

Miskonsepsi Pelajar Tingkatan Empat Mengenai Elektrokimia

(Misconception in Electrochemistry amongst Form Four Students)

Lee Tien Tien¹ & Mohammad Yusof Arshad²

¹Fakulti Sains & Teknologi, Universiti Pendidikan Sultan Idris
53900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia.

²Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia.
81310 UTM Skudai, Johor Darul Takzim, Malaysia.

Abstrak

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti kefahaman pelajar tingkatan empat mengenai elektrokimia. Kajian ini menumpu kepada sel elektrolisis dan sel kimia dalam menguji kefahaman pelajar tentang konsep elektrokimia secara makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Dua instrumen telah digunakan dalam kajian ini, iaitu ujian dan temu bual. Nilai *Alpha Cronbach* instrumen ujian adalah 0.78. Seramai 176 orang pelajar tingkatan empat dari empat buah sekolah menengah di Daerah Ledang, Johor telah mengambil bahagian sebagai responden dalam kajian ini. Seramai 16 orang responden yang menunjukkan miskonsepsi tertentu juga dipilih untuk menjalani sesi temu bual. Didapati bahawa responden kajian menunjukkan beberapa miskonsepsi dalam elektrokimia mengenai konsep pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit, mengenal pasti anod dan katod, mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod, konsep pengoksidaan dan penurunan, serta konsep elektrolit.

Kata kunci: Elektrokimia, miskonsepsi, sel elektrolisis, sel kimia

Abstract

This study aims to identify the understanding of form four students in electrochemistry. Two instruments were used in this study, which included test and interview. Structured questions were used in the instrument in order to test the students' understanding regarding electrolysis and chemical cell at macroscopic, microscopic and symbolic level. The Alpha Cronbach value of the test was 0.78. A total of 176 form four students from four secondary schools in

the Ledang District, Johore took part in this study. Sixteen respondents found to have certain misconceptions in the test instrument were called for an interview. Findings showed that respondents have some misconceptions in electrochemistry regarding the concept of the flow of current in metallic conductors and electrolytes, identifying the anode and cathode, identifying the process at the anode and cathode, oxidation and reduction concept, electrolyte concept.

Keywords: Electrochemistry, misconception, electrolysis cell, chemical cell

Pengenalan

Latar Belakang Kajian

Menurut Johnstone (1993), mata pelajaran Kimia perlu diajar dalam tiga peringkat, iaitu perwakilan makroskopik, perwakilan mikroskopik dan perwakilan simbolik. Dalam perwakilan makroskopik, proses kimia boleh diperhatikan atau dirasai oleh sensori manusia. Pada aras mikroskopik, ia dijelaskan melalui susunan dan pergerakan molekul, atom atau zarah-zarah sub atom serta interaksi antara mereka. Pada aras simbolik pula diwakili oleh simbol, nombor, formula, persamaan dan struktur bagi menjelaskan perubahan yang berlaku. Walau bagaimanapun, kajian (Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1987, 1988) menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar menghadapi masalah dalam memahami bahagian mikroskopik dan perwakilan simbolik kerana ia terlalu abstrak dan sukar dilihat dengan mata kasar.

Miskonsepsi ditakrifkan sebagai suatu keadaan di mana pengetahuan dan konsep pelajar tidak setara atau tidak sama dengan fakta dan konsep saintifik yang biasa diterima dan tidak berupaya untuk menerangkan fenomena saintifik (Cho, Kahle & Nordland, 1985; Bodner, 1986). Fisher dan Lipson (1986) pula menerangkan bahawa kesilapan pelajar boleh diklasifikasikan kepada beberapa dimensi seperti: (1) mempunyai hubungan yang salah antara konsep, (2) kekurangan hubungan penting antara konsep, (3) mempunyai pemahaman yang salah terhadap sesuatu konsep, (4) kekurangan konsep yang penting dan sebagainya. Miskonsepsi dalam kajian ini ditakrifkan sebagai suatu keadaan di mana pelajar memegang pengetahuan dan konsep yang dipengaruhi oleh pengalaman kehidupan seharian di mana konsep dan pengetahuan ini adalah tidak setara atau tidak sama dengan fakta dan konsep saintifik dalam menerangkan fenomena saintifik.

