum & selepas...</i>	
	<i>Uji diri anda</i>	Kuiz
	<i>Terima cabaran</i>	Memo Permainan

kawalan meningkat daripada ujian pra (min = 4.46, SP = 3.52) ke ujian pos (min = 35.90, SP = 18.44, $t(62) = 12.57$, $p < 0.05$). Untuk kumpulan rawatan pula, pelajar menunjukkan peningkatan markah daripada ujian pra (min = 7.11, SP = 4.00) ke ujian pos (min = 46.01, SP = 29.94, $t(63) = 11.03$, $p < 0.05$). Walaupun kedua-dua kumpulan menunjukkan peningkatan markah secara keseluruhan, tetapi masih terdapat 52.40% pelajar daripada kumpulan kawalan dan 43.75% pelajar dari kumpulan rawatan gagal dalam ujian pos. Julat markah pelajar dalam kumpulan kawalan adalah antara 4.26% hingga 61.70% manakala untuk kumpulan rawatan pula adalah antara 2.13% hingga 93.62%. Markah pelajar untuk kumpulan rawatan adalah lebih tinggi berbanding dengan kumpulan kawalan. Min markah untuk kedua-dua kumpulan pelajar bagi ujian pos ditunjukkan dalam Jadual 3.

Data dalam Jadual 3 menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan untuk min markah ujian pos antara kumpulan kawalan (min = 35.90, SP = 18.44) dan kumpulan rawatan (min = 46.01, SP = 29.94, $t(105.06) = 2.30$, $p < 0.05$). Soalan-soalan dalam Ujian Kefahaman Elektrokimia menilai pelajar konsep Elektrokimia pada aras perwakilan makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Taburan soalan, konsep dan aras perwakilan diuji serta keputusan pelajar mengikut kumpulan ditunjukkan pada Jadual 4.

Secara keseluruhan, kedua-dua kumpulan pelajar berupaya menjawab soalan yang menguji konsep Elektrokimia pada aras perwakilan makroskopik dan simbolik. Contohnya untuk item 1(a), didapati majoriti pelajar daripada kedua-dua kumpulan berupaya mengenal pasti anod dan katod dalam sel elektrolisis. Untuk item 1(i) pula, pelajar dapat membuat ramalan tentang perubahan warna pada elektrolit selepas elektrolisis berlangsung untuk suatu tempoh tertentu. Walau bagaimanapun,

pelajar daripada kumpulan rawatan lebih bagus dalam memberikan penerangan terhadap jawapan yang diberi berdasarkan konsep Elektrokimia. Sebagai contoh, separuh daripada pelajar kumpulan rawatan boleh menjelaskan perubahan warna larutan elektrolit daripada biru ke biru pudar disebabkan pengurangan bilangan ion kuprum(II) dalam elektrolit berbanding dengan hanya 34.90% pelajar daripada kumpulan kawalan berupaya menerangkan sebab perubahan warna secara saintifik.

Didapati bahawa pelajar dalam kumpulan rawatan mempunyai penguasaan konsep Elektrokimia yang lebih baik berbanding dengan pelajar dalam kumpulan kawalan pada aras perwakilan mikroskopik. Contohnya, item 1(c)-1(i) menguji pelajar konsep pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan di dalam elektrolit secara mikroskopik. Sebanyak 70.30% pelajar dalam kumpulan rawatan memberikan jawapan yang betul berbanding dengan 55.60% pelajar menjawab betul dalam kumpulan kawalan. Pelajar yang masih tidak menguasai konsep ini cenderung melukiskan pengaliran elektron dalam elektrolit (Rajah 1) atau melukis pengaliran elektron pada arah bertentangan (Lee 2008; Lee & Mohammad Yusof 2009).

