

MODEL MENTAL CALON GURU KIMIA MENGENAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS TIK

MENTAL MODEL OF STUDENT TEACHERS ON COLLIGATIVE PROPERTIES THROUGH ICT-BASED LEARNING

Sri Mulyani, Liliyasi, Wiji
Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI

E-mail : srimulyani_upi@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai model mental mahasiswa calon guru pada materi sifat koligatif larutan melalui pembelajaran dengan menggunakan multimedia *off-line* berupa CD pembelajaran interaktif. Subjek penelitian adalah 31 mahasiswa pendidikan kimia yang mengikuti perkuliahan Kimia Sekolah I. Pengumpulan data dilakukan melalui tes tertulis menggunakan metode *predict*, *observe*, dan *explain* (POE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada keragaman model mental mahasiswa pada sifat koligatif larutan. Pada tahap *predict*, pada umumnya mahasiswa sudah bisa memprediksi urutan tekanan uap dari beberapa larutan, masing-masing dengan zat terlarut elektrolit dan nonelektrolit sulit menguap dan zat terlarut yang mudah menguap. Akan tetapi masih ditemukan beberapa kekeliruan, khususnya dalam memberikan alasan. Pada tahap *observe*, mahasiswa diberi data untuk mengkonfirmasi jawaban di tahap *explain*. Hasilnya menunjukkan bahwa mahasiswa mengubah urutan tekanan uap berdasarkan data, akan tetapi banyak yang tetap mempertahankan penjelasan yang mereka gunakan di tahap *predict*.

Kata kunci: *tekanan uap larutan, metode predict-observe-explain (POE), model mental*

Abstract

The goal of this study was to obtain information about the mental model of student teachers on colligative properties through learning by using multimedia off-line in the form of interactive learning CD. The subjects were 31 students of chemistry education that follows the course of Chemistry School I. Data collected through written test using methods predict, observe, and explain (POE). The results showed that there is a diversity of student mental models on colligative properties. At the predict stage, in general, students can predict the order of vapor pressure of several solutions, each with electrolyte and non-electrolytes nonvolatile and volatile solutes. But we still found few mistakes, especially in giving a reason. At the observe stage, students are given the data to confirm their answers in explain step. The results show that students change the order of vapor pressure based on the data, but many are still maintaining the explanation that they use on stage predict.

PENDAHULUAN

Menurut Johnstone (Chittleborough, 2002), untuk memahami kimia dengan baik siswa harus menguasai pengetahuan dalam tiga level representasi, yakni level makroskopik, level sub-mikroskopik dan level simbolik, serta dapat mempertautkan ketiga level representasi tersebut. Akan tetapi hasil penelitian menunjukkan bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang dianggap sulit bagi siswa

khususnya dalam memahami level sub-mikroskopik dan simbolik yang tidak bisa dialami secara langsung oleh siswa (Chandrasegaran *et al.* 2007), karena terdiri atas konsep-konsep yang abstrak (Chittleborough, 2004). Hal inilah yang mengakibatkan ilmu kimia dianggap sebagai ilmu yang tidak mudah dipahami sehingga cenderung dihafal oleh siswa (Dhindsa dan Treagust, 2009). Sejalan dengan hal tersebut Sunyono (2009) juga

mengungkapkan bahwa banyak siswa menganggap kimia terlalu abstrak, terlalu sulit dan terlalu matematis serta hanya dapat dipahami oleh siswa yang memiliki kemampuan kognitif di atas rata-rata.

Hasil-hasil penelitian di atas dan hasil penelitian lainnya telah mengungkapkan fakta-fakta yang memperlihatkan kesulitan siswa dalam memahami kimia. Kesulitan ini seringkali tidak diketahui oleh guru karena soal yang diberikan tidak menuntut pemahaman yang utuh. Guru seringkali memberikan algoritma atau rumus tertentu untuk menyelesaikan soal. Akibatnya siswa seringkali “mampu” menyelesaikan soal kimia secara numerik, tetapi tidak berarti bahwa mereka benar-benar memahami konsep kimianya (Jansoon *et al.* 2009). Hasil penelitian Tuysuz (2009) juga menunjukkan bahwa pada saat ujian dengan menggunakan tes pilihan berganda, siswa dapat menjawab dengan benar tanpa mengetahui alasan mengapa jawaban tersebut benar. Siswa juga seringkali menggunakan simbol tanpa mengetahui makna dari simbol tersebut (Wang, 2007). Bell dan Prescott, 1994; Bunce, Gabel dan Samuel, 1991; Lythcott, 1990; Robinson, 2003 (Jansoon *et al.* 2009) mengemukakan bahwa siswa seringkali menggunakan persamaan yang biasanya dihafal mereka dan memasukkan angka untuk menyelesaikan soal tanpa menggunakan konsep dasarnya. Sementara itu Dahsan dan Coll (Jansoon *et al.* 2009) mengemukakan bahwa siswa dapat menyelesaikan soal baru dengan lebih baik jika mereka terlebih dahulu memahami konsep dasar kimianya.

