

# MODEL MENTAL SISWA DALAM MEMAHAMI PERUBAHAN WUJUD ZAT

LUKMAN ABDUL RAUF LALIYO

*Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA*

*Universitas Negeri Gorontalo*

**Abstract:** This study is aimed to describe the mental models and the factors that cause confusion in understanding the concept of material shape changes of students of the XIth grade of SMA 3 Gorontalo. This study used the survey as the source of the data and it was analyzed by using descriptive analysis technique. The population of this study was 450 students with the sample 84 students. The results found that (a) only a few students have a correct understanding on the substance shape changes, in terms of conception of the particle size (21,4%), weight of particles (27,3%), the distance between the particles (53,5%), and the movement of particles (53,5%), (b) students' comprehension mental models tend to be similar in describing the visualization of microscopic of the molecule in the form of substance changes, (c) the main factor causing students' confusion is students developed their own understanding, and (d) the inability of students to link the theories/concept with the phenomenon that would be explained.

**Keyword:** *mental models, material shape changes*

**Abstract:** Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan model mental dan faktor-faktor penyebab kerancuan pemahaman konsep Perubahan Wujud Materi siswa kelas XI di SMA Negeri III Gorontalo. Metode penelitian yang digunakan survey dengan teknik analisis deskriptif. Populasi penelitian ini 450 siswa dengan anggota sampel berjumlah 84 siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa (a) hanya sebagian kecil siswa yang memiliki konstruksi pemahaman yang benar tentang perubahan wujud zat, ditinjau dari konsepsinya tentang ukuran partikel (21,4%), berat partikel (27,3%), jarak antar partikel (53,5%), dan gerak partikel (53,5%); (b) model mental pemahaman siswa yang cenderung sama dalam menggambarkan visualisasi mikroskopis keadaan molekul pada perubahan wujud zat; (c) faktor utama penyebab kerancuan pemahaman siswa adalah adanya pemahaman yang dikembangkan sendiri oleh siswa, dan (d) ketidakmampuan siswa mengaitkan konsep yang dipelajari dengan fenomena yang hendak dijelaskannya.

**Key words:** model mental, perubahan wujud zat.

Pada dasarnya belajar sains (kimia), sesuai dengan karakteristiknya, harus diupayakan seoptimal mungkin dimulai dengan mengerjakan masalah yang terkait langsung dengan kehidupan siswa sehari-hari. Menyelesaikan masalah dalam realita kehidupan yang nyata dengan menerapkan pengetahuan kimia, membantu siswa membangun pengertian dan pemahaman kimia lebih bermakna. Beberapa manfaat yang diperoleh antara lain,

(a) siswa dapat lebih memahami adanya hubungan antara konsep kimia dengan situasi, kondisi dan kejadian di lingkungan sekitarnya; (b) siswa menjadi terampil dan mandiri menyelesaikan masalah dengan mengembangkan kemampuan berpikir saintifik (analisis, nalar, logika, dll) yang ada dalam dirinya; (c) tumbuhnya rasa percaya diri yang proporsional dalam mengembangkan ilmu pengetahuan. Hal ini dapat berimplikasi

pada terciptanya suasana pembelajaran kimia yang kondusif dan menyenangkan bagi siswa.

Tantangan efektifitas dan efisiensi pengelolaan pembelajaran kimia, sesungguhnya terletak pada bagaimana guru menyiapkan pembelajaran yang memungkinkan siswa menguasai konsep terkait dengan pengalaman belajar yang diperolehnya selama mengikuti proses pembelajaran. Penyiapan strategi dan kondisi pembelajaran yang membantu siswa menemukan cara menguasai dan mengaplikasikan konsep kimia, sesuai dengan kompetensi unjuk kerja yang menjadi target pelaksanaan pembelajaran.

Persoalan penyiapan strategi dan kondisi pembelajaran kimia, menuntut penyesuaian berkenaan dengan, (1) representase (penyajian) bahan ajar kimia, dan (2) kebutuhan belajar siswa. Sinkronisasi keduanya penting diupayakan untuk memberikan pengalaman belajar yang dapat membantu siswa membangun pemahaman pengetahuan kimia dengan baik dan benar.

