

Perwakilan Dalaman Terhadap Konsep Zarah dalam kalangan Pelajar

Salina Binti Abdullah Sangguro* Johari Bin Surif

Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai, Johor

*Corresponding author : salina36@live.utm.my

Abstrak

Pengetahuan kimia perlu didasari dengan tiga aras pengetahuan iaitu makroskopik, mikroskopik dan persimbolan. Namun, aras mikroskopik sering kali menjadi halangan kepada pelajar untuk mendalami kimia kerana ia melibatkan perwakilan dalaman yang tidak dapat dilihat dengan pandangan mata kasar. Justeru, kajian ini dijalankan bagi meninjau tahap penguasaan pelajar bagi ketiga-tiga aras pengetahuan (makroskopik, mikroskopik dan persimbolan) bagi tajuk atom, molekul dan ion. Selain itu, pembentukan perwakilan dalaman bagi tajuk ini turut dikaji bagi menentukan pola kecenderungan pelajar dalam memahami aras mikroskopik. Bagi tujuan pengumpulan data, kaedah ujian dan temubual bersemuka bersama pelajar telah digunakan. Ujian tahap penguasaan aras pengetahuan (UTPAP) digunakan bagi menentukan tahap penguasaan pelajar dalam tajuk atom, molekul dan ion pada aras makroskopik, mikroskopik dan juga persimbolan. Ujian ini melibatkan keseluruhan pelajar tingkatan empat (301 orang) yang mengambil subjek kimia di daerah Tuaran, Sabah dengan pencapaian yang pelbagai dalam sains PMR 2012. Seramai enam orang pelajar telah ditemubual berdasarkan pencapaian tertinggi dalam UTPAP. Data temubual dianalisis menggunakan Model Interaktif Analisis Data Kualitatif (Miles & Huberman, 1994). Berdasarkan kajian, penguasaan pelajar pada aras makroskopik adalah pada tahap sederhana manakala tahap penguasaan pelajar pada aras mikroskopik dan persimbolan pula adalah lemah. Mereka gagal dalam menghubungkan pengetahuan pada aras makroskopik, mikroskopik dan persimbolan sehingga wujud miskonsepsi terhadap konsep zarah. Selain itu, terdapat tiga pola kemahiran visualisasi yang telah dikenalpasti dalam kajian ini iaitu pola visualisasi primer, pola visualisasi sekunder dan pola visualisasi tertier.

Kata kunci: kimia, perwakilan dalaman, makroskopik, mikroskopik, persimbolan, atom, molekul, ion

Pengenalan

Penguasaan terhadap pengetahuan ilmu sains perlu didasari dengan tiga aras pengetahuan yang utama iaitu makroskopik, mikroskopik dan persimbolan.¹⁻³ Tanpa rangkuman terhadap ketiga-tiga aras ini, sudah tentu sains menjadi salah satu subjek yang sukar untuk dikuasai pelajar.⁴⁻⁵ Penguasaan pelajar dalam memahami prinsip serta konsep merupakan perkara penting dalam pembelajaran sains.⁶ Namun, pemahaman berhubung konsep serta prinsip-prinsip dalam sains adalah bahagian yang paling susah untuk dikuasai kerana ia melibatkan penyiasatan fenomena di peringkat mikroskopik; abstrak, kompleks serta tidak dapat dikaji secara langsung.^{3,7-11} Justeru, kemampuan pelajar dalam menerima dan seterusnya mampu mevisualisasikan kembali konsep-konsep sains dalam bentuk pemahaman mental dilihat sebagai sesuatu yang perlu dalam menangani masalah pembelajaran di peringkat mikroskopik.¹²⁻¹³

Pembelajaran kimia amat bergantung kepada kefahaman pelajar di peringkat mikroskopik. Ia dapat dinilai menerusi persoalan-persoalan berikut: '*Bagaimana molekul terbentuk?*' dan '*Apakah yang dilakukan oleh molekul?*'.¹⁴ Namun, secara realitinya persoalan ini tidak mungkin dapat dijawab secara terus oleh pelajar kerana rupa bentuk molekul itu sendiri adalah abstrak dan tidak terlihat dengan pandangan mata kasar. Kajian-kajian terdahulu¹⁵⁻²⁰ turut mendapati bahawa punca wujudnya konflik ini adalah disebabkan oleh kegagalan pelajar terhadap kemahiran visualisasi sehingga mengundang pelbagai bentuk masalah dalam pembelajaran khususnya dalam subjek kimia. Kemampuan pelajar dalam membuat visualisasi terutama dalam menghubungkan aras mikroskopik dengan aras-aras pengetahuan yang lain dapat membantu terhadap pembinaan konsep pembelajaran yang tepat selain dapat meningkatkan keupayaan metakognitif mereka.²¹

Penguasaan Konsep Zarah dalam kalangan Pelajar

Malaysia, konsep-konsep berhubung atom, molekul dan ion telah mula diperkenalkan seawal pembelajaran pelajar di tingkatan empat lagi. Malah, tajuk ini menjadi tajuk kedua setelah tajuk 'Pengenalan kepada kimia' diajar kepada pelajar.²² Atom, molekul dan ion adalah tajuk-tajuk abstrak yang memerlukan penguasaan pelajar terhadap kemahiran visualisasi terutama di peringkat mikroskopik. Ia juga merupakan tajuk asas yang perlu dikuasai pelajar sebelum mereka didedahkan dengan tajuk-tajuk lanjutan seperti tindak balas-tindak balas kimia, larutan, keseimbangan kimia, keterlarutan bahan, perubahan keadaan jirim dan sebagainya.²³ Maka, amatlah perlu bagi pelajar memiliki kemahiran dalam membuat visualisasi stuktur-stuktur atom, molekul dan ion bagi memudahkan, menyokong dan memantapkan penguasaan mereka terhadap ilmu asas dalam kimia.²⁴