Ramai penyelidik (Finley, Stewart & Yaroch, 1982; Bojczuk, 1982) telah membuat kajian tentang sukatan pelajaran kimia di peringkat sekolah menengah, kolej atau universiti dan mendapati bahawa tajuk pengoksidaan dan penurunan, elektrokimia sebagai tajuk yang sukar untuk dipelajari. Hasil kajian Garnett dan Treagust (1992), Garnett dan Hackling (1993) dan Garnett, Garnett dan Hackling (1995) mendapati bahawa pelajar menghadapi masalah dalam aras makroskopik, mikroskopik dan simbolik ketika mempelajari tajuk elektrokimia.

Pernyataan Masalah

Tajuk elektrokimia merupakan tajuk yang mengandungi konsep yang abstrak kerana ia melibatkan pemahaman pada aras makroskopik, mikroskopik dan simbolik. 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, 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 dapatan kajian Cher (2004) dan Fazilah (2006) menunjukkan bahawa pelajar Malaysia menghadapi masalah dalam pemahaman konsep elektrokimia dari segi tiga perwakilan tersebut.

Hasil kajian lepas telah menunjukkan bahawa miskonsepsi yang paling ketara dalam elektrokimia adalah disebabkan pelajar gagal membezakan pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan di dalam elektrolit (Allsop & George, 1982; Garnett & Treagust, 1992; Garnett & Hackling, 1993; Ogune & Bradley, 1994; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Sanger & Greenbowe, 1997; Özkaya, Üce & Şahin, 2003). Selain itu, pelajar juga menganggap bahawa elektron mengalir dalam elektrolit untuk melengkapkan litar. Kajian Ogune dan Bradley (1994) mendapati bahawa 40.00% pelajar prakolej dan 47.50% pelajar kolej menganggap elektron mengkonduksikan pengaliran arus elektrik dalam elektrolit. Kerangka alternatif yang dikenal pasti oleh Garnett dan Treagust (1992), Garnett, Garnett dan Hackling (1995), Sanger dan Greenbowe (1997) dan Lai (2003) ketika pelajar menentukan anod dan katod dalam sel elektrolisis adalah mereka tidak mempertimbangkan punca bekalan bateri. Pelajar menganggap kepolaran terminal bateri tidak memainkan peranan dalam menentukan anod dan katod.

Kajian Lai (2003), Cher (2004) dan Fazilah (2006) 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 dan Treagust (1992), Garnett dan Hackling (1993), Garnett, Garnett dan Hackling (1995) 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 molekul atau ion. 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), Sanger dan Greenbowe (1997) dan Lai (2003) menganggap bahawa air tidak memainkan peranan ketika elektrolisis larutan akueus, iaitu air tidak reaktif terhadap proses pengoksidaan dan penurunan.

Walau bagaimanapun, kajian tentang elektrokimia yang dijalankan di Malaysia jarang mengkaji secara makroskopik, mikroskopik dan simbolik serta visualisasi pelajar tentang tindak balas elektrolisis. Jadi, adalah perlu untuk menjalankan satu kajian yang mengkaji tentang kefahaman pelajar tingkatan empat mengenai elektrokimia secara makroskopik, mikroskopik dan simbolik.

Objektif kajian

Berdasarkan latar belakang dan pernyataan masalah di atas, maka objektif kajian ini adalah seperti berikut:

- Untuk mengenal pasti kefahaman pelajar mengenai konsep elektrokimia dari segi sel elektrolisis.
- Untuk mengenal pasti kefahaman pelajar mengenai konsep elektrokimia dari segi sel kimia.

Metodologi

Seramai 176 orang pelajar tingkatan empat dari empat buah sekolah menengah di daerah Ledang, Johor, telah mengambil bahagian sebagai responden kajian ini. Instrumen yang digunakan adalah ujian dan temu bual. 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 ini, para responden bukan sahaja dikehendaki menjawab soalan, malahan perlu menyatakan sebab atau alasan mereka memberikan jawapan sedemikian. Dengan ini, penyelidik dapat mengenal pasti kerangka alternatif responden daripada alasan yang diberikan. Soalan-soalan dalam instrumen ini direka oleh penyelidik dengan merujuk kepada instrumen dalam kajian penyelidikan lepas (Lin, Yang, Chiu & Chou, 2002; Lai, 2003). Walau bagaimanapun, item-item dalam ujian ini menguji konsep elektrokimia pada aras perwakilan makroskopik, mikroskopik dan simbolik. Contohnya item yang menyuruh pelajar menyatakan warna larutan 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.