Menurut Johnstone (1982), Treagust *et al.*, (2003) bahwa para kimiawan (ahli ilmu kimia) membedakan fenomena dan bahan ajar kimia pada tiga tingkat representasi; yakni makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, yang ketiganya saling memiliki keterkaitan satu sama lain. Untuk membangun pemahaman konseptual dalam ilmu kimia yang baik dan benar, membutuhkan kemampuan untuk merepresentasikan, menerjemahkan dan menyesuaikan strategi dan kondisi pembelajaran dengan masalah-masalah kimia dalam bentuk representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik secara simultan. Hal ini cukup mendasar dan penting direncanakan dalam pembelajaran kimia, karena siswa relatif memiliki kemampuan dan visualisasi pemahaman yang berbeda-beda tingkatannya.

Penelitian yang dilaporkan oleh Russel, *et al.*, (1997) menunjukkan bahwa pada umumnya siswa memiliki visualisasi yang tidak lengkap dan tidak konsisten tentang suatu konsep. Siswa

seringkali merepresentasikan permasalahan ilmiah dengan pengetahuan yang terbatas yang masih berupa bagian-bagian yang belum terintegrasi dalam bentuk hubungan yang formal. Berkaitan dengan hal ini, telah dijelaskan sebelumnya oleh Berg (1991;10) bahwa sebelum menerima pengalaman belajar secara formal di kelas, siswa sudah mempunyai visualisasi dan pemahaman sendiri tentang peristiwa atau fenomena alam yang dijumpai di lingkungannya sehari-hari, bahkan telah mengembangkannya secara mandiri. Visualisasi dan pemahaman yang dikembangkan sendiri oleh siswa ini, atau yang dikenal dengan istilah “konsepsi”, sebagian besar belum terintegrasi atau belum relevan dengan visualisasi dan pemahaman para kimiawan. Inilah yang disebut oleh Berg (1991:10), Kirkwood dan Symington (1996:343), Krishnan dan Howe (1994:653-654), Lewis dan Linn (1994:657-677) disebut sebagai konsepsi-konsepsi awal (*praconception*) atau konsepsi alternatif (*alternative conception*) atau konsepsi intuitif (*intuitive conceptions*). Konsepsi-konsepsi ini berperan penting mengganggu konstruksi pemahaman siswa yang sesuai dengan konsepsi kimiawan.

Mendukung uraian di atas, Herron (1975: 147), Wiseman (1981:484) menjelaskan bahwa karakteristik konsep dalam ilmu kimia yang pada umumnya merupakan konsep-konsep abstrak adalah salah satu faktor dominan yang menyebabkan munculnya “konsepsi siswa”. Selain itu, siswa cenderung mengembangkan konsepsinya sendiri tentang fenomena alam (kimia), karena pembelajaran yang dialaminya belum mampu menyediakan pengalaman belajar yang menyajikan hubungan antara konsep dengan kejadian nyata di lingkungannya sehari-hari.

Penelitian yang dilakukan oleh Bucat dan Fenshan (1995:93-96), Laliyo (1999), menunjukkan bahwa siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memahami konsep perubahan wujud dan sifat materi, pada tingkat makroskopis dan mi-

kroskopis. Padahal, konsep perubahan wujud zat ini adalah konsep yang telah dipelajari lebih awal sebelum mempelajari konsep kimia yang lebih kompleks. Ini adalah salah satu contoh kesulitan siswa, lebih karena pengaruh “konsepsi siswa” yang rancu dan mengganggu proses konstruksi pemahaman konsep yang sesuai dengan konsep kimiawan.

Untuk membantu siswa memahami gejala kimia digunakan model dan pemodelan, terutama yang membahas gejala kimia di tingkat representatif submikroskopik. Jika tidak, maka dimungkinkan siswa berupaya memahami gejala mikroskopik itu dengan usaha sendiri dan mengembangkan model lain dalam benaknya. Kesulitan belajar bahkan kerancuan pemahaman muncul, manakala ada perbedaan pemahaman siswa itu dengan apa yang dipelajarinya di jenjang konsep berikutnya yang lebih kompleks. Jika kerancuan dan atau kesulitan pemahaman ini terus berlanjut, maka cenderung menimbulkan kesalahan konsep (mis-konsepsi). Sebab, siswa selalu saja menggunakan pemahaman yang dikembangkannya sendiri dan diperolehnya dari pengalaman yang belum didasarkan pada penjelasan-penjelasan sebagaimana dalam ilmu kimia.