Kajian-kajian terdahulu²⁵⁻²⁶ turut menunjukkan miskonsepsi atau konsep alternatif (*alternate conceptions*) sering kali dihadapi pelajar terutama bagi topik atom, molekul dan ion. Kesukaran pelajar dalam memahami kimia sehingga wujudnya miskonsepsi dalam kalangan mereka adalah berpunca daripada kegagalan mereka dalam

menguasai aras mikroskopik serta perwakilannya dalam bentuk simbol.^{18-20,27} Justeru, tidak hairanlah jika pelajar menghadapi kesukaran untuk menguasai konsep-konsep berhubung topik-topik berkenaan.

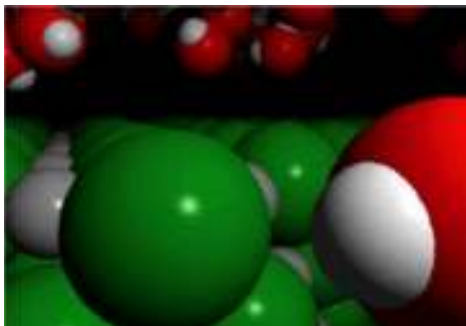
VISUALISASI DALAM KIMIA

Pemahaman berhubung konsep-konsep dalam kimia amat memerlukan kemahiran visualisasi yang tinggi.²⁸ Visualisasi adalah kebolehan minda dalam mengimajinasi atau membuat bayangan berhubung sesuatu fenomena melalui penggunaan pancaindera khususnya mata, memori dan minda sama ada sedar mahu pun di bawah sedar.²⁹ Visualisasi juga boleh didefinisikan sebagai apa yang dilihat dan boleh memberi kesan kepada pemikiran seseorang.³⁰ Ontologi bagi visualisasi terbahagi kepada dua bahagian iaitu perwakilan dalaman (*internal representations*) dan perwakilan luaran (*external representations*).³¹ Kesepaduan yang wujud di antara perwakilan dalaman dan perwakilan luaran menjadi asas kepada ketiga-tiga aras pengetahuan (makroskopik, mikroskopik dan simbol) dalam pembelajaran kimia.³² Justeru, penerokaan berhubung kemahiran visualisasi terhadap konsep-konsep berhubung atom, molekul dan ion amatlah perlu bagi mengenal pasti masalah yang menyekat penguasaan pelajar dalam tajuk ini.

PERWAKILAN DALAMAN

Perwakilan dalaman merupakan imej mental dalam diri seseorang yang tidak dapat diakses oleh orang lain kecuali dirinya sendiri.^{31,33} Kebolehan seseorang individu dalam menghubungkan konsep sedia ada dengan konsep yang baru diterima akan memberi pengetahuan baru dalam diri seseorang dan hubungan ini akan membentuk perwakilan dalaman dalam diri pelajar. Dalam konteks kajian ini, perwakilan dalaman mempunyai kaitan rapat terhadap pembentukan 'skema' dalam diri pelajar. Perwakilan luaran pula adalah imej visual yang bukan sahaja dapat diakses oleh diri individu tersebut malah ianya dapat diakses oleh orang lain. Perwakilan luaran merupakan salah satu cara yang dapat menghubungkan jurang di antara pemahaman konkrit dengan pemahaman abstrak.¹⁴ Ia dapat menjelaskan secara efektif kesukaran di peringkat mikroskopik dan persimbolan yang tidak dapat dijelaskan menerusi penggunaan buku teks.

Pemahaman pada aras mikroskopik amat memerlukan penguasaan pelajar dalam membuat visualisasi.³⁴ Dalam konteks pembelajaran kimia, kemahiran visualisasi perlu dilihat menerusi aspek mengimajinasi,³⁵ lukisan zarah-zarah,³⁶ pembentukan analogi-analogi,³⁷ dan pembentukan model-model.³⁸ Kesemua aspek di atas diperlukan untuk memvisualisasi konsep-konsep saintifik serta hubungannya dengan konsep-konsep yang lain.³⁹ Rajah 1.1 menunjukkan gambar rajah molekul semasa proses keterlarutan garam dalam air.



Rajah 1.1: Pergerakan molekul semasa proses keterlarutan garam dalam air.

Sumber diambil daripada *Animations and Simulations for Teaching and Learning Molecular Chemistry*³⁹ di muka surat 69.