Berdasarkan uraian di atas dapat dinyatakan bahwa untuk dapat menguasai kimia dengan baik, diperlukan penguasaan pada ketiga level representasi kimia, bukan hanya sekedar menghafal level simboliknya saja. Di satu sisi representasi kimia memegang peran yang penting, tetapi di sisi lain hasil penelitian memperlihatkan bahwa siswa tidak mampu memahami representasi sub-mikroskopis

selayaknya para ahli kimia (Wu, 2003). Kesulitan siswa dalam menafsirkan representasi, memberikan eksplanasi verbal untuk reaksi kimia, dan membuat translasi diantara jenis representasi yang berbeda memperlihatkan lemahnya hubungan/keterkaitan diantara fenomena kimia, representasi, dan konsep-konsep yang relevan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh pembelajaran yang dialami siswa pada materi-materi kimia didominasi oleh level simbolik tanpa dikaitkan dengan fenomena alam dan pengalaman sehari-hari sebagai level makroskopik, serta penjelasannya sebagai level sub-mikroskopik. Dengan kata lain pembelajaran tidak mengintegrasikan ketiga level representasi kimia yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Akibatnya konsep yang diterima siswa bersifat hafalan.

Untuk mengatasi hal tersebut Kozma, Chin Russel dan Marx (Wu, 2003) menyarankan agar kurikulum kimia dapat memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggunakan representasi majemuk secara visual dan verbal dalam hubungannya dengan fenomena. Lingkungan pembelajaran harus secara eksplisit memperlihatkan hubungan konseptual diantara representasi level makroskopis, submikroskopis dan level simbolik dalam pemecahan masalah.

Berbagai strategi pembelajaran, alat, dan kurikulum telah dikembangkan untuk memudahkan siswa dan mengubah konsepsi alternatif dan model mental tak lengkap dari mereka. Salah satu cara untuk mengembangkan pemahaman siswa mengenai kimia, adalah dengan menggunakan pembelajaran berbasis teknologi, informasi, dan komunikasi (TIK). Teknologi komputer ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya dapat digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai suatu materi melalui berbagai cara. Komputer dapat menyajikan informasi dalam bentuk tampilan teks, grafik, gambar, animasi, suara, dan video. Gabungan berbagai bentuk informasi tersebut yang dikenal dengan istilah

multimedia, sangat bermanfaat jika dapat diaplikasikan dalam pembelajaran di sekolah, khususnya dalam pembelajaran kimia. Salah satu keuntungan materi pembelajaran berbasis komputer adalah kemampuannya untuk menampilkan animasi pada tingkat molekuler dari suatu fenomena kimia (Nakhleh, 1992). Kemampuannya untuk menampilkan gambar yang bergerak ini dapat menjadikan komputer sebagai alat untuk memvisualisasikan fenomena dan sistem kimia dalam skala submikroskopik. Dengan menggunakan teknologi komputer, diharapkan penguasaan konsep kimia dapat ditingkatkan.

Salah satu konsep yang dipelajari dalam kimia adalah sifat koligatif larutan. Hasil penelitian Luoga *et al.* (2013) menunjukkan bahwa masih banyak siswa SMA yang mengalami miskonsepsi pada konsep sifat koligatif larutan. Beberapa miskonsepsi yang ditemukan antara lain siswa menganggap bahwa larutan dengan rapatannya yang lebih tinggi menyebabkan titik didihnya tinggi, bahwa adanya garam dalam larutan dapat meningkatkan titik didih karena garam tersebut mencegah penguapan. Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Talanquer (2009) yang menemukan bahwa siswa menganggap adanya garam akan mencegah penguapan dan meningkatkan titik didih larutannya. Temuan lain menunjukkan bahwa siswa menganggap ikatan pada garam cukup kuat dan diperlukan energi yang besar untuk memutuskannya sehingga titik didih larutan garam lebih tinggi daripada titik didih air.

Penelitian mengenai miskonsepsi mahasiswa calon guru pada sifat koligatif larutan penting untuk dilakukan karena mereka kelak akan mengajar. Jika penguasaan konsepnya kurang baik, bahkan disertai dengan miskonsepsi, maka miskonsepsi tersebut akan ditularkan kepada siswa mereka, padahal miskonsepsi dapat menghambat mereka untuk dapat memahami konsep dengan baik.