Gambaran tentang adanya konsepsi yang rancu berupa konsep alternatif, atau prakonsepsi, atau konsepsi intuitif dalam benak siswa, adalah pencerminan tentang visualisasi dan pemahaman yang dikonstruksi siswa untuk mewakili ide-ide atau gagasan dari fenomena atau apa yang dipelajarinya. Hal inilah yang disebut sebagai model mental. Model mental mewakili ide-ide dalam pikiran individu yang mereka gunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan fenomena. Menurut Van Der Veer dan Del Carmen Puerta Melguizo (2003), model mental dibangun dari persepsi, imajinasi, atau dari pemahaman wacana. Ketika mempelajari ilmu pengetahuan, siswa memperoleh pengetahuan yang dalam penyajiannya menggunakan model ilmiah, dan

karena itu membentuk model mental ilmiah sebagai hasil dari paparan pengajaran model tersebut (Harrison & Treagust, 2000). Artinya, siswa membuat model mental mereka sendiri ketika mereka belajar dan mencoba untuk memahami pengetahuan ilmiah selama proses pembelajaran (Chittleborough, Treagust, Mami-ala, & Mocerino, 2005).

Model mental menarik untuk diteliti karena ada dua alasan. Pertama, bahwa model mental mempengaruhi fungsi kognitif dan kedua, model mental dapat memberikan informasi yang berharga untuk para peneliti pendidikan sains tentang susunan konsep yang dimiliki siswa/mahasiswa. Penelitian tentang model mental siswa tentang perubahan wujud materi penting dilakukan untuk mengevaluasi pemahaman siswa dan kemampuannya menghubungkan fenomena makroskopik (perubahan wujud zat), dunia submikroskopik (ukuran, berat, jarak dan gerak partikel) dan representasi simbolik. Representasi submikroskopik merupakan faktor kunci pada kemampuan tersebut. Ketidakmampuan merepresentasikan aspek submikroskopik dapat menghambat kemampuan memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan fenomena makroskopik dan representasi simbolik (Kozma & Rusell, 1997; Chandrasegaran, et.al, 2008). Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa umumnya siswa/mahasiswa bahkan pada siswa yang performansya bagus dalam ujian mengalami kesulitan dalam ilmu kimia akibat ketidakmampuan memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik dan tidak mampu menghubungkannya dengan level representasi kimia yang lain (Treagust, 2008).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki dan mengevaluasi pemahaman siswa terkait dengan model mental mereka dalam memahami perubahan wujud zat. Kami juga tertarik untuk melihat bagaimana siswa mampu membuat hubungan antara level makroskopik dan mikroskopik (Coll & Treagust, 2003a, 2003b). Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi gambaran model mental pemahaman siswa dalam menjelaskan topik perubahan wujud zat, makroskopik

dan mikroskopik, (2) mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerancuan pemahaman siswa dalam menjelaskan topik perubahan wujud zat, makroskopik dan mikroskopik,

## **KAJIAN TEORI**

Siswa pada umumnya telah memiliki konstruksi pemahaman dan visualisasi imajinatif yang dibangunnya sendiri untuk menjelaskan fenomena atau peristiwa alam yang terjadi di lingkungannya. Gambaran tentang adanya konsepsi yang rancu berupa konsep alternatif, atau prakonsepsi, atau konsepsi intuitif dalam benak siswa, adalah pencerminan tentang konstruksi pemahaman dan visualisasi imajinatif yang dipahami siswa untuk mewakili ide-ide atau gagasan dari fenomena atau apa yang dipelajarinya yang berbeda dengan konsepsi para ilmuwan.