Berdasarkan **Rajah 1.1**, pelajar perlu membuat imaginasi bagi memahami proses keterlarutan garam. Ia melibatkan pergerakan molekul-molekul garam dalam air yang tercerai lalu membentuk ion-ion (Na^+ dan Cl^-). Ion-ion garam akan bertindak balas dengan ion-ion air (H^+ dan OH^-) lalu membentuk sebatian yang larut dalam air. Kegagalan pelajar dalam membuat visualisasi (gambaran mental) secara imaginasi seperti mana contoh di atas akan merencatkan proses pembelajaran pelajar pada aras mikroskopik.³⁹

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan secara *sequential explanatory strategy*. Ia melibatkan pengumpulan data kuantitatif dan diikuti dengan pengumpulan data dalam bentuk kualitatif. Justeru, ia melibatkan dua fasa iaitu:

- i. Fasa satu
Mengenal pasti tahap penguasaan pelajar terhadap topik atom, molekul dan ion pada aras makroskopik, mikroskopik dan persimbolan.
- ii. Fasa dua
Menentukan pola kemahiran visualisasi yang digunakan pelajar dalam menguasai tajuk atom, molekul dan ion.

PERSAMPELAN DAN KONTEKS KAJIAN

Sampel bagi kajian ini adalah keseluruhan pelajar tingkatan empat yang mengambil subjek kimia dan bersekolah di daerah Tuaran, Sabah. Seramai 301 orang pelajar telah dipilih sebagai responden bagi kajian ini. Pemilihan responden bagi fasa dua pula berdasarkan kaedah persampelan bertujuan. Seramai enam orang responden telah dipilih untuk ditemubual. Pemilihan ini adalah berdasarkan pencapaian 'tertinggi' dalam UTPAP.

INSTRUMEN KAJIAN

Terdapat dua jenis instrumen yang digunakan dalam kajian ini iaitu Ujian Tahap Penguasaan Aras Pengetahuan (UTPAP) dan Protokol Temubual (PTB). Bagi fasa satu, UTPAP digunakan bagi menentukan tahap penguasaan pelajar pada ketiga-tiga aras pengetahuan. PTB pula digunakan untuk menentukan pola kemahiran visualisasi yang digunakan pelajar dalam menguasai aras mikroskopik. Pembinaan UTPAP adalah berdasarkan tiga aras pengetahuan dalam kimia iaitu makroskopik, mikroskopik dan persimbolan³ dengan berfokuskan tajuk atom, molekul dan ion. Penyoalan temubual adalah berdasarkan soalan 5 dalam instrumen UTPAP dan diikuti dengan soalan-soalan lanjut yang dapat membantu penyelidik dalam mengenal pasti pola kemahiran visualisasi yang digunakan responden.

ANALISIS DATA

Data yang diperolehi daripada Fasa 1 dianalisis secara deskriptif untuk menentukan nilai bagi min markah serta nilai bagi sisihan piawainya. Seterusnya, ia dikelaskan mengikut gred markah SPM bagi menentukan tahap penguasaan pelajar. Dapatan bagi Fasa 2 pula, dianalisis dengan menggunakan Model Interaktif Analisis Data Kualitatif.⁴⁰

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Berdasarkan dapatan kajian, tahap penguasaan pelajar pada aras makroskopik adalah sederhana manakala tahap penguasaan pelajar pada aras mikroskopik dan persimbolan masing-masing adalah lemah. Nilai sisihan piawai bagi ketiga-tiga aras pengetahuan adalah besar dan ini menunjukkan taburan markah-markah adalah dalam keadaan berselerak dan tidak tertumpu pada mana-mana gred yang khusus. Jadual 3.1 memperincikan tentang nilai bagi min markah dan sisihan piawai bagi ketiga-tiga aras pengetahuan.

Jadual 3.1: Nilai min dan sisihan piawai bagi ketiga-tiga aras pengetahuan beserta tahap penguasaannya

Aras Pengetahuan	Min Markah	Sisihan Piawai	Tahap Penguasaan
Makroskopik	51.84	16.83	Sederhana
Mikroskopik	34.90	12.28	Lemah
Persimbolan	15.23	20.61	Lemah

Tahap penguasaan pelajar berhubung konsep-konsep saintifik terutamanya tajuk atom, molekul dan ion adalah bergantung kepada pengupayaan pelajar dalam menghubungkan pengetahuan yang mereka miliki pada tiga aras pengetahuan iaitu: makroskopik (contoh: resapan), mikroskopik (contoh: pergerakan zarah-zarah molekul air) dan juga persimbolan (contoh: persamaan kimia).^{3,32} Ini selari dengan dapatan kajian terdahulu⁴¹ yang mendapati majoriti pelajar menghadapi kesukaran dalam menghubungkan ketiga-tiga aras pengetahuan sehingga wujud kerangka alternatif yang bercanggahan dengan konsep-konsep saintifik.

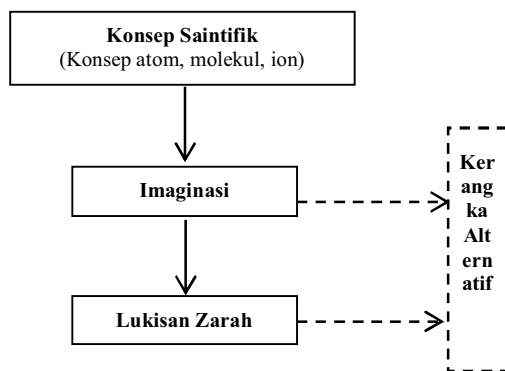
POLA KEMAHIRAN VISUALISASI YANG DIGUNAKAN PELAJAR UNTUK MENGUASAI ARAS MIKROSKOPIK