Tingkat pemahaman siswa terhadap suatu konsep dapat dilihat dari model mental mereka. Menurut Chittleborough (2002) model mental merupakan gambaran mengenai ide, pengalaman, representasi, model yang ada dalam pikiran siswa yang telah mereka alami sebelumnya. Sementara itu Buckley & Boulter, serta Harrison & Treagust (Wang, 2007) menyatakan bahwa model mental merupakan representasi instrinsik berupa objek, ide, atau proses yang muncul selama proses berpikir kognitif untuk memberikan alasan, menggambarkan, menjelaskan, atau memprediksi suatu fenomena.

Ada berbagai cara yang dapat dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai model mental, antara lain tes pilihan ganda dua tingkat (*Two Tier Multiple Choice Test*), pertanyaan terbuka, wawancara dengan pertanyaan penuntun, wawancara dengan menggunakan gambar atau model, wawancara dengan disajikan masalah, wawancara berbasis fenomena dan model serta *Prediction-Observation-Explanation* (POE) (Wang, 2007). Dalam penelitian ini cara yang dilakukan adalah dengan POE.

METODE PENELITIAN

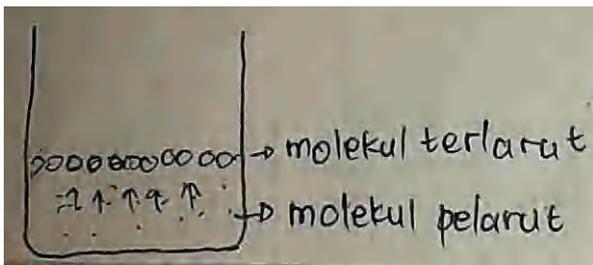
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model mental mahasiswa calon guru kimia setelah melalui pembelajaran berbasis TIK pada mata kuliah Kimia Sekolah I. Mata kuliah ini sangat tinggi relevansinya dengan kebutuhan mereka mengenai materi kimia untuk diajarkan di sekolah.

Penelitian ini dilakukan di salah satu LPTK, dengan subjek yang terlibat satu kelas mahasiswa semester 5 yang mengontrak mata kuliah Kimia Sekolah I, terdiri atas 31 mahasiswa. Karena materi sifat koligatif larutan bukan materi yang baru bagi mahasiswa calon guru, maka pembelajaran dengan menggunakan TIK dimulai dengan meminta mahasiswa untuk mengidentifikasi konsep yang dikembangkan dalam multimedia, menganalisis

level-level representasi yang dimunculkan, dan menganalisis ketepatan penggunaannya. Setelah itu temuan masing-masing mahasiswa didiskusikan dan dibahas melalui diskusi kelompok yang dilanjutkan dengan diskusi kelas. Pada akhir pembelajaran mahasiswa diberi tes tertulis yang meminta mereka untuk memprediksi urutan tekanan uap dari larutan etanol, larutan urea, larutan gula dan larutan NaCl pada komposisi yang sama, yakni 0,1 molal. Selain itu diberikan pula data tekanan uap air dan etanol pada suhu tersebut. Setelah itu mereka diberi data mengenai tekanan uap masing-masing larutan, lalu diminta untuk mengkonfirmasi dan menjelaskan jawaban (*explain*) yang mereka tulis di tahap *predict*.

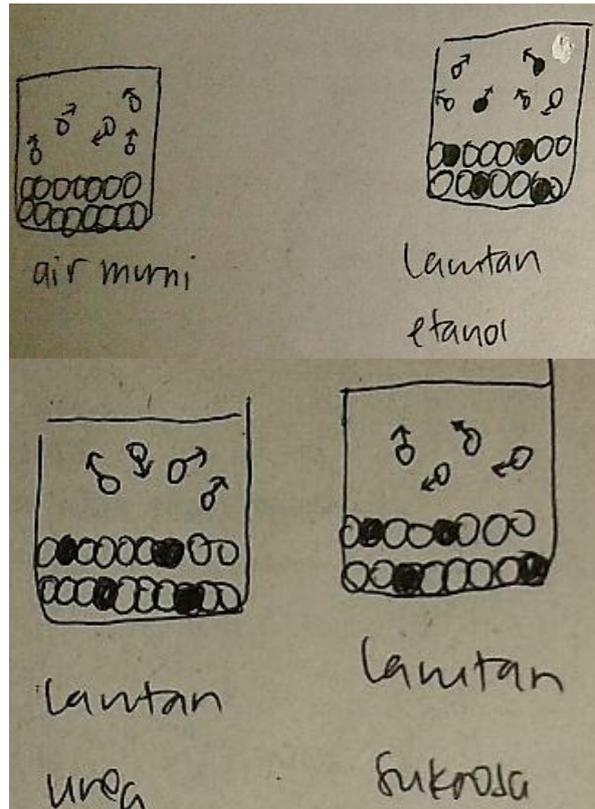
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pada tahap *predict* ada 19 dari 31 mahasiswa yang dapat memprediksi dengan benar, namun alasan yang diberikan beragam. Ada mahasiswa yang memberikan alasan bahwa adanya zat terlarut akan menghalangi molekul pelarut untuk menguap. Contoh gambaran submikroskopis yang dibuat mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 1.