Model mental siswa merupakan ide-ide yang mewakili gambaran konstruksi pemahaman dan visualisasi imajinatif dalam pikiran siswa yang mereka gunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan fenomena. Menurut Van Der Veer dan Del Carmen Puerta Melguizo (2003), model mental dibangun dari persepsi, imajinasi, atau dari pemahaman wacana. Ketika mempelajari ilmu pengetahuan, siswa memperoleh pengetahuan yang dalam penyajiannya menggunakan model ilmiah, dan karena itu membentuk model mental ilmiah sebagai hasil dari paparan pengajaran model tersebut (Harrison & Treagust, 2000). Artinya, siswa membuat model mental mereka sendiri ketika mereka belajar dan mencoba untuk memahami pengetahuan ilmiah selama proses pembelajaran (Chittleborough, Treagust, Mamiala, & Mocerino, 2005).

Model mental menarik untuk diteliti karena ada dua alasan. Pertama, bahwa model mental mempengaruhi fungsi kognitif dan kedua, model mental dapat memberikan informasi yang berharga untuk para peneliti pendidikan sains tentang susunan konsep yang dimiliki siswa/ maha-

siswa. Harrison dan Treagust (2000) menyatakan bahwa semua representasi (penyajian) dari konsep-konsep kimia pada kenyataannya diekspresikan dan membentuk model mental siswa. Teori-teori yang mendukung penelitian ini didasarkan pada penjelasan tipologi model mental yang dikemukakan oleh Norman (1983). Menurutnya, model mental dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu (1) sistem target (*the target system*), (2) model konseptual sistem target (*the conceptual model of that target system*), (3) mental model pengguna sistem target (*the user's mental model of the target system*), dan (3) konseptualisasi ilmuwan tentang sistem target (*and the scientist's conceptualization of the target system*). Coll dan Treagust (2003.b) memperjelas bahwa target model yang dimaksudkan adalah model atau pemodelan yang digunakan oleh guru dalam pembelajaran. Model atau pemodelan guru dalam pembelajaran inilah yang dihubungkan dengan konseptualisasi sistem target ilmuwan, yang membutuhkan analisis dan sintesis secara mendalam oleh guru dalam menggunakannya, tergantung pada konteks tertentu di mana proses pembelajaran itu terjadi. Analisis dan sintesis diperoleh dari buku teks deskripsi konsep, analisa catatan siswa dan rencana pelajaran.

Pembelajaran tentang konsep perubahan wujud zat (materi), telah diberikan pada siswa kelas tujuh hingga kelas dua belas, dengan jenjang konsep cakupan materi yang berbeda. Pokok sajian materi meliputi, perubahan wujud zat padat-cair, cair-gas, gas-cair. Perubahan wujud ini pada level makroskopik merupakan perubahan sifat fisik zat, sedangkan pada level mikroskopik dapat dilihat dari (a) ukuran partikel, (b) berat partikel, (c) jarak partikel, dan (d) gerak antar partikel.

Pembelajaran yang dilakukan untuk siswa pendidikan menengah di Indonesia, sebagaimana dituntut oleh kurikulum, harus dapat menjelaskan perubahan wujud fisik zat hingga ke pemahaman

tentang wujud partikel-partikel. Untuk mengetahui hal ini, kami meminta siswa menggambarkan model (visualisasi imajinatif) yang dipahaminya pada tingkat representasi kimia makroskopik dan sub-mikroskopis, dan alasan-alasan yang mendasari pemahamannya itu.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan teknik analisis deskriptif. Seluruh data di lapangan, baik yang diperoleh dari observasi maupun melalui tes diagnostik kemampuan berpikir partikular, dianalisis melalui tabulasi dan penafsiran. Penelitian dilakukan selama tiga bulan, terhitung sejak bulan Januari sampai dengan Maret 2010. Lokasi penelitian di SMA Negeri III Gorontalo, sampelnya adalah siswa kelas X. Populasi penelitian ini adalah seluruh karakteristik konsepsi siswa kelas X SMA Negeri III Gorontalo, tahun ajaran 2009/2010 sejumlah 450 siswa, yang tersebar dalam 10 kelas. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas dua kelas utuh seluruhnya 90 siswa (usia 16-17 tahun). Sampel penelitian ditentukan dengan menggunakan teknik random pada kelas yang ada. Kedua kelas dianggap dapat mewakili keseluruhan populasi penelitian.