Hasil dapatan analisis daripada transkrip temubual didapati terdapat tiga pola kemahiran visualisasi yang digunakan pelajar bagi menguasai aras mikroskopik. Pola-pola yang diperoleh merupakan rangkuman beberapa kategori dalam kemahiran visualisasi. Ketiga-tiga pola dinamakan sebagai pola visualisasi primer, pola visualisasi sekunder dan pola visualisasi tertier. Pembentukan pola-pola ini adalah berdasarkan kemahiran visualisasi responden dalam menterjemah dan memahami konsep-konsep saintifik bagi tajuk atom, molekul dan ion.

i. Pola Visualisasi Primer

Pola visualisasi primer adalah pola visualisasi yang paling ringkas jika dibandingkan dengan pola-pola visualisasi yang lain. Pola ini mewakili kemahiran visualisasi yang digunakan oleh tiga orang responden iaitu R2, R3 dan R4. Berdasarkan kajian, pola ini paling ramai digunakan responden. Ia terbentuk berdasarkan pemahaman responden dalam menterjemah konsep-konsep saintifik bagi tajuk atom, molekul dan ion pada aras mikroskopik.

Sebaik sahaja soalan-soalan berbentuk mikroskopik diberi, ketiga-tiga responden mula memberikan gambaran imaginasi melalui penceritaan. Namun, imaginasi mereka berhubung konsep-konsep saintifik bagi zarah-zarah tidak dihuraikan secara terperinci. Idea bagi imaginasi mereka adalah terhad dan perlu dibimbing dengan penyediaan lanjut oleh penyelidik. Lukisan zarah-zarah pula telah dapat dilukis dengan baik oleh ketiga-tiga responden berdasarkan imaginasi mereka pada aras mikroskopik. Kerangka alternatif telah dapat dikesan pada peringkat imaginasi dan juga lukisan pada zarah bagi ketiga-tiga responden. Rajah 3.1 menunjukkan pola visualisasi primer yang mewakili kemahiran visualisasi pada aras mikroskopik bagi ketiga-tiga orang responden.



Rajah 3.1: Pola visualisasi primer

Imaginasi responden berhubung pola visualisasi primer dapat dilihat menerusi transkrip temubual bagi responden R2. Berikut merupakan contoh imaginasi R2 berhubung pergerakan zarah-zarah molekul:

Penyelidik :Berdasarkan Rajah 1, boleh anda jelaskan tentang pergerakan zarah-zarah molekul yang ada?

R2 :Molekul oksigen dan hidrogen ini adalah gas jadi.. ia tidak mempunyai bentuk yang tetap, tersusun secara rawak dan bergerak secara bebas.

Penyelidik :Bagaimana pula dengan halaju molekul?

R2 :Halajunya sangat laju

Penyelidik :Adakah berlaku perlanggaran antara molekul?

R2 :Peratus untuk berlakunya perlanggaran adalah tinggi

Penyelidik :Apakah yang berlaku semasa molekul-molekul tersebut berlanggar?

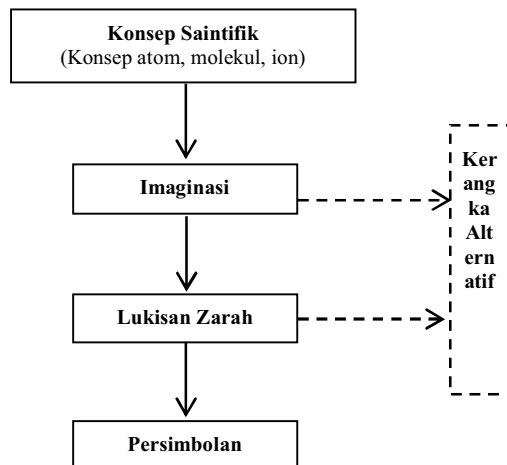
R2 :Tidak melekat tetapi terpantul

Transkrip di atas menjelaskan tentang imaginasi R2 dalam menggambarkan pergerakan molekul-molekul zarah dalam keadaan gas. Beliau telah menggabungkan unsur makroskopik dan unsur mikroskopik dalam menggambarkan imaginasi di atas. Dapatan ini seiring dengan dapatan terdahulu.⁴²⁻⁴³ Kedua-dua kajian ini turut mendapati bahawa unsur luaran dan dalaman pelajar perlu dihubungkan secara sistematik bagi membentuk imej mental yang dapat menjelaskan tentang tingkah laku serta pengetahuan berbentuk kognitif. Imaginasi R2 juga adalah

terhad dan perlu dibimbing melalui penyolaan lanjut oleh penyelidik. Dapatan menerusi kajian⁴⁴ turut mendapati bahawa pelajar perlu dibimbing bagi membangunkan kebolehan mereka dalam membuat imaginasi melalui penceritaan terutama bagi membangunkan kefahaman berhubung teori-teori saintifik. Bimbingan dalam bentuk penyolaan lanjut oleh guru akan dapat membantu pelajar dalam menjelaskan secara lanjut berhubung imaginasi yang hadir dalam pemikiran mereka.