Daripada analisis ujian, responden yang didapati mempunyai miskonsepsi akan dikenal pasti dan dipanggil untuk ditemu bual. Miskonsepsi yang diberi tumpuan utama adalah berkaitan dengan konsep pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit, mengenal pasti anod dan katod, mengenal

pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod, konsep pengoksidaan dan penurunan serta konsep elektrolit.

Keputusan dan Perbincangan

Konsep pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit

Pengaliran elektrik dalam konduktor logam adalah disebabkan pengaliran elektron manakala pengaliran elektrik dalam elektrolit adalah berpunca daripada pengaliran ion. Apabila ditanya tentang arah pengaliran elektron dalam sel elektrolisis [Item 1 c (i)] (Lampiran), responden menunjukkan beberapa miskonsepsi, iaitu elektron mengalir dari katod ke anod (13.07%), elektron keluar dari kedua-dua elektrod (1.14%) dan elektron mengalir dalam elektrolit (15.91%). Responden kajian menganggap elektron mengalir dalam elektrolit supaya litar elektrik lengkap. Mereka melukiskan arah pengaliran elektron keluar dari satu elektrod, masuk ke dalam elektrolit dan menuju ke elektrod yang satu lagi. Responden kajian-kajian lepas (Allsop & George, 1982; Garnett & Treagust, 1992; Garnett & Hackling, 1993; Ogune & Bradley, 1994; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Sanger & Greenbowe, 1997; Özkaya, Üce & Şahin, 2003) juga menunjukkan miskonsepsi dalam aspek ini.

Sel kimia pula melibatkan pengaliran ion dalam titian garam dan dua bikar yang berlainan serta pengaliran elektron dalam litar luar. Responden yang mempunyai miskonsepsi dalam konsep ini [Item 2 c (i)] mencatatkan nilai peratusan yang tinggi, 31.82% responden memberikan arah pengaliran elektron yang terbalik, 24.43% responden menganggap elektron mengalir dalam titian garam dan 11.36% responden berpendapat bahawa elektron mengalir dalam elektrolit. Selain daripada itu, tiada seorang responden yang dapat memberikan pergerakan ion-ion yang lengkap dalam titian garam dan kedua-dua bikar [Item 2 (i)]. Frekuensi kesilapan yang paling tinggi adalah melukiskan ion yang tidak mencukupi dalam bikar plumbum (15.91%), bikar kuprum (43.75%) dan titian garam (21.02%).

Dapatan kajian ini mempunyai persamaan dengan hasil kajian Garnett dan Treagust (1992) dan Sanger dan Greenbowe (1997), iaitu responden menganggap bahawa elektron mengalir dalam elektrolit dan titian garam akan membekalkan elektron untuk melengkapkan litar elektrik. Responden juga menganggap bahawa wayar kuprum boleh mengkonduksikan elektrik dan mempunyai fungsi yang sama dengan titian garam. Pengetahuan sedia ada tentang logam kuprum boleh mengkonduksikan elektrik menyebabkan responden menganggap bahawa masih ada pengaliran elektrik walaupun titian garam diganti dengan wayar kuprum. Responden kajian Sanger dan Greenbowe (1997), Lin *et al.*, (2002) juga menunjukkan miskonsepsi yang serupa.

Didapati bahawa responden tidak memahami konsep asas sel kimia, iaitu sesuatu sel kimia berfungsi ekoran daripada proses pengoksidaan dan penurunan dua logam yang berlainan. Responden menganggap bahawa masih ada pergerakan

arus elektrik walaupun logam kuprum dan logam plumbum dalam sel kimia diganti dengan dua batang rod karbon yang sama. Responden kajian Lin *et al.*, (2002) juga berpendapat bahawa karbon boleh mengkonduksikan elektrik, jadi jarum voltmeter akan menunjukkan bacaan.

Mengenal pasti anod dan katod

Anod adalah elektrod yang disambungkan kepada terminal positif bateri manakala katod adalah elektrod yang disambungkan kepada terminal negatif bateri dalam sel elektrolisis. Didapati bahawa majoriti responden boleh menentukan elektrod anod dan katod dengan betul untuk sel elektrolisis. Walau bagaimanapun, alasan mereka tentang cara menentukan elektrod [Item 1 (b)] menunjukkan miskonsepsi. Antara miskonsepsi responden adalah menganggap anod adalah disambung kepada terminal negatif manakala katod disambung kepada terminal positif (2.84%), anod disambung kepada garisan pendek simbol sel manakala katod disambung kepada garisan panjang simbol sel (1.14%).