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen tes diagnostik kemampuan berpikir partikular (KBP), pedoman observasi dan wawancara. Tes digunakan untuk menjangkau data konstruksi pemahaman siswa tentang perubahan wujud zat, sedangkan wawancara digunakan untuk menelusuri lebih mendalam konstruksi pemahaman siswa dan alasan-alasan yang mendasarinya. Tes dibuat dalam bentuk pilihan ganda dengan tiga pilihan jawaban dan disediakan satu pilihan jawaban yang kosong, di mana siswa dapat mengisinya apabila pilihan jawaban yang tersedia tidak memenuhi jawaban yang dikehendaknya. Tes KBP sebagian besar disusun merujuk pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Osborne dan

Cosgrove (1983:825-838), Renstrom, dkk. (1990: 555-569), Laliyo (1999), sebagian lagi dirancang oleh peneliti sesuai dengan keperluan penelitian.

Sepuluh siswa diminta secara sukarela untuk diwawancarai untuk menyelidiki model mental siswa, dengan menyuguhkan pertanyaan terbuka, menggambar dengan deskripsi, dan data wawancara, Model mental siswa kemudian dielisisasi pemahaman mereka pada tingkat representasi makroskopik dan submicroscopic. Pedoman wawancara dikembangkan dari item tes KBP. Dalam wawancara, siswa didorong untuk berbicara dengan bebas dan terbuka. Pertanyaan wawancara yang diajukan, meliputi, *pertama*, siswa diminta untuk menjelaskan apa yang mereka pahami tentang peristiwa perubahan wujud es mencair. Siswa juga diminta untuk menggambarkan peristiwa itu pada level mikroskopis terkait dengan ukuran, berat, jarak dan gerak partikel es; dan *kedua*, siswa diminta untuk menjelaskan apa yang mereka pahami tentang peristiwa perubahan wujud air menjadi uap. Siswa juga diminta untuk menggambarkan peristiwa itu pada level mikroskopis terkait dengan ukuran, berat, jarak dan gerak partikel air menjadi uap.

Hasil wawancara data maupun gambar dianalisis secara tematis berdasarkan penjelasan atau jawaban maupun pemahaman siswa pada tingkat makroskopik maupun mikroskopik, serta kemampuan mereka untuk mengaitkan konsepnya dengan konsep lain yang terkait. Kutipan wawancara dan beberapa gambar siswa yang khas disajikan dalam pembahasan dan diskusi.

## HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umumnya siswa cenderung mengalami kesulitan untuk memahami atau menjelaskan konsep perubahan wujud zat pada level mikroskopis. Secara keseluruhan perolehan skor persentase jawaban siswa diberikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Deskripsi Perolehan Skor (%) Jawaban Siswa Memahami Konsep Perubahan Wujud Zat pada Level Mikroskopis

No	Konsep yg Diteliti	Persentase (%) Siswa yg Menjawab Benar (N=84)			Jumlah
		Padat-Cair	Cair-Gas	Padat-Gas	
1	Ukuran Partikel	20,2	26,1	17,8	21,4%
2	Berat Partikel	22,6	27,3	32,1	27,3%
3	Jarak antara Partikel	34,5	58,3	66,6	53,5%
4	Gerak Partikel	61,9	53,5	72,6	62,6%

Berdasarkan Tabel 1, diketahui diketahui beberapa hal berikut: *(a) ukuran partikel*; perolehan skor siswa yang memahami dengan benar konsep ukuran partikel dalam perubahan wujud fisik zat padat-cair (20,2%), cair-gas (26,1%), dan padat-gas (17,8%). Secara keseluruhan, hanya sebesar (21,4%) siswa memahami dengan benar bahwa perubahan sifat fisik zat tidak akan berpengaruh terhadap ukuran partikel; *(b) berat partikel*; perolehan skor siswa yang memahami dengan benar konsep berat partikel dalam perubahan wujud fisik zat padat-cair (22,6%), cair-gas (27,3%), dan padat-gas (32,1%). Secara keseluruhan, hanya sebesar (27,3%) siswa memahami dengan benar bahwa perubahan sifat fisik zat tidak akan berpengaruh terhadap berat partikel; *(c) jarak antara partikel*; perolehan skor siswa yang memahami dengan benar konsep jarak antara partikel dalam perubahan wujud fisik zat padat-cair (34,5%), cair-gas (58,3%), dan padat-gas (66,6%). Secara keseluruhan, hanya sebesar (53,5%) siswa memahami dengan benar bahwa perubahan sifat fisik zat akan berpengaruh terhadap jarak antara partikel; *(d) gerak partikel*; perolehan skor siswa yang memahami dengan benar konsep gerak partikel dalam perubahan wujud fisik zat padat-cair (61,9%), cair-gas (53,5%), dan padat-gas (72,6%). Secara keseluruhan, hanya sebesar (62,6%) siswa memahami dengan benar bahwa perubahan sifat fisik zat akan berpengaruh terhadap gerak partikel.