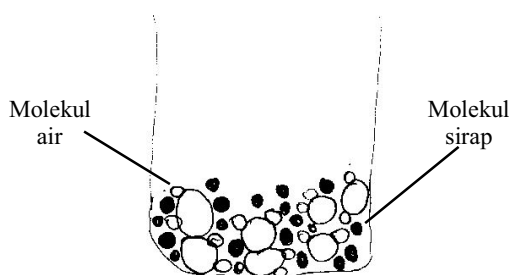
ii. Pola Visualisasi Sekunder

Pola visualisasi sekunder merupakan pola kemahiran visualisasi bagi responden R1 dan R5 dalam memahami konsep-konsep saintifik pada aras mikroskopik. Pada mulanya, konsep-konsep saintifik berhubung tajuk atom, molekul dan ion dijana dalam bentuk imaginasi. Imaginasi bagi kedua-dua responden (R1 dan R5) kemudiannya dipindahkan dalam bentuk lukisan-lukisan zarah dan seterusnya dalam bentuk persimbolan. Berdasarkan analisis temubual ini, didapati tidak wujud kemahiran membuat analogi dalam pola visualisasi sekunder. Walau bagaimanapun, kerangka alternatif didapati telah wujud pada peringkat imaginasi dan juga lukisan zarah-zarah. Secara keseluruhan, kerangka alternatif ini telah memberi kesan terhadap tahap penguasaan R1 dan R5 berhubung tajuk ini. Rajah 3.2 menunjukkan pola visualisasi sekunder yang mewakili kemahiran visualisasi bagi R1 dan R5 dalam menguasai konsep atom, molekul dan ion pada aras mikroskopik.



Rajah 3.2: Pola visualisasi sekunder

Selain imaginasi, terdapat bukti yang menunjukkan kedua-dua responden (R1 dan R5) telah dapat memindahkan gambaran imaginasi mereka dalam bentuk lukisan-lukisan zarah. Rajah 3.3 menunjukkan lukisan zarah-zarah bagi menggambarkan air sirap dalam sebuah bikar.

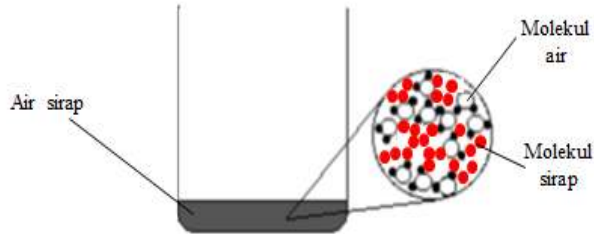


Rajah 3.3: Campuran molekul air dan molekul sirap

Sumber: Skrip jawapan R5

Gambaran jelas berhubung campuran molekul air dan sirap pada peringkat mikroskopik telah dapat ditunjukkan oleh R5 dalam bentuk lukisan zarah-zarah. Molekul-molekul sirap memasuki ruang-ruang kosong antara

molekul-molekul air lalu membentuk air sirap. Namun, imaginasi pelajar berhubung campuran molekul air dan molekul sirap tidak mengikut konsep saintifik yang sebenar. R5 telah melukis kedua-dua molekul dalam jumlah yang sangat terhad dan ini bercanggahan dengan perwakilan sebenar dalam sebuah bikar. Selain itu, molekul-molekul tidak dilukis rapat dan tidak berhubung antara satu sama lain. Secara tidak langsung lukisan ini tidak menunjukkan keadaan cecair kerana jarak yang wujud di antara satu molekul dengan molekul yang lain. Rajah 3.4 menunjukkan konsep sebenar bagi menggambarkan air sirap pada aras mikroskopik.

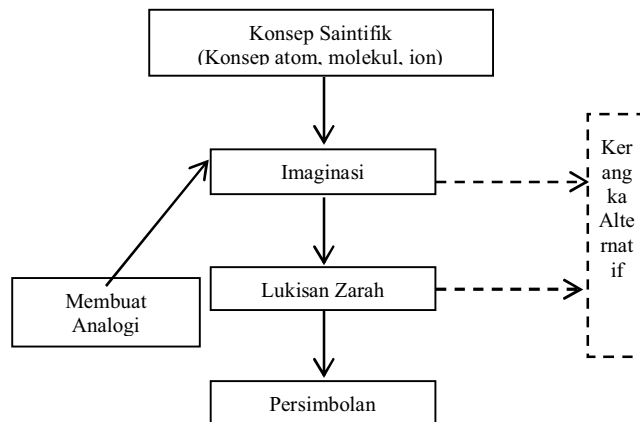


Rajah 3.4 : Pengkonsepian sebenar bagi air sirap pada aras mikroskopik
 Sumber : Adaptasi daripada Mulford & Robinson (2002)

Dapatan ini turut menyokong dapatan kajian-kajian yang telah dijalankan.⁴⁵⁻⁴⁶ Kerangka alternatif berhubung lukisan zarah-zarah dalam kalangan pelajar dan juga guru pelatih juga telah ditemui dalam kajian terdahulu.⁴⁵ Mereka gagal melukis molekul-molekul gas yang terdapat dalam sebuah kelalang kon. Kebanyakan mereka menggambarkan perwakilan tersebut sama seperti fenomena yang berlaku semasa proses melarutkan gula dalam air iaitu gula termendak di bahagian bawah bekas. Seharusnya, molekul gas tersebar keseluruhan kawasan dalam bekas. Dapatan daripada kajian⁴⁶ juga turut mendapati kesemua responden (18 orang) telah gagal melukis zarah-zarah pada tiga fasa bahan. Mereka tidak dapat membezakan zarah-zarah pada keadaan gas, cecair dan pepejal. Kesemua dapatan ini secara jelas telah membuktikan wujudnya kerangka alternatif pada lukisan zarah-zarah.