Terdapat item yang menyuruh pelajar melabelkan terminal sel kimia [Item 2 a (i) & (ii)]. Lebih kurang separuh daripada responden gagal menentukan terminal positif (45.46%) dan terminal negatif (45.46%) dalam sel kimia. Didapati bahawa responden memberikan jawapan salah sebab mereka mempunyai miskonsepsi tentang kedudukan ion logam dalam siri elektrokimia. Mereka menganggap bahawa anod merupakan terminal positif manakala katod merupakan terminal negatif sebagaimana dalam sel elektrolisis.

Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod

Beberapa item dalam ujian menguji konsep tindak balas yang berlaku di anod dan katod [Item 1 (e) & (f)]. Seseengah responden (19.89% bagi item anod dan 23.30% bagi item katod) menganggap bahawa pergerakan ion dalam elektrolit juga dipengaruhi oleh kedudukan ion dalam siri elektrokimia, mereka menyalahgunakan fungsi siri elektrokimia dalam menentukan ion-ion yang berkumpul di sekitar anod dan katod. Dalam memberikan keterangan tentang pengumpulan ion di elektrod, seramai 11 orang responden (6.25%) menganggap bahawa ion positif (kation) akan bergerak ke anod (terminal positif) manakala ion negatif (anion) akan bergerak ke katod (terminal negatif) menunjukkan mereka mempunyai miskonsepsi dalam konsep ini.

Apabila ditanya tentang keamatan warna elektrolit selepas 50 minit elektrolisis berlangsung [Item 1 i (i)], hanya 19.88% responden dapat memberikan jawapan saintifik, iaitu keamatan warna menjadi kurang, larutan menjadi semakin pudar atau menjadi tidak berwarna. Sebanyak 17.05% responden berpendapat bahawa keamatan warna larutan elektrolit tidak akan berubah, 1.14% responden merasakan warna larutan menjadi semakin gelap, 5.68% responden berpendapat bahawa larutan akan menjadi keruh, 2.27% responden memberikan jawapan tidak

berkaitan dan 24.44% responden memberikan warna yang pelbagai seperti merah, hijau, kuning, merah keperangan dan sebagainya. Alasan [Item 1 i (ii)] responden juga menunjukkan miskonsepsi, antaranya kuprum akan mengion dalam larutan dengan melepaskan elektron / elektrod kuprum akan terhakis (3.98%), molekul air yang dihasilkan di katod menyebabkan larutan menjadi cair (3.98%), gas klorin dibebaskan (1.70%), gas oksigen dibebaskan (1.14%).

Dalam item yang menguji responden faktor jenis elektrod yang digunakan dalam pemilihan ion untuk dinyah cas pada elektrod, hanya 26.14% responden dapat memberikan pemerhatian dan alasan yang saintifik pada elektrod anod [Item 1 (k) (i)] dan hanya 27.27% responden memberikan jawapan yang saintifik pada elektrod katod [Item 1 (k) (ii)]. Apabila ditanya tentang perubahan warna elektrolit [Item 1 (k) (iii)], hanya 6.25% responden berupaya memberikan jawapan saintifik. Pengetahuan awal tentang sel elektrolisis biasa mempengaruhi responden dalam menjawab item yang menguji faktor kepekatan dalam memilih ion untuk dinyah cas pada elektrod kerana mereka memberikan jawapan berdasarkan konsep sel elektrolisis biasa tanpa mengambil kira faktor kepekatan. Antara jawapan miskonsepsi adalah menganggap elektrod menjadi nipis kerana 'melarut' untuk membentuk ion, gelembung udara terbentuk kerana gas oksigen / hidrogen dihasilkan. Responden juga menganggap larutan akan menjadi warna hijau kekuningan kerana gas klorin dibebaskan, larutan menjadi warna merah keperangan kerana kuprum melarut dalam larutan elektrolit.