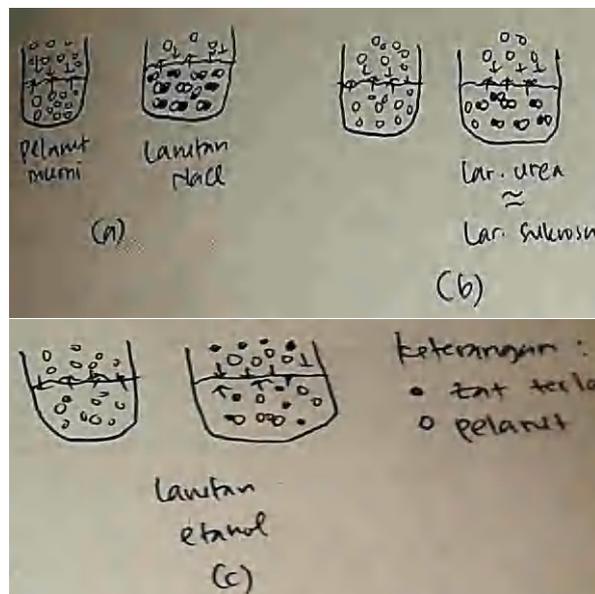


Gambar 1. Contoh Gambaran Submikroskopik Mahasiswa: Molekul Terlarut Menghalangi Pelarut untuk Menguap

Selain itu ada pula mahasiswa yang mengemukakan bahwa adanya zat terlarut akan menyebabkan munculnya interaksi pelarut-zat terlarut selain pelarut-pelarut dan terlarut-terlarut, sehingga pelarut sulit untuk menguap. Salah satu gambaran submikroskopis yang ditunjukkan adalah sebagaimana pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Gambaran Submikroskopik Mahasiswa: Interaksi Pelarut-Terlarut Menyebabkan Pelarut Sulit Menguap

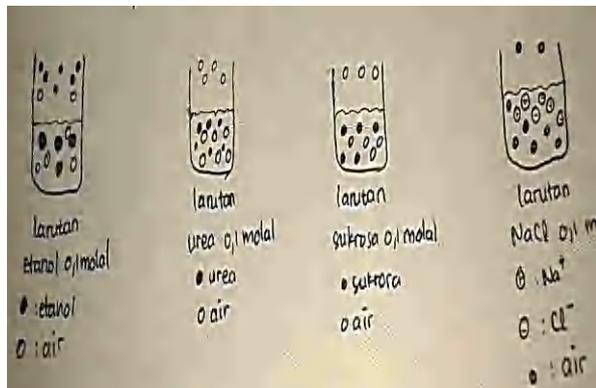


Gambar 3. Contoh Lain Gambaran Submikroskopik Mahasiswa: Interaksi Pelarut-Terlarut Menyebabkan Pelarut Sulit Menguap

Gambar 2 konsisten dengan penjelasan yang diberikan, dengan gambaran partikel dalam larutannya demikian teratur. Ada juga

mahasiswa yang menggambarkan interaksinya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.

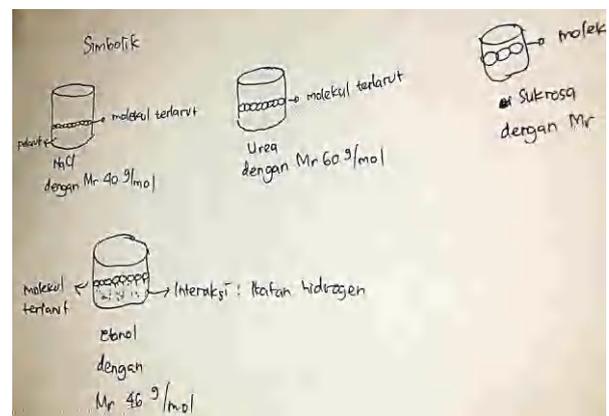
Prediksi lainnya yang dikemukakan oleh mahasiswa adalah bahwa tekanan uap larutan etanol paling besar, diikuti berturut-turut oleh larutan sukrosa, larutan urea dan larutan NaCl. Alasan yang mereka kemukakan juga beragam. Salah satunya menyatakan bahwa karena etanol mudah menguap maka tekanan uapnya akan paling besar. Tekanan uap terkecil dimiliki larutan NaCl karena terionisasi sempurna sehingga jumlah partikel terlarutnya semakin banyak yang menyebabkan interaksi pelarut-terlarutnya semakin banyak sehingga pelarut semakin sulit untuk menguap. Larutan gula dan urea dapat dikatakan hanya berbeda sedikit/sebanding dan lebih besar daripada larutan NaCl. Larutan urea dan sukrosa sama-sama non volatil dan tidak terionisasi, sehingga jumlah partikelnya lebih sedikit daripada NaCl. Akibatnya tekanan uapnya lebih besar. Adapun gambaran submikroskopik yang diberikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Contoh Lain Gambaran Submikroskopik Mahasiswa: Semakin Banyak Partikel Zat Terlarut, Semakin Banyak Interaksi Pelarut-Terlarut, Sehingga Pelarut Sulit Menguap