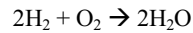
iii. Pola Visualisasi Tertier

Pola visualisasi tertier mewakili pola pemikiran R6. Pola ini diperoleh semasa beliau membuat visualisasi berhubung konsep atom, molekul dan ion pada aras mikroskopik. R6 telah mengembangkan idea berhubung konsep-konsep saintifik berhubung atom, molekul dan ion melalui kaedah imaginasi. Imaginasi R6 berkembang sehingga beliau boleh menghubungkannya secara terus dengan idea-idea baru melalui penghasilan analogi yang mempunyai kaitan langsung dengan konsep atom, molekul dan ion. Imaginasi R6 juga dapat diwakilkan dalam bentuk lukisan zarah-zarah yang akhirnya dapat dihubungkan dalam bentuk persimbolan atau perwakilan kimia. Namun, semasa R6 membuat imaginasi berhubung konsep atom, molekul dan ion wujud pula kerangka alternatif yang bercanggahan dengan konsep-konsep kimia yang sebenar. Kerangka alternatif turut dikesan diperingkat lukisan zarah-zarah. Rajah 3.5 menunjukkan pola visualisasi tertier bagi kemahiran visualisasi pada aras mikroskopik yang digunakan R6 dalam memahami tajuk atom, molekul dan ion.



Rajah 3.5: Pola visualisasi tertier

R6 telah dapat mewakili lukisan zarah-zarah (molekul air) dalam bentuk persimbolan. Ini dapat dilihat menerusi pembentukan persamaan kimia yang melibatkan tindak balas di antara gas hidrogen dan gas oksigen bagi menghasilkan air. Berikut adalah persamaan kimia yang ditulis oleh R6:



Persamaan kimia merupakan salah satu komponen penting dalam persimbolan kimia. Persimbolan pula merupakan peringkat ketiga dalam aras pengetahuan kimia.² Justeru, dalam hal ini R6 telah berjaya memindahkan pengetahuan berhubung atom, molekul dan ion daripada aras makroskopik kepada aras mikroskopik dan seterusnya persimbolan dalam bentuk persamaan kimia. Walau bagaimanapun, R6 tidak dapat memberikan huraian lanjut berhubung formula dan persamaan tersebut dengan aras mikroskopik. Dapatan ini telah menguatkan dapatan kajian-kajian terdahulu.⁴⁷⁻⁴⁹ Pemahaman pelajar berhubung persimbolan adalah berbentuk 'root learning' atau hafalan semata tanpa dapat menghubungkannya dengan aras pengetahuan yang lain.

Gambaran dalam bentuk analogi oleh R6 berhubung konsep atom, molekul dan ion dapat dikenalpasti menerusi transkrip temubual. Berikut merupakan transkrip temubual penyelidik bersama R6 berhubung pergerakan molekul-molekul zarah dalam keadaan gas.

Penyelidik: *Boleh anda jelaskan bagaimanakah tenaga kinetik bagi zarah molekul-molekul ini?*

R6: *Saya bayangkan kalau macam ramai.. macam inilah...(sambil menunjukkan pen-pen yang tersusun rapat) susah untuk bergerak...kalau dalam keadaan banyak-banyak jadi dia bukan dalam jenis pepejal dan cecair..kalau saya kurang-kurangkan (jumlah pen dikurangkan) baru senang bergerak.*

Saya teringat semasa 'revision' PMR dulu.. kami ditunjukkan oleh guru dengan cara yang lebih mudah iaitu menggunakan kawan-kawan. Beliau mengumpulkan pelajar bagi mewakili tiga keadaan iaitu pepejal, cecair dengan gas. Kemudian, dia akan 'show' pergerakan antara pepejal, cecair dan gas.. jadi saya rujuk dari situlah.. dari segi pergerakan dia.. jadi kena bagitau begitu baru saya faham..

Berdasarkan temubual ini, jelas menunjukkan ada berlakunya pemindahan pengetahuan dalam bentuk imaginasi kepada kaedah analogi berhubung pergerakan zarah-zarah. Analogi R6 berhubung konsep pergerakan zarah-zarah adalah melalui penggunaan pen-pen yang disusun rapat-rapat bagi menunjukkan keadaan pepejal. Selain itu, analogi melalui simulasi rakan-rakan dalam keadaan gas, molekul dan pepejal amat membantu R6 dalam memahami konsep pergerakan zarah-zarah.

Kajian ini mendapati hanya seorang daripada enam pelajar yang ditemubual telah mengaplikasikan analogi semasa proses membuat visualisasi berhubung atom, molekul dan ion. Analogi yang dikeluarkan oleh R6 adalah berkaitan dengan penggunaan pen bagi menjelaskan tenaga kinetik zarah. Analogi R6 adalah berbentuk spontan atau 'spontaneous student-generated analogies'.⁵⁰ Ia dihasilkan sepenuhnya oleh pelajar tanpa rangsangan daripada pihak luar. Kajian terdahulu mendapati analogi secara spontan amat sukar ditemui dalam kalangan pelajar.⁵¹ Ini terbukti menerusi kajian mereka tentang tajuk keseimbangan kimia apabila hanya satu daripada 10 analogi telah dihasilkan pelajar dalam tempoh dua jam pemerhatian mereka. Analogi berhubung simulasi main peranan yang dilalui dan masih diingat oleh R6 semasa belajar di tingkatan tiga merupakan simulasi yang memerlukan pelajar bertindak sebagai pelakon bagi melakonkan konsep-konsep saintifik.⁵² Daripada kajian, mereka mendapati simulasi main peranan dapat membantu pelajar dalam menjana pemahaman yang lebih mendalam berhubung sesuatu teori dan konsep selain dapat berkongsi maklumat menerusi interaksi sosial dalam kalangan pelajar.