Hasil kajian ini mempunyai persamaan dengan hasil kajian Cher (2004) dan Fazilah (2006), iaitu responden tidak dapat menentukan ion-ion yang berkumpul di sekitar elektrod anod dan katod menyebabkan mereka tidak faham tindak balas yang berlaku di elektrod tersebut. Ekoran daripada itu, responden gagal menentukan hasil elektrolisis pada setiap elektrod. Selain daripada itu, didapati bahawa responden juga tidak mempertimbangkan faktor pemilihan ion untuk dinyah cas ketika menjawab soalan. Ini juga menyebabkan mereka memberikan hasil elektrolisis yang salah.

Untuk sel kimia, walaupun sesetengah responden menguasai konsep bahawa anion akan menuju ke arah anod manakala kation akan menuju ke arah katod, tetapi daripada jawapan yang diberikan, didapati bahawa kesilapan yang paling umum adalah mereka memberikan ion yang tidak mencukupi. Contohnya, lebih kurang 30.11% responden menuliskan ion yang tidak mencukupi di katod [Item 2 (e) (i)] manakala 11.36% responden menuliskan ion yang tidak mencukupi di anod [Item 2 (e) (ii)]. Ini disebabkan mereka tidak sedar tentang fungsi titian garam dalam mengangkut ion dari satu bikar ke bikar yang lain. Terdapat juga responden yang merujuk kepada siri elektrokimia untuk menentukan ion yang berkumpul di sekitar elektrod anod dan katod menyebabkan mereka hanya menuliskan ion yang dipilih untuk dinyah cas pada kedua-dua elektrod.

Miskonsepsi responden berpunca daripada tidak dapat menentukan elektrod anod dan katod, tidak faham tindak balas yang berlaku di setiap elektrod, mengabaikan kewujudan ion dari molekul air dalam elektrolit dan tidak memahami pengaliran ion semasa tindak balas sedang berlaku. Kegagalan

menentukan terminal dalam sel kimia merupakan kesilapan yang paling serius kerana ini merupakan punca kepada jawapan miskonsepsi dalam mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod.

Responden mencampuradukkan konsep sel elektrolisis dengan sel kimia dalam aspek pengoksidaan dan penurunan di elektrod. Seramai 14 orang responden (7.95%) mempunyai miskonsepsi bahawa proses penurunan akan berlaku di terminal negatif menyebabkan mereka berpendapat bahawa jisim terminal negatif akan bertambah dan logam plumbum akan semakin menebal. Responden berpendapat sedemikian disebabkan pengetahuan asas tentang sel elektrolisis di mana proses penurunan sel elektrolisis berlaku di terminal negatif iaitu katod.

Konsep pengoksidaan dan penurunan

Proses pendermaan elektron berlaku di elektrod anod manakala proses penerimaan elektron berlaku di elektrod katod. Responden dikehendaki menuliskan persamaan pengoksidaan [Item 1 (g) (i)] dan penurunan [Item 1 (g) (ii)] dan memberikan alasan. Didapati bahawa sebanyak 70.46% responden mempunyai miskonsepsi dalam menulis persamaan pengoksidaan. Sebanyak 10.23% daripada mereka memilih ion klorida untuk dinyah cas pada anod, 13.64% daripada mereka menuliskan persamaan penurunan di anod, 36.93% daripada mereka menuliskan persamaan yang salah, 6.82% responden menuliskan persamaan yang tidak lengkap dan 2.84% responden menuliskan persamaan yang tidak berkaitan. Sebanyak 12.50% responden tidak menjawab item ini.

Untuk persamaan penurunan [Item 1 (g) (ii)], sebanyak 1.14% responden memilih ion hidrogen untuk dinyah cas, 1.14% responden memilih ion hidroksida untuk dinyah cas, 0.57% daripada mereka pula memilih ion klorida untuk dinyah cas. Terdapat juga responden yang menulis persamaan yang salah (40.34%), persamaan yang tidak lengkap (4.55%) dan persamaan yang tidak berkaitan (4.55%). Sebanyak 13.07% responden tidak menuliskan sebarang persamaan pada item ini. Kegagalan responden menguasai kemahiran menulis simbol kimia dan mengimbangi persamaan menyebabkan mereka gagal menulis persamaan pengoksidaan dan penurunan dengan betul.