Diantara mahasiswa ada pula yang memberikan alasan yang sama dengan sebelumnya, yakni bahwa adanya zat terlarut akan menghalangi pelarut untuk menguap, baik untuk etanol maupun untuk zat terlarut lainnya. Perbedaan tekanan uap tersebut didasarkan

pada perbedaan massa molekul relatif zat terlarut. Sukrosa memiliki M_r terbesar untuk menghalangi molekul pelarut untuk menguap. Urea memiliki ukuran yang lebih kecil daripada sukrosa, namun lebih besar daripada NaCl, sehingga urutan tekanan uapnya adalah sukrosa > urea > NaCl. Khusus untuk larutan etanol, selain M_r , adanya ikatan hidrogen juga bertanggung jawab terhadap tekanan uap larutannya. Gambaran submikroskopik yang diberikan mahasiswa tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh Gambaran Submikroskopik Mahasiswa: Semakin Besar Mr Zat Terlarut, Semakin Besar Pula Ukuran Molekul yang Menghalangi

Selain alasannya tidak tepat, alasan dan kesimpulan yang diberikan mahasiswa tersebut juga tidak sejalan. Jika ukuran molekul penghalangnya besar, tekanan uap di atas larutannya mestinya lebih kecil, dan jika molekul penghalangnya kecil, tekanan uapnya besar. Masih banyak lagi keragaman mahasiswa dalam memprediksi maupun memberikan eksplanasi terhadap fenomena yang diberikan. Secara ringkas jumlah mahasiswa yang menjawab di tahap *predict* dengan ragam eksplanasinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Berikut adalah rangkuman dari alasan yang dikemukakan mahasiswa.

1. Interaksi:
 - a. Zat terlarut beda, interaksi beda
 - b. Interaksi zat terlarut-pelarut, pelarut sulit menguap

- c. Makin besar interaksi, makin kecil P uap
 - d. Makin banyak partikel (ion-ion), makin besar interaksi, makin sulit menguap
 - e. Makin besar ukuran molekul, makin kecil kekuatan interaksi, P uap berkurang
 - f. Interaksi ion-ion > molekul-molekul, air sulit menguap
 - g. Ion-ion menyelimuti permukaan pelarut, pelarut sulit menguap
 - h. Air mensolvasi ion-ion, menghambat air untuk menguap
 - i. Etanol-air berikatan hidrogen, makin terikat, tekanan uap naik (paling tinggi)
 - j. Etanol-air berikatan hidrogen, mudah larut, jadi mudah menguap
 - k. Interaksi etanol-air lemah, mudah menguap
 - l. Etanol berinteraksi dengan air, tapi ikut menguap
 - m. Etanol-air mempunyai ikatan hidrogen, tapi tidak menghambat larutan untuk menguap
2. Zat terlarut menutupi/menghalangi pelarut untuk menguap
 - a. Makin besar ukuran molekul terlarut, makin besar tekanan uap
 - b. Ion-ion dari NaCl bereaksi lagi dengan H^+ dan OH^- dalam air, sehingga menyulitkan untuk menguap, jadi berdesakan
 - c. Zat terlarut padat dalam air bereaksi dulu dengan air dan menutupi larutan sehingga sulit menguap
 3. Zat terlarut mempengaruhi pergerakan air untuk menguap
 - a. Kepolaran mirip, mudah larut, membatasi pergerakan air, jadi sulit menguap
 - b. Etanol bergerak cepat, makin banyak partikel bergerak, makin mudah menguap
 - c. Pergerakan partikel zat terlarut nonvolatil tidak cepat, yang naik ke permukaan sedikit
 4. Vaktor van't Hoff:
Adanya faktor van't Hoff menyebabkan tekanan uap larutan elektrolit turun
 5. Berat molekul & jumlah atom zat terlarut
 - a. Makin besar berat molekul terlarut, makin kecil tekanan uap
 - b. Berat molekul berbanding terbalik dengan ΔP
 - c. M_r kecil, tekanan uap kecil
 - d. Makin banyak jumlah atom penyusun zat terlarut, makin sulit menguap