Didapati bahawa pelajar dalam kedua-dua kumpulan kawalan dan rawatan masih tidak menguasai konsep elektrolit dengan baik. Masih terdapat pelajar yang lupa melukiskan kehadiran ion hidrogen dan ion hidroksida daripada molekul air dalam elektrolit (Garnett & Treagust 1992; Lai 2003; Lee & Mohammad Yusof 2009; Lee 2008; Sanger & Greenbowe 1997). Walau bagaimanapun, kumpulan rawatan memperoleh keputusan yang lebih baik berbanding dengan kumpulan kawalan. Sebanyak 35.90% pelajar daripada kumpulan rawatan dan hanya 6.30% pelajar daripada kumpulan kawalan dapat melukiskan semua ion yang hadir dalam kedua-dua

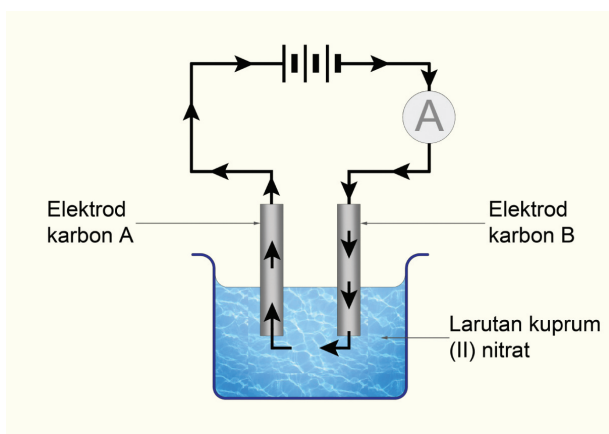
JADUAL 3. Min markah ujian pos untuk kumpulan kawalan dan rawatan

Kumpulan	Bil	Min	Sisihan piawai	Nilai t	Sig (2-tailed)
Rawatan	64	46.01	29.94	2.295	0.024**
Kawalan	63	35.90	18.44		

** Signifikan pada aras keyakinan 0.05

JADUAL 4. Taburan soalan, konsep dan aras perwakilan dan peratus jawab betul

Nombor soalan	Konsep yang diuji	Aras perwakilan	Peratus betul		
			Kawalan	Rawatan	
1 a (i)	• Mengenal pasti anod dan katod	Makroskopik	84.1	89.1	
1 a (ii)			84.1	89.1	
1 b			61.9	78.1	
1 c (i)	• Pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit	Mikroskopik	55.6	70.3	
1 c (ii)			14.3	32.8	
1 d	• Konsep elektrolit	Mikroskopik Simbolik	41.3	35.9	
1 e (i)	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Mikroskopik Simbolik	44.4	39.1	
1 e (ii)			42.9	42.2	
1 f			31.7	40.6	
1 g (i)	• Konsep pengoksidaan dan penurunan	Simbolik	46.0	46.9	
1 g (ii)			68.3	60.9	
1 h	• Konsep pengoksidaan dan penurunan	Mikroskopik	9.5	37.5	
1 i (i)	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Makroskopik	65.1	60.9	
1 i (ii)			Mikroskopik	34.9	50.0
1 j	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Mikroskopik	65.1	60.9	
1 k (i)	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Makroskopik	65.1	59.4	
1 k (ii)			58.7	31.3	
1 k (iii)			Mikroskopik	71.4	60.9
1 k (iv)			58.7	32.8	
1 k (v)			58.7	59.4	
1 k (vi)			49.2	46.9	
1 l (i)			15.9	46.9	
1 l (ii)			7.9	25.0	
1 l (iii)			12.7	54.7	
1 l (iv)			12.7	23.4	
1 l (v)			14.3	56.3	
1 l (vi)			4.8	50.0	
2 a (i)	• Mengenal pasti anod dan katod	Makroskopik	61.9	87.5	
2 a (ii)			61.9	87.5	
2 b			11.1	29.7	
2 c (i)	• Pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit	Mikroskopik	41.3	42.2	
2 c (ii)			Mikroskopik	9.5	43.8
2 d	• Konsep elektrolit	Simbolik	6.3	35.9	
2 e (i)	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Mikroskopik Simbolik	0.0	7.8	
2 e (ii)			3.2	6.3	
2 f	• Konsep elektrolit		17.5	9.4	
2 g (i)	• Konsep pengoksidaan dan penurunan	Simbolik	34.9	34.4	
2 g (ii)			30.2	45.3	
2 h	• Konsep pengoksidaan dan penurunan	Mikroskopik	0.0	21.9	
2 i (i)	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Makroskopik	1.6	39.1	
2 i (ii)			7.9	31.3	
2 j	• Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Mikroskopik	1.6	28.1	
2 k	• Pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit	Makroskopik	58.7	75.0	
2 l (i)			Mikroskopik	36.5	39.1
2 l (ii)			38.1	25.0	
2 m (i)			58.7	56.3	
2 m (ii)			27.0	35.9	