### **Konstruksi Pemahaman Siswa tentang Perubahan Wujud Zat**

Untuk mengevaluasi konstruksi pemahaman dan visualisasi imajinatif siswa tentang perubahan wujud zat; kepada siswa disajikan peristiwa perubahan wujud es menjadi air. Siswa diminta mengamati secara cermat, perubahan wujud bongkahan-bongkahan es yang secara perlahan-lahan menjadi air. Kemudian kepada mereka ditanyakan, bagaimana efek dari perubahan es menjadi air itu terhadap ukuran, berat, jarak dan gerak partikel. Kutipan wawancara dari tiga siswa berikut ini memberikan gambaran pemahaman tentang peristiwa tersebut:

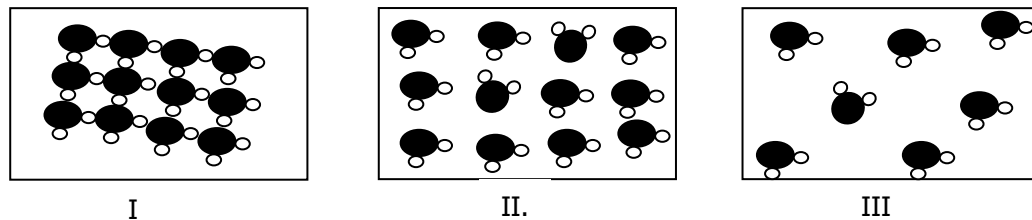
- Siswa A : Ukuran partikel es lebih kecil dari ukuran partikel air, sehingga lebih ringan. Es dalam bongkahan-bongkahan sebagian mengapung di atas permukaan setelah sebagian berubah wujud menjadi air. Partikel air lebih berat. Jarak antar partikel es lebih rapat lebih padat, sehingga gerak partikel es tidak leluasa dibandingkan dengan gerak partikel air.
- Siswa B : Partikel es ukurannya lebih besar dari partikel air, lebih berat, dan memiliki jarak yang lebih rapat dan tidak bergerak.
- Siswa C : Ukuran partikel es lebih besar, padat dan memiliki rongga, sehingga ja-

raknya lebih renggang, dan gerakannya lebih bebas.

Kutipan wawancara di atas, menunjukkan bahwa siswa berhasil menjelaskan bahwa perubahan wujud es mencair, adalah perubahan wujud zat padat-cair. Namun konstruksi pemahaman siswa pada level mikroskopik berbeda-beda. Dapat dianggap bahwa hal ini dipengaruhi oleh pemahaman yang dikembangkan sendiri oleh siswa, berdasarkan penafsiran yang dipahaminya selama ini terhadap fenomena di lingkungannya. Kecenderungan pemahaman yang muncul adalah: (a) ukuran partikel es lebih besar dari partikel air, lebih padat, sehingga jarak antar partikel lebih rapat dan gerak menjadi terbatas; (b) ukuran partikel es lebih kecil dari partikel air, lebih ringan dan karena itu jaraknya lebih renggang dan gerak partikel lebih leluasa. Pemahaman siswa ini ternyata cenderung didasarkan pada tampilan fisik dari es yang berbentuk bongkahan padat, dan terpengaruh oleh fenomena bongkahan es yang terapung di atas permukaan air. Hal ini

menunjukkan bahwa (1) siswa belum mampu memiliki pemahaman yang utuh tentang partikel terkait dengan perubahan wujud zat. Pemahaman di tingkat makroskopik, belum dapat diintegrasikan dengan pemahamannya di tingkat mikroskopik; dan (2) siswa cenderung memiliki pemahaman yang terbatas tentang ukuran molekul, dan keterkaitannya dengan berat, jarak dan gerak partikel. Pola pemahaman yang sama juga ditemukan pada pemahaman siswa tentang perubahan wujud zat cair-gas maupun padat-gas. Ukuran partikel air dalam wujud cair dipahami siswa memiliki ukuran lebih besar dibandingkan dengan ukuran partikel air dalam wujud uap. Demikian pula dengan berat, jarak dan gerak partikel.