Tabel 1. Jumlah dan Jawaban Mahasiswa di Tahap *Predict* dengan Beragam Eksplanasinya

<i>Predict:</i> Tekanan Uap Larutan	<i>Explain</i>							Jumlah Atom Penyusun
	Interaksi	Penghalang	Membatasi Gerak	Kecepatan Gerak	Faktor Van't Hoff	Berat Molekul	Volatilitas	
Etanol > sukrosa > urea > NaCl	10	1	1	1	2	2	1	
Etanol > NaCl > urea > sukrosa	1	1					1	
Etanol > sukrosa \approx urea > NaCl	11	2					6	
Etanol > NaCl > sukrosa \approx urea								1
Sukrosa > urea > etanol > NaCl	1							
NaCl > etanol > sukrosa > urea	1	1				1		
NaCl > sukrosa > urea > etanol		1						

6. Berat molekul & jumlah atom zat terlarut
 - a. Makin besar berat molekul terlarut, makin kecil tekanan uap
 - b. Berat molekul berbanding terbalik dengan ΔP
 - c. M_r kecil, tekanan uap kecil
 - d. Makin banyak jumlah atom penyusun zat terlarut, makin sulit menguap
7. Volatilitas zat terlarut
 - a. Etanol mudah menguap, P uap besar
 - b. Urea dan sukrosa tidak mudah menguap, P uap turun
 - c. Pergerakan partikel zat terlarut nonvolatil tidak cepat, yang naik ke permukaan sedikit
 - d. Etanol, volatil, akan menarik air untuk menguap bersamanya

Berdasarkan alasan-alasan yang diberikan ada yang tidak konsisten satu sama lain. Misalnya mengemukakan bahwa makin besar ukuran molekul, makin kecil kekuatan interaksi, tekanan uap berkurang; bahwa etanol-air berikatan hidrogen, makin terikat, tekanan uap naik (paling tinggi); bahwa etanol-air berikatan hidrogen, mudah larut, jadi mudah menguap.

Beberapa penjelasan yang diberikan mahasiswa juga ada yang sejalan dengan temuan sebelumnya yang dilakukan oleh Luoga *et al.* (2013), Pinarbasi *et al.* (2009) dan Talanquer (2009), yang menunjukkan adanya miskonsepsi siswa pada konsep sifat koligatif larutan, khususnya titik didih larutan. Misalnya bahwa adanya garam dalam larutan dapat meningkatkan titik didih karena garam tersebut mencegah penguapan, bahwa adanya garam akan mencegah penguapan dan meningkatkan titik didih larutannya. Temuan lain menunjukkan bahwa siswa menganggap ikatan pada garam cukup kuat dan diperlukan energi yang besar untuk memutuskannya sehingga titik didih larutan garam lebih tinggi daripada titik didih air. Ada juga siswa/mahasiswa yang menganggap bahwa penguapan akan sulit terjadi karena ada interaksi antara

ion-ion garam dengan molekul air sehingga titik didih larutannya meningkat.

Penjelasan yang diberikan mengenai pengaruh adanya zat terlarut sulit menguap terhadap tekanan uap larutan dalam beberapa buku teks berbeda-beda. Brady *et al.* (2000) menyatakan bahwa alasan mengapa zat terlarut nonvolatil menurunkan tekanan uap pelarut bersifat kompleks. Salah satu cara untuk memahaminya adalah sebagai berikut. Untuk terjadinya penguapan, molekul pada atau dekat permukaan harus mempunyai energi kinetik sama atau lebih besar daripada jumlah minimum yang diperlukan untuk menguap. Misalnya pada suhu tertentu 1% molekul pelarut memiliki energi tersebut. Hanya molekul-molekul tersebut yang dapat menguap dan mengalami kesetimbangan dinamis dengan cairan dan uapnya. Jika misalnya ada 20% porsi zat terlarut nonvolatil dalam larutan, maka hanya 1% dari molekul yang memiliki energi kinetik yang diperlukan untuk menguap, dan hanya 80% nya yang merupakan pelarut. Oleh karena itu hanya 0,8% molekul pelarut dalam larutan yang memiliki energi yang cukup untuk menguap. Sisanya sebesar 0,2% molekul terlarut involatil, yang sulit menguap. Karena fraksi molekul pelarut yang memiliki energi cukup berkurang dalam larutan, maka laju penguapannya juga turun. Karena itu, konsentrasi uap yang diperlukan untuk kesetimbangan juga kurang. Akibatnya tekanan uap di atas larutan lebih rendah daripada tekanan uap di atas pelarut murninya.