RAJAH 1. Pengaliran elektron dalam elektrolit

elektrolit dengan betul untuk item 2(d). Item 2(i) dan 2(j) menguji pelajar konsep tindak balas dan hasil pada kedua-dua terminal sel kimia. Didapati bahawa pelajar daripada kumpulan rawatan memperoleh keputusan yang lebih baik berbanding dengan kumpulan kawalan. Sebanyak 39.10% dan 31.30% pelajar kumpulan rawatan dapat memberikan hasil akhir pada kedua-dua terminal sel kimia berbanding dengan hanya 1.60% dan 7.90% pelajar daripada kumpulan kawalan. Apabila ditanyakan sebab terbentuknya hasil akhir pada kedua-dua terminal (item 2(j)), 28.10% pelajar kumpulan rawatan berupaya menerangkan tindak balas yang berlaku di kedua-dua terminal secara mikroskopik. Sebaliknya, hanya seorang pelajar daripada kumpulan kawalan dapat memberikan penerangan yang betul. Dengan memahami tindak balas pada kedua-dua elektrod, pelajar berupaya menerangkan proses elektrolisis secara mikroskopik dan seterusnya dapat memberikan hasil elektrolisis yang betul pada elektrod.

Untuk perwakilan simbolik pula, didapati bahawa kedua-dua kumpulan pelajar berupaya menterjemahkan proses pengoksidaan dan penurunan pada kedua-dua elektrod menggunakan persamaan separa yang betul. Walau bagaimanapun, pelajar daripada kumpulan rawatan (37.50%) berupaya menerangkan sebab sesuatu ion dipilih untuk dinyahcas berdasarkan kedudukan ion dalam siri Elektrokimia berbanding dengan pelajar daripada kumpulan kawalan (9.50%). Ini dapat dibuktikan melalui penerangan jawapan pelajar pada item 1(l) yang menunjukkan bahawa pelajar daripada kumpulan rawatan lebih menguasai konsep tindak balas pada kedua-dua elektrod. Apabila larutan kuprum(II) klorida digantikan dengan larutan kuprum(II) klorida pekat, 15.90% pelajar kumpulan kawalan dan 46.90% pelajar kumpulan rawatan dapat memberikan pemerhatian yang betul pada anod. Walau bagaimanapun, hanya 7.90% pelajar kumpulan kawalan dapat menerangkan sebab terbentuknya gas klorin di anod dengan penerangan saintifik. Secara perbandingan, pelajar daripada kumpulan rawatan (ET22 dan ET33) berupaya menerangkan pergerakan ion pada aras mikroskopik dalam menerangkan pemerhatian dan

hasil pada kedua-dua elektrod. Sebaliknya pelajar daripada kumpulan kawalan (KL29) memberikan kesimpulan sebagai penerangan terhadap hasil pada elektrod:

Since the Cl^- ion is more concentrated than OH^- , Cl^- ion is chosen for discharging to form chlorine gas (ET22).

Cl^- ions are selectively discharged as it is more concentrated even though it is placed higher at the electrochemical series (ET33).

The chlorine gas is produced (KL29).