KESIMPULAN

Kajian mendapati tahap penguasaan pelajar terhadap konsep atom, molekul dan ion pada aras makroskopik adalah pada tahap sederhana. Tahap penguasaan pelajar pada aras mikroskopik dan persimbolan pula adalah lemah. Sebahagian besar pelajar tidak dapat menguasai aras mikroskopik dan persimbolan mengikut konsep-konsep saintifik yang sebenar sehingga wujud pelbagai bentuk kerangka alternatif dalam kalangan mereka. Kajian turut mendapati terdapat tiga jenis pola yang digunakan pelajar bagi menguasai kemahiran visualisasi pada aras mikroskopik dalam tajuk atom, molekul dan ion. Ketiga-tiga pola mengandungi unsur-unsur kemahiran visualisasi yang menggabungkan perwakilan dalaman dan juga perwakilan luaran.

(i) **Pola visualisasi primer**

Pola ini menggabungkan dua kemahiran dalam membuat visualisasi iaitu mengimajinasi dan dalam bentuk lukisan zarah-zarah.

(ii) **Pola visualisasi sekunder**

Ia menggabungkan tiga kemahiran dalam visualisasi iaitu membuat imaginasi, lukisan zarah-zarah dan membuat persimbolan.

(iii) Pola visualisasi tertier

Pola ini menggabungkan empat kemahiran dalam membuat visualisasi iaitu mengimajinasi, lukisan zarah-zarah, persimbolan dan membuat analogi.

RUJUKAN

1. Johnstone, A. H. (1982). Macro and Microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
2. Johnstone, A. H. (1991). Why is Science Difficult to Learn? Things are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Instruction*, 7, 75-83.
3. Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching: A Charging Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70, 701-705.
4. Reid N. & Yang M. J. (2002). The Solving of Problems in Chemistry: The More Open-ended Problems. *Research in Science & Technological Education*, 20(1), 83-98.
5. Skamp K. (2009). Atoms and Molecules in Primary Science: What are Teachers to do? *Australian Journal of Education in Chemistry*, 69, 5-10.
6. Johari Surif, Nor Hasniza Ibrahim & Mohammad Yusof Arshad (2007). Visualisasi dalam Pendidikan Sains: Ke arah Pengajaran dan Pembelajaran yang Berkesan. *Jurnal Pendidikan Universiti Teknologi Malaysia*, 12, 26-40.
7. Gabel, D. L., (1999). Improving Teaching and Learning Through Chemistry Education Research: A Lock to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.
8. Van Driel J. H., De Jong O. and Verloop N., (2002). The Development of Pre-Service Chemistry Teachers' Pedagogical Content Knowledge. *Science Education*, 86, 572-290.
9. De Jong O. & Van Driel J. (2004). Exploring the Development of Student Teachers' PCK of the Multiple Meanings of Chemistry Topics. *International Journal of Science and Mathematics Educations*, 2, 477 - 491.
10. DeMeo S. (2006). Revisiting Molar Mass, Atomic Mass, and Mass Number: Organizing, Integrating, and Sequencing Fundamental Chemical Concepts. *Journal of Chemical Education*, 83(4), 617-621.
11. Sheppard K. (2006). High School Students' Understanding of Titrations and Related Acid-Base Phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.
12. Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A Metacognitive Skill in Science and Science Education. In Gilbert J.K., (ed.) *Visualization in Science Education*. (pp 9 -27). Netherlands: Springer.
13. Rapp D. N (2005). Mental Models: Theoretical Issues for Visualizations in Science Education. In Gilbert J.K., (ed.) *Visualization in Science Education*. (pp 43 -60). Netherlands: Springer.
14. Mammino L. (2008). Teaching Chemistry with and Without External Representations in Professional Environments with Limited Resources . In Gilbert J.K., Reiner M. and Nakhleh M. (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. (pp. 155 - 185). Springer.
15. Bilgin I. & Karakirik E. (2005). A Computer Based Problem Solving Environment in Chemistry. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 4(3), 7-11.
16. Pabuççu A. (2008). *Improving 11th Grade Students' Understanding of Acid-Base Concepts by Using 5E Learning Cycle Model*. Doctor Philosophy. Middle East Technical University, Turki.
17. Çelik A.Y., Sağır S. U. & Armağan F.Ö. (2009). The Effect of Students' Perceptions of Nature of Matter on Their Laboratory Attitudes and Their Achievement in Chemical Equilibrium. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1, 607-611.
18. Taber, K. S. (2011). Models, Molecules and Misconceptions: A Commentary on 'Secondary School Students' Misconceptions of Covalent Bonding. *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 3-18.
19. Naah, B. M. & Sanger M. J. (2012). Investigating Students' Understanding of the Dissolving Process. *Journal of Science Education and Technology*, Springer Science Bussiness Media, LLC 2012.
20. Karacop A. & Doymus K. (2012). Effects of Jigsaw Cooperative Learning and Animation Techniques on Students' Understanding of Chemical Bonding and Their Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Science Education and Technology*, Springer Science Bussiness Media, LLC 2012.
21. Johari Surif, Nor Hasniza Ibrahim & Mohammad Yusof Arshad (2007). *Kajian Pembinaan Konsep Sains Berdasarkan Model Generatif-Metakognitif di kalangan Pelajar*. Universiti Teknologi Malaysia, vot penyelidikan 78147.
22. Bahagian Pembangunan Kurikulum (2012). *Huraian Sukatan Pelajaran Kimia Tingkatan 4*. Putrajaya: Kementerian Pelajaran Malaysia.
23. Şeker A. (2006). *Facilitating Conceptual Change in Atom, Molecule, Ion and Matter*. Master Science, Middle East Technical University, Ankara.