Untuk sel kimia, hanya 17 orang responden (9.66%) berjaya memberikan persamaan pengoksidaan [Item 2 (g) (i)] dengan betul. Responden gagal menuliskan persamaan pengoksidaan yang betul disebabkan pengetahuan asas tentang sel elektrolisis menyebabkan mereka mencampuradukkan persamaan pengoksidaan untuk sel elektrolisis dengan sel kimia, tidak dapat menentukan logam yang menjalani proses pengoksidaan dan penurunan. Pengetahuan asas yang tidak kukuh menyebabkan miskonsepsi berlaku. Untuk sel elektrolisis, biasanya ion hidroksida akan menjalani proses pengoksidaan disebabkan kedudukan yang lebih rendah dalam siri elektrokimia. Responden yang tidak menghafal kedudukan ion logam dalam siri elektrokimia tidak dapat menentukan

logam plumbum menjalani proses pengoksidaan disebabkan logam plumbum lebih elektropositif.

Keputusan untuk persamaan penurunan [Item 2 (g) (ii)] lebih baik berbanding persamaan pengoksidaan kerana tiada perbezaan antara sel elektrolisis dengan sel kimia, iaitu melihat kedudukan ion dalam siri elektrokimia. Seramai 25 orang responden (14.20%) berjaya menuliskan persamaan penurunan dengan betul. Majoriti responden yang salah mempunyai miskonsepsi bahawa ion plumbum akan menjalani proses penurunan. Ada responden yang menganggap kedudukan ion hidrogen lebih rendah berbanding ion kuprum, jadi mereka memilih ion hidrogen untuk menjalani proses penurunan dan menghasilkan gas hidrogen.

Konsep elektrolit

Konsep elektrolit merupakan konsep yang biasanya diabaikan oleh pelajar kerana mereka tidak mengambil berat tentang elektrolit yang digunakan dalam sesuatu elektrolisis, terutamanya elektrolisis larutan akueus. Pelajar biasanya lupa tentang hasil pengionan daripada molekul air dalam elektrolit, iaitu ion hidrogen dan ion hidroksida. Sebanyak 25.57% responden tidak melukiskan ion hidrogen dan ion hidroksida dalam item yang berkaitan dengan konsep elektrolit [Item 1 (d)]. Gambar rajah yang dilukis oleh 21.59% responden kekurangan ion, iaitu sama ada tiada ion kuprum atau tiada ion klorida. Hanya 10.23% responden berjaya memberikan jawapan yang saintifik manakala 17.05% responden tidak menjawab item ini.

Miskonsepsi yang sama berlaku di bahagian sel kimia [Item 2 (d)] di mana 35.80% daripada responden menganggap air tidak terlibat dalam tindak balas kerana mereka tidak melukiskan ion hidrogen dan ion hidroksida dalam kedua-dua bikar. Ekoran daripada itu, responden yang mempunyai miskonsepsi tentang elektrolit ini akan memberikan jawapan miskonsepsi dalam soalan lain yang berkaitan dengan konsep elektrolit. Contohnya terdapat item yang meminta responden menuliskan semua ion yang akan bergerak dan berkumpul di sekitar logam kuprum [Item 2 (e) (i)] dan logam plumbum [Item 2 (e) (ii)] ketika tindak balas sedang berlangsung. Responden yang menganggap air tidak wujud dalam elektrolit akan memberikan ion yang tidak cukup, contohnya 30.11% daripada mereka menuliskan ion positif yang tidak lengkap di sekitar logam kuprum dan untuk logam plumbum pula, 11.36% daripada responden memberikan anion yang tidak lengkap.

Terdapat item yang menguji responden tentang ion-ion yang wujud di setiap bahagian sel ketika proses elektrolisis sedang berlaku. Item ini juga mempunyai kaitan dengan konsep elektrolit kerana ion hidrogen dan ion hidroksida yang berasal daripada molekul air juga terlibat dalam pergerakan ion-ion dalam elektrolit. Responden yang mengabaikan kewujudan ion-ion daripada molekul air tidak akan memberikan jawapan yang saintifik kerana jawapan mereka terdapat kekurangan ion. Item ini dapat menguji responden dengan mendalam kerana hanya responden yang betul-betul menguasai konsep elektrolit memahami

pergerakan ion-ion dalam elektrolit dan seterusnya berupaya melukiskan semua ion yang terdapat di setiap kawasan yang ditentukan.