Animasi dalam *Dunia-Mikro Makmal EK* menunjukkan pengaliran elektron dan ion-ion dalam sel elektrolisis membantu pelajar membayangkan (Lerman 2001) proses elektrolisis secara mikroskopik. MMIAP Makmal EK berupaya mempersembahkan konsep Elektrokimia yang abstrak dengan cara yang lebih 'konkrit' kepada pelajar kerana pelajar boleh 'melihat' proses elektrolisis dalam tiga aras perwakilan (Bowen 1998; Burke et al. 1998; Karsli & Çalik 2012; Rodrigues 2001; Russell et al. 1997). Pembelajaran Elektrokimia menggunakan animasi dan simulasi dalam modul multimedia berupaya meningkatkan tahap kefahaman pelajar tentang konsep Elektrokimia berbanding dengan cara tradisional (Hasnira 2005; Sanger & Greenbowe 2000).

KESIMPULAN

Hasil kajian membuktikan bahawa penggunaan MMIAP Makmal EK dalam pembelajaran Elektrokimia berupaya meningkatkan pemahaman konsep Elektrokimia berbanding dengan cara pembelajaran secara tradisi. Ini adalah selaras dengan hasil kajian lepas (Moreno et al. 2000) di luar negara iaitu pelajar yang belajar menggunakan modul multimedia bersama agen pedagogi memperoleh keputusan yang lebih baik. Pelajar memahami dan menguasai konsep Elektrokimia dengan baik kerana mereka berupaya membayangkan tindak balas pada kedua-dua elektrod dan dalam elektrolit semasa proses elektrolisis pada tiga aras perwakilan pembelajaran. Sehubungan dengan itu, adalah disarankan agar aplikasi agen pedagogi dalam modul multimedia diperluaskan ke tajuk kimia yang lain serta mata pelajaran lain agar kemanfaatannya dapat diperluaskan khusus ke arah peningkatan kefahaman pelajar secara keseluruhannya.

RUJUKAN

- Alkazemi, E. 2003. The effect of the instructional sequence of a computer simulation and a traditional laboratory on middle grade students' conceptual understanding of an electrochemistry topic. Tesis Ph.D. University of Florida (tidak diterbitkan).
- Allsop, R.T. & George, N.H. 1982. Redox in Nuffield advanced chemistry. *Education in Chemistry* 19: 57-59.
- Bowen, C.W. 1998. Item design considerations for computer-based testing of student learning in chemistry. *Journal of Chemical Education* 75(9): 1172-1175.