Berkenaan dengan gambaran model visualisasi imajinatif siswa di level mikroskopik terkait dengan perubahan wujud zat padat-cair (peristiwa es mencair), dikaitkan dengan pemahamannya tentang ukuran, berat, jarak dan gerak partikel, diidentifikasi dengan menyajikan tiga model ilustratif keadaan partikel-partikel pada perubahan wujud zat, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Ilustratif Partikel pada Perubahan Wujud Zat

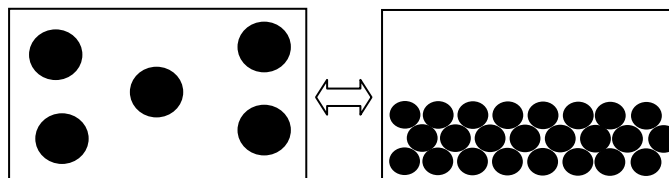
Berdasarkan pada Gambar 1, kepada siswa ditanyakan tentang model ilustratif yang sesuai untuk tipe perubahan wujud zat padat-cair, cair-gas, dan padat-gas, dalam bentuk notasi I-II, atau II-III, atau I-III. Hasilnya menunjukkan bahwa siswa memiliki model mental penggambaran mikroskopik keadaan partikel dalam perubahan wujud zat yang sebagian besar rancu atau mengandung miskonsepsi. Asumsi yang dapat dikembangkan terkait hal ini adalah didasarkan

pada hasil tes KBP (lihat Tabel 1), di mana siswa cenderung memiliki pemahaman yang rancu bahkan salah konsep, utamanya menghubungkan fenomena perubahan wujud dengan keadaan partikel zat.

Model ilustratif sebagaimana diberikan pada Gambar 2, adalah salah satu contoh model mental siswa yang menafsirkan partikel-partikel air berukuran besar dengan jarak yang agak renggang, sedangkan partikel-partikel uap berukuran

kecil dengan jarak yang rapat. Molekul air yang dipahami siswa ini dalam keadaan bebas dan ber-

ukuran lebih besar dibandingkan dengan molekul air dalam wujud gas (uap air).



Gambar 2. Contoh Model Mental Pemahaman Siswa tentang Keadaan Partikel pada Perubahan Wujud Zat Cair - Gas

### **Pemahaman Siswa tentang Fenomena Pengembunan**

Fenome perubahan wujud zat berikutnya yang disajikan pada siswa adalah peristiwa pengembunan, di mana siswa diminta untuk mengamati sebuah gelas yang di dalamnya berisi bongkahan-bongkahan es, dan dibiarkan terbuka. Setelah beberapa menit, pada dinding gelas bagian luar, nampak bintik-bintik air yang menempel di dinding gelas. Kepada siswa ditanyakan, berasal dari mana bintik-bintik air yang menempel di dinding gelas bagian luar itu? Berikut ini kutipan wawancara dari tiga siswa menjawab pertanyaan dimaksud.

Siswa A : Bintik-bintik air itu berasal dari hasil reaksi antara uap es dengan udara di sekitar gelas, uap es tidak masuk lagi ke dalam gelas, tetapi hanya ada di luar saja.

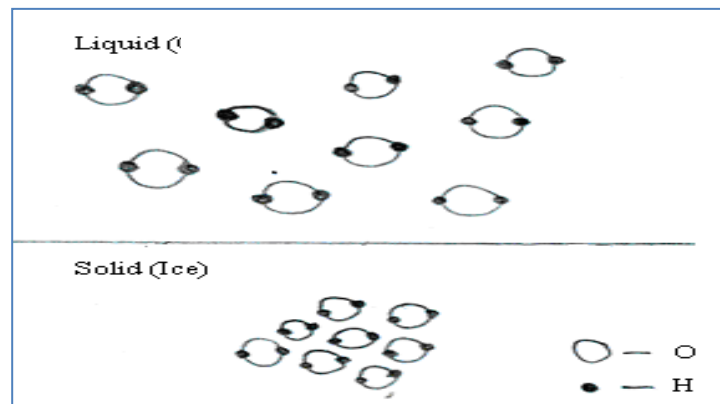
Siswa B : Karena es itu uapnya bergerak ke atas, jadi mengalami reaksi dengan udara. Bintik-bintik air itu hasil reaksi antara udara dengan es yang menguap.