24. Dori, Y.J. & Barak M. (2000). Computerized Molecular Modelling: Enhancing Meaningful Chemistry Learning. In Fishman B. & O'Connor-Divelbiss S. (Eds.), *Proceedings of the Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 185-192). Mahwah, NJ: Erlbaum.
25. Nakhleh M. B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry: Chemical Misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
26. Mulford D.R. & Robinson W.R. (2002). An Inventory for Alternate Conceptions among First-Semester General Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 739-744.
27. Sirhan G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2), 2-20.
28. Vavra K.L., Janjic-Watrich V., Loerke K., Phillips L. M., Norris S. P. & Macnab J. (2011). Visualization in Science Education. *ASEJ*, 41(1), 22-30.
29. Mohd Azhar Abd. Hamid, Mohd. Nasir Markom dan Othman A. Kassim (2004). *Permainan Kreatif: Untuk Guru & Jurulatih*. Bentong: PTS Publications & Distributors Sdn Bhd.
30. Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information*. Cheshire, Conn: Graphics Press.
31. Gilbert, J. K. (2010). The Role of Visual Representations in the Learning and Teaching of Science: An Introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1) Foreword, 1-19.
32. Gilbert, J. K. & Treagust D. F. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship between them: Key Models in Chemical Education. In: Gilbert J.K., and Treagust D.F. (Eds.) *Multiple Representations in Chemical Education*. (pp 1-8). Springer.
33. Rapp D. N. & Kurby C. A. (2008). The 'Ins' and 'Outs' of Learning: Internal Representations and External Visualizations. In Gilbert J.K., Reiner M. and Nakhleh M. (Eds.) *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. (pp. 29 - 52). Springer.
34. Tasker R. & Dalton R. (2006). Research into Practice: Visualization of the Molecular World using Animations. *The Royal Society of Chemistry*, 7(2), 141-159.
35. Charistos, N. D., Teberekidis V. I., Tsipis C. A. & Sigalas M. P. (2003). Design and Development of a Multimedia Educational Tool for Interactive Visualization and Three-Dimensional Perception of Vibrational Spectra Data of Molecules. *Education and Information Technologies*. 8(4), 369-379.
36. Hoffmann, R. (2003). Thoughts on Aesthetics and Visualization in Chemistry. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 9(1), 7-10
37. Wu, H. K., Krajcik J.S. & Soloway E. (2001). Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' Use of Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.
38. Briggs, M. & Bodner G. (2005). A Model of Molecular Visualization. In Gilbert J.K., (ed.) *Visualization in Science Education*. (pp 61-72). Netherlands: Springer.
39. Falvo D. A. (2008). Animations and Simulations for Teaching and Learning Molecular Chemistry. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 4(1), 68-77.
40. Miles, M. B. & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis (Second Edition)*. California : SAGE Publications.
41. Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A., & Saglam, Y. (2005). Middle School Students' Beliefs about Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 581-612.
42. Sulaiman M. Al-Balushi (2009). Factors Influencing Pre-Service Science Teachers' Imagination at the Microscopic Level in Chemistry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 1089-1110.
43. Liu, C., & Treagust, D. F. (2005). An Instrument for Assessing Students' Mental State and Learning Environment in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 625-637.
44. Mayer, R. E. & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 86, 389-401.
45. Çalik M. & Ayas A. (2003). A Comparison of Level of Understanding of Eighth-Grade Students and Science Student Teachers Related to Selected Chemistry Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(6), 638-667.
46. Adbo, K. & Taber, K. S. (2009). Learners' Mental Models of the Particle Nature of Matter: A study of 16-year-old Swedish Science Students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757-786.
47. Gabel, D. L., Sherwood, R., & Enochs, L. (1984). Problem-solving Skills of High School Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(2), 221-233.
48. Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1986). Is an Atom of Copper Malleable? *Journal of Chemical Education*, 63, 64-66.
49. Krajcik, J. (1991). Developing Students' Understanding of Chemical Concepts. In Glynn S. M., Yeany R. H. & Britton B. K. (Eds.) *The Psychology of Learning Science* (pp. 117-147). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
50. Bellocchi, A. & Ritchie, S. M. (2011). Investigating and Theorizing Discourse during Analogy Writing in Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 771-792.

51. Harrison, A.G. & de Jong, O. (2005). Exploring the use of Multiple Analogical Models when Teaching and Learning Chemical Equilibrium. *Journal of Research in science Teaching*, 42, 1135-1159.
52. Aubusson, P. J., & Fogwill, S. (2006). Role Play as Analogical Modelling in Science. In Aubusson P. J., Harrison A. G., & Ritchie S. M. (Eds.), *Metaphor and Analogy in Science Education* (pp. 93-104). Dordrecht, The Netherlands: Springer.