- Burke, K.A., Greenbowe, T.J. & Windschitl, M.A. 1998. Developing and using conceptual computer animations for chemistry instruction. *Journal of Chemical Education* 5(12): 1658-1661.
- Campbell, D.T. & Stanley, J.C. 1963. *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research*. Chicago: Rand McNally College Publishing Company.
- Cher, G.C. 2004. Meninjau kerangka alternatif terhadap konsep asas Elektrokimia di kalangan pelajar yang pernah mempelajari tajuk Elektrokimia. Tesis Sarjana Muda, Universiti Pendidikan Sultan Idris (tidak diterbitkan).
- Fazilah Isa. 2006. Miskonsepsi di kalangan pelajar tingkatan 4 dalam memahami konsep elektrolisis. Tesis Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (tidak diterbitkan).
- Garnett, P.J., Garnett, P.J. & Hackling, M.W. 1995. Students' alternative conceptions in chemistry: A review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education* 25: 69-95.
- Garnett, P.J. & Hackling, M.W. 1993. Chemistry misconceptions at the secondary-tertiary interface. *Chemistry in Australia* 60(3): 117-119.
- Garnett, P.J. & Treagust, D.F. 1992. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching* 29(10): 1079-1099.
- Hasnira Embong. 2005. Pembinaan dan keberkesanan penggunaan perisian multimedia Elektrokimia dalam pengajaran dan pembelajaran kimia tingkatan 4. Tesis Sarjana, Universiti Pendidikan Sultan Idris (tidak diterbitkan).
- Johnstone, A. H. 1993. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education* 70(9): 701-705.
- Karsli, F. & Çalik, M. 2012. Can freshman science student teachers' alternative conceptions of 'electrochemical cells' be fully diminished? *Asian Journal of Chemistry* 24(2): 485-491.
- Lai, S.P. 2003. Keberkesanan perisian multimedia bagi pengajaran dan pembelajaran Elektrokimia (sel elektrolisis dan sel kimia): Satu kajian kes. Tesis Sarjana, Universiti Teknologi Malaysia (tidak diterbitkan).
- Lee, T.T. & Mohammad Yusof, Arshad. 2009. Miskonsepsi pelajar tingkatan empat mengenai Elektrokimia. *Jurnal Sains dan Matematik UPSI* 1(2): 52-64.
- Lee, T.T. 2008. Kefahaman pelajar tingkatan empat mengenai Elektrokimia. Tesis Sarjana, Universiti Teknologi Malaysia.
- Lerman, Z.M. 2001. Visualizing the chemical bond. *Chemical Education International* 2: 6-13. <http://old.iupac.org/publications/cei/vol2/0201x0006.html> (21 April 2011).
- Lin, H.S., Yang, T.C., Chiu, H.L. & Chou, C.Y. 2002. Students' difficulties in learning electrochemistry. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D)* 12(3): 100-105.
- Liu, H.C. 2005. Examining the use of computer simulations to promote learning of electrochemistry among college students. Tesis Ph.D. Iowa State University (tidak diterbitkan).
- Moreno, R., Mayer, R.E. & Lester, J.C. 2000. Life-like pedagogical agents in constructivist multimedia environments: Cognitive consequences of their interaction. <http://www.unm.edu/~moreno/PDFS/ED-MEDIA-DAP.pdf>. (16 Julai 2009).
- Needham, R. 1987. *CLIS in the Classroom: Teaching Strategies for Developing Understanding in Science*. Leeds: University of Leeds.
- Ogune, A.N. & Bradley, J.D. 1994. Ionic conduction and electrical neutrality in operating electrochemical cells: Pre-college and college student interpretations. *Journal of Chemical Education* 71(1): 29-34.
- Özkaya, A.R., Üce, M. & Şahin, M. 2003. Prospective teachers' conceptual understanding of electrochemistry: Galvanic and electrolytic cells. *University Chemistry Education* 7(1): 1-12.
- Rodrigues, S., Smith, A. & Ainley, M. 2001. Video clips and animation in chemistry cd-roms: Student interest and preference. *Australian Science Teachers Journal* 47(2): 9-15.
- Russell, J.W., Kozma, R.B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. & Davis, J. 1997. Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education* 74(3): 330-334.
- Sanger, M.J. & Greenbowe, T.J. 1997. Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells. *Journal of Research in Science Teaching* 34(4): 377-398.
- Sanger, M.J. & Greenbowe, T.J. 2000. Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instruction including computer animations and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education* 22(5): 521-537.
- Siti Haffizah Md. Najas. 2003. Kesan perisian pendidikan dalam tajuk Elektrokimia terhadap minat pelajar dan peringatan kembali maklumat pelajar. Tesis Sarjana Muda, Universiti Teknologi Malaysia (tidak diterbitkan).
- Tan, Y.T., Loh, W.L. & Tan, O.T. 2007. *Success Chemistry SPM*. Shah Alam: Oxford Fajar Sdn. Bhd.
- Lee Tien Tien
Fakulti Sains dan Matematik
Universiti Pendidikan Sultan Idris
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia
- Kamisah Osman*
Fakulti Pendidikan
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi, Selangor, Malaysia
- *Pengarang untuk surat-menyurat; email: kamisah@ukm.my
- Diserahkan: 21 November 2011
Diterima: 4 Mei 2012