Silberberg (2007) memberikan penjelasan sebagai berikut. Tekanan uap larutan dengan terlarut nonvolatil selalu menurunkan tekanan uap pelarut murninya. Pada keadaan kesetimbangan laju penguapan (molekul meninggalkan cairan) sama dengan laju kondensasi (molekul memasuki cairan). Ketika kita menambahkan zat terlarut nonvolatil, jumlah molekul di permukaan juga berkurang, sehingga mengurangi penguapan per satuan waktu. Untuk mempertahankan

kesetimbangan, maka akan lebih sedikit molekul-molekul yang dapat memasuki cairan, dan ini hanya terjadi jika konsentrasi gas, yakni tekanan uapnya, turun.

Berbeda halnya dengan kedua buku di atas, Hill & Petrucci (2002) mengemukakan bahwa ada berbagai macam penjelasan “molekuler” mengenai Hukum Raoult. Akan tetapi yang disajikan, yang lebih memuaskan adalah eksplanasi termodinamika. Karena fraksi mol pelarut dalam larutan < 1 , maka tekanan uap pada larutan ideal lebih rendah daripada keadaan murninya. Larutan memiliki entropi yang lebih rendah daripada pelarut murninya. Karena gaya antar molekul dalam larutan ideal adalah sama, maka ΔH penguapannya adalah sama, baik dari pelarut murni maupun dari larutannya. Entropi penguapan juga harus sama karena $\Delta S = \Delta H/T$. Akan tetapi, karena entropi larutan ideal lebih tinggi daripada pelarut murninya, maka uap dari larutan harus memiliki entropi yang lebih tinggi daripada entropi dari uap pelarut murninya. Entropi uap akan meningkat jika molekul-molekulnya dapat bergerak secara lebih leluasa, yakni jika berada pada tekanan yang lebih rendah. Oleh karena itu terlarut dalam larutan menurunkan tekanan uap pelarutnya.

Pada buku-buku kimia fisika seperti yang ditulis oleh Levine (1995) pendekatannya adalah dengan menurunkan persamaan dari potensial kimia pelarut murni dan membandingkannya dengan potensial kimia pelarut dalam larutan. Adanya zat terlarut menurunkan fraksi mol pelarut, akibatnya potensial kimia pelarut dalam larutan juga turun. Perubahan ini berakibat pada perubahan tekanan uap, titik didih, titik beku, dan menyebabkan fenomena osmosis.

Buku kimia fisik yang ditulis Barrow (1995) juga mirip, dengan menyatakan bahwa penurunan termodinamik menunjukkan dasar dari pengamatan yang luar biasa bahwa sifat koligatif tidak dipengaruhi oleh jenis partikel terlarut, baik molekul yang berukuran kecil,

maupun molekul besar seperti polimer, atau spesi ion seperti Na^+ dan Cl^- . Hanya jumlah partikel tersebut, dalam sejumlah pelarut tertentu, yang berpengaruh terhadap sifat koligatif larutan. Penjelasan langsung dilanjutkan ke arah penurunan persamaan untuk masing-masing sifat koligatif melalui potensial kimia pelarut akibat penambahan zat terlarut. Jadi buku-buku tersebut tidak secara eksplisit memberikan penjelasan pada level submikroskopiknya.

Berdasarkan uraian dari buku-buku teks tersebut, tidak ada satupun buku yang mengemukakan bahwa alasan perbedaan tekanan uap larutan adalah akibat dari interaksi antara partikel zat terlarut-pelarut, atau karena partikel zat terlarut menghalangi pelarut untuk menguap. Jadi kebanyakan alasan yang dikemukakan mahasiswa tidak sejalan dengan apa yang diuraikan dalam buku teks.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa model mental mahasiswa calon guru pada materi sifat koligatif larutan yang digali dengan menggunakan metode POE menunjukkan keragaman respon. Pada tahap *predict*, banyak mahasiswa yang sudah dapat memprediksi urutan tekanan uap dari beberapa larutan, masing-masing dengan zat terlarut elektrolit dan nonelektrolit sulit menguap dan zat terlarut yang mudah menguap. Akan tetapi masih ditemukan beberapa kekeliruan, khususnya dalam memberikan alasan pada level submikroskopik. Setelah diberi data untuk mengkonfirmasi jawaban yang dilakukan di tahap *explain*, hasilnya menunjukkan bahwa mahasiswa mengubah urutan tekanan uap berdasarkan data, akan tetapi banyak yang tetap mempertahankan penjelasan yang mereka gunakan di tahap *predict*. Pada tahap *explain*, umumnya mahasiswa memberikan alasan yang menunjukkan model mental sederhana dan bahkan tidak konsisten.