Kesimpulan dan Implikasi Kajian

Hasil kajian menunjukkan bahawa responden kajian mempunyai miskonsepsi dalam beberapa konsep penting elektrokimia. Kelemahan responden dalam memahami konsep elektrokimia ketika proses elektrolisis dalam sel elektrolisis dan sel kimia secara mikroskopik dan simbolik merupakan salah satu faktor yang menyebabkan mereka menghadapi miskonsepsi. Miskonsepsi responden dalam sel elektrolisis dan sel kimia diringkaskan dalam jadual berikut.

Jadual 1 Ringkasan miskonsepsi responden tentang sel elektrolisis dan sel kimia.

Bil.	Konsep elektrokimia	Jenis sel	Miskonsepsi responden
1.	Pengaliran elektrik dalam konduktor logam dan dalam elektrolit	Sel elektrolisis	<ul style="list-style-type: none"> Elektron mengalir dalam kedua-dua konduktor logam dan dalam elektrolit
		Sel kimia	<ul style="list-style-type: none"> Elektron mengalir dalam konduktor logam, dalam elektrolit dan dalam titian garam.
2.	Mengenal pasti anod dan katod	Sel elektrolisis	<ul style="list-style-type: none"> Anod disambung kepada terminal negatif bateri /garisan pendek simbol sel. Katod disambung kepada terminal positif bateri /garisan panjang simbol sel.
		Sel kimia	<ul style="list-style-type: none"> Logam yang terletak di bahagian atas siri elektrokimia (lebih elektropositif menjadi elektrod katod. Logam yang terletak di bahagian bawah siri elektrokimia (kurang elektropositif) menjadi elektrod anod. Anod adalah terminal positif manakala Katod adalah terminal negatif.
3.	Mengenal pasti tindak balas yang berlaku di anod dan katod	Sel elektrolisis Sel kimia	<ul style="list-style-type: none"> Anion bergerak dan berkumpul di sekitar katod. Kation bergerak dan berkumpul di sekitar anod.
4.	Konsep pengoksidaan dan penurunan	Sel elektrolisis Sel kimia	<ul style="list-style-type: none"> Proses penurunan / penerimaan elektron berlaku di elektrod anod. Proses pengoksidaan / pendermaan elektron berlaku di elektrod katod.
5.	Konsep elektrolit	Sel elektrolisis Sel kimia	<ul style="list-style-type: none"> Air tidak terlibat dalam tindak balas elektrolisis. Ion hidrogen dan ion hidroksida tidak wujud dalam larutan akueus elektrolit.

Kajian yang dilakukan ini dapat menilai kefahaman pelajar tingkatan empat dalam tajuk elektrokimia. Selain daripada itu, miskonsepsi pelajar dalam tajuk elektrokimia juga dapat dikesan. Kelemahan pelajar adalah mereka tidak dapat memahami konsep elektrokimia secara mikroskopik dan simbolik. Jadi, kajian ini dapat memberikan gambaran kepada guru tentang kelemahan proses pengajaran dan pembelajaran dalam kelas. Guru harus mengambil kira pengetahuan sedia ada dalam minda pelajar sebelum menyampaikan pengajaran tajuk baru. Ekoran daripada itu, guru harus merancang pengajaran yang dapat mengubah konsep asal pelajar agar bersesuaian dengan idea saintifik supaya pelajar tidak lagi menghadapi miskonsepsi dalam tajuk-tajuk yang abstrak.

Rujukan

- Allsop, R. T. dan George, N. H. (1982). Redox in Nuffield Advanced Chemistry. *Education in Chemistry*, 19, 57–59.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. dan Silberstein, J. (1987). Students' visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, 24(4), 117-120.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B. dan Silberstein, J. (1988). Theories, principles and laws. *Education in Chemistry*, 25(3), 89–92.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: A Theory of Knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873–878.
- Bojczuk, M. (1982). Topic Difficulties in O- and A-Level Chemistry. *School Science Review*, 64, 545–551.
- Cher, G. C. (2004). *Meninjau Kerangka Alternatif Terhadap Konsep Asas Elektrokimia Di Kalangan Pelajar Yang Pernah Mempelajari Tajuk Elektrokimia*. Tesis Sarjana Muda yang tidak diterbitkan, Tanjong Malim: Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Cho, H. H., Kahle, J. B. dan Nordland, F. H. (1985). An Investigation of High School Biology Textbooks as Sources of Misconceptions and Difficulties in Genetics and Some Suggestions for Teaching Genetics. *Science Education*, 69(5), 707–719.
- Fazilah Isa. (2006). *Miskonsepsi di Kalangan Pelajar Tingkatan 4 Dalam Memahami Konsep Elektrolisis*. Tesis Sarjana Muda yang tidak diterbitkan, Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Finley, F. N., Stewart, J. dan Yaroch, W. L. (1982). Teachers' Perceptions of Important and Difficult Science Content. *Science Education*, 66(4), 531–538.
- Fisher, K. M. dan Lipson, J. I. (1986). Twenty Questions About Student Errors. *Journal Of Research In Science Teaching*, 23(9), 783–803.
- Garnett, P. J. dan Hackling, M. W. (1993). Chemistry Misconceptions at the Secondary-Tertiary Interface. *Chemistry in Australia*, 60(3), 117–119.
- Garnett, P. J. dan 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.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J. dan 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.

- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701–705.
- Lai, S. P. (2003). *Keberkesanan Perisian Multimedia Bagi Pengajaran Dan Pembelajaran Elektrokimia (Sel Elektrolisis Dan Sel Kimia): Satu Kajian Kes*. Tesis Sarjana yang tidak diterbitkan, Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Lin, H. S., Yang T. C., Chiu, H. L. dan Chou, C. Y. (2002). Students' Difficulties in Learning Electrochemistry. *Proc. Natl. Sci. Counc. ROC(D)*, 12(3), 100–105.
- Ogune, A. N. dan 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. dan Şahin, M. (2003). Prospective Teachers' Conceptual Understanding of Electrochemistry: Galvanic and Electrolytic Cells. *University Chemistry Education*, 7(1), 1–12.
- Sanger, M. J. dan Greenbowe, T. J. (1997). Common Student Misconceptions in Electrochemistry: Galvanic, Electrolytic, and Concentration Cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(4), 377-398.

LAMPIRAN

Item	Bilangan (%)		
	Jawapan saintifik	Jawapan miskonsepsi	Tiada jawapan
Item 1 (c) (i)	44.89	30.12	25.00
Item 2 (c) (i)	20.45	71.01	31.82
Item 2 (i)	0.00	<ul style="list-style-type: none"> • Bikar plumbum: Ion tidak cukup (15.91) • Bikar kuprum: Ion tidak cukup 43.75) • Titian garam: Ion tidak cukup (21.02) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bikar plumbum (77.84) • Bikar kuprum (63.07) • Titian garam (37.50)
Item 1 (b)	58.52	30.12	11.36
Item 2 (a) (i)	52.27	45.46	2.27
Item 2 (a) (ii)	52.27	45.46	2.27
Item 1 (e) (i)	25.56	73.86	0.57
Item 1 (e) (ii)	26.16	73.87	0.00
Item 1 (f)	32.39	51.71	15.91
Item 1 (i) (i)	19.88	50.58	29.55
Item 1 (i) (ii)	11.36	35.81	52.84
Item 1 (k) (i)	26.14	43.76	30.11
Item 1 (k) (ii)	27.27	39.78	32.95
Item 1 (k)	6.25	62.52	31.25

(iii)			
Item 2 (e) (i)	13.06	<ul style="list-style-type: none"> • Ion tidak cukup (30.11) • Ion campur (8.53) • Ion negatif (23.87) • Nama/symbol ion salah (9.09) • Tiada kaitan (11.36) 	13.07
Item 2 (e) (ii)	14.2	<ul style="list-style-type: none"> • Ion tidak cukup (11.36) • Ion campur (7.96) • Ion positif (38.65) • Nama/symbol ion salah (6.82) • Tiada kaitan (11.36) 	14.77
Item 1 (g) (i)	17.05	70.46	12.50
Item 1 (g) (ii)	34.66	52.29	13.07
Item 2 (g) (i)	9.66	58.52	32.95
Item 2 (g) (ii)	14.20	52.28	33.52
Item 1 (d)	10.23	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada ion dari molekul air (25.57) • Simbol salah (13.64) • Bentuk molekul (13.07) • Bentuk atom (6.25) • Tidak label (15.34) • Kekurangan ion (21.59) • Kewujudan elektron (0.57) • Tidak berkaitan (6.25) 	17.05
Item 2 (d)	5.68	<ul style="list-style-type: none"> • Tiada ion dari molekul air (35.80) • Simbol salah (35.80) • Bentuk molekul (3.41) • Tidak label (11.93) • Kekurangan ion (30.68) • Tidak berkaitan (3.41) 	24.43