Dari temuan mengenai model mental mahasiswa pada sifat koligatif larutan, khususnya penurunan tekanan uap, melalui pembelajaran berbasis TIK maka sebaiknya multimedia yang digunakan dilengkapi dengan model-model yang sejenis dengan model mental yang ditemukan, disertai dengan pertanyaan-pertanyaan kritis pada bagian-bagian yang perlu disorot. Mahasiswa berikutnya yang akan menggunakan multimedia tersebut dapat diminta untuk menganalisis kelemahan dan ketidakkonsistenan dari model tersebut. Mungkin saja mahasiswa yang belajar dengan menggunakan multimedia tersebut memiliki model mental yang sama dengan yang ditemukan dalam penelitian ini. Ketika modelnya ada dalam media, tapi dipertanyakan penalaran dan argumentasinya maka mereka dapat memikirkan ulang dan mendiskusikannya sehingga menyadari kekeliruan mereka. Atau jika mahasiswa yang menggunakannya tidak memiliki model mental yang sama, berarti model yang tidak tepat tersebut dapat dicegah kemunculannya dalam pikiran mereka.

Karena penelitian ini sifatnya masih eksploratif, yakni mengeksplor model mental mahasiswa dengan pembelajaran berbasis TIK, maka setelah multimedianya dilengkapi dengan berbagai model yang sejalan dengan model mental yang ditemukan, sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan dengan menguji pengaruhnya menggunakan desain *pretest-postes nonequivalen control group design*. Dengan desain ini pengaruh dari pembelajaran berbasis TIK dengan multimedia yang menyertakan model yang tidak tepat dapat dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan media yang tidak menyertakan model tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Barrow, G. M. 1995. *Physical chemistry*. Sixth edition. New York: The McGraw-Hill Companies

- Brady, J. E., Russel, J. W., Holum, J. R. 2000. *Chemistry: matter and its changes*. New York: John Wiley & Sons
- Chandrasegaran, L.A., Treagust, D., & Mocerino, M. 2007. The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students ability to describe and explain chemical reaction using multiple levels of representation. *Chemistry Education Research and Practice*. 8(3): 293-307
- Chittleborough, G. D. 2002. Constraints to the development of first year university chemistry student's mental model of chemical fenomena. *Teaching and Learning Forum*
- Chittleborough, G.D. 2004. Models and modeling in science education: multiple representations in chemical education. *Thesis Doctor*. Curtin University Australia: tidak diterbitkan
- Dhindsa, H. S. & Treagust, D. F. 2009. Conceptual understanding of Brunenian Tertiary Students: chemical bonding and structure. *Brunei International Journal of Science and Math Education*. 1(1): 33-51
- Hill, J. W. & Petrucci, R. H. 2002. *General Chemistry, an Integrated Approach*. Third edition. Pearson Education International
- Jansoon, N., Coll, R. K., Somsook, E., 2009. Understanding mental models of dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4(2): 147-168
- Levine, I. N. 1995. *Physical Chemistry*. Fourth edition. New York: McGraw-Hill
- Luoga, N. E., Ndunguru, P. A., Mkoma, S. L. 2013. High school students' misconceptions about colligative properties in chemistry. *Tanzania Journal of Natural & Applied Sciences*. 4(1): 575-581

- Nakhleh, M. B. 1992. Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*. 69(3): 191-196
- Pinarbasi, T., Sozibilir, M., Canpolat, N. 2009. Prospective chemistry teachers' misconception about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice*. 10: 273-280
- Silberberg, M. S. 2007. *Principles of general chemistry*. Boston: McGraw-Hill Higher Education
- Sunyono. 2002. Identifikasi masalah kesulitan dan pembelajaran kimia SMA Kelas X di Propinsi Lampung. *Jurnal Pendidikan MIPA-FKIP*. Universitas Lampung
- Talanquer, V. 2009. Exploring dominant type of explanations built by general chemistry students. *International Journal of Science Education*. 32(18): 2393-2412
- Tuysuz, C. 2009. Development of two-tier diagnostic instrument and assess students' understanding in chemistry. *Scientific Research and Essay*. 4(6): 626-631
- Wang, C. 2007. The role of mental modelling ability, content knowledge, and mental model in general chemistry students' understanding about molecular polarity. *Disertasi*. University of Missouri
- Wu, H. K. 2003. Linking the microscopic view of chemistry to real life experiences: intertextuality in a high-school science classroom. *Journal of Science Education*. 87(2): 868-891