Siswa C : Bintik-bintik air itu berasal dari es yang menembus pori-pori dinding gelas. Es itu pada akhirnya akan mencair, dan cairan es itu akan masuk pada pori-pori gelas, dan lama-lama akan ada titik-titik air pada gelas tersebut.

Berdasarkan kutipan wawancara di atas, dapat dikatakan bahwa dasar penafsiran siswa tentang fenomena pengembunan adalah pengamatan bentuk fisik dari peristiwa es mencair, kemudian dikembangkan sendiri oleh siswa tanpa didasarkan pada konsep yang sebenarnya. Jelas sekali pemahaman seperti ini menunjukkan kelemahan bangunan pemahaman siswa pada level mikroskopik dan keterkaitannya dengan konsep pengembunan dan perbedaan temperatur. Siswa belum mampu mengaitkan penjelasan bahwa bintik-bintik air berasal dari uap air yang berubah wujud menjadi cair, karena “menerpa” dinding gelas yang temperturnya lebih rendah dari lingkungan.

Selain itu, dapat dikemukakan bahwa pemahaman siswa tentang ukuran, jarak, berat dan gerak partikel umumnya masih mengandung kerancuan. Pada Gambar 3 berikut ini adalah salah satu contoh model pemahaman siswa, ketika diminta untuk menggambarkan keadaan partikel air dalam wujud cair dan wujud padat (es). Nampak bahwa siswa mengandung kerancuan pemahaman, dengan menggambarkan keadaan partikel air dalam wujud cair berukuran besar, jarak yang renggang dibanding dengan keadaan partikel air dalam wujud padat (es).





Gambar 2. Contoh Model Mental Pemahaman Siswa tentang Keadaan Partikel Air dalam Wujud Cair dan Wujud Pada (Es)

Temuan di atas, mendukung hasil penelitian yang dilaporkan oleh Osborne dan Cosgrove (1983) tentang konsepsi siswa terhadap wujud air dengan metode interview klinis, pada 34 responden berusia 12-17 tahun, bahwa bintik-bintik air yang membasahi permukaan gelas bagian luar berasal dari (a) leburan es yang dapat menembus pori-pori dinding gelas, (b) proses pendinginan yang menyebabkan gas oksigen dan gas hidrogen di udara bereaksi membentuk air, (3) reaksi antara permukaan yang dingin dengan energi yang ada di udara, dan (d) proses pendinginan partikel-partikel yang ada di udara.

#### **Pemahaman siswa tentang senomena air mendidih**

Fenomena penguapan yang disajikan pada siswa berupa peristiwa “air mendidih”. Siswa diminta untuk mengamati sebuah gelas kimia berisi air yang dipanaskan sampai mendidih, dan muncul gelembung-gelembung pada permukaan air. Kepada siswa ditanyakan, tersusun dari apakah gelembung-gelembung tersebut? Kutipan wawancara dari dua siswa menjawab pertanyaan dimaksud diberikan sebagai berikut:

Siswa A : Gelembung-gelembung itu tersusun atas molekul hidrogen dan oksigen

yang telah terpisah, sebab air terdiri atas unsur hidrogen dan oksigen.

Siswa B : Gelembung-gelembung itu merupakan udara yang larut dalam air, karena saya pikir dalam air mungkin ada air dan udara, sehingga udara inilah yang menyebabkan timbulnya gelembung-gelembung.

Hal menarik dari kutipan wawancara di atas adalah, pertama, bahwa gelembung-gelembung yang timbul pada air mendidih, dipahami siswa tersusun dari unsur hidrogen dan oksigen yang terpisah; dan kedua, merupakan udara yang larut dalam air. Gambaran konsepsi siswa ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa tentang perubahan wujud zat cair-gas yang dipelajari di sekolah, dipahami secara terpisah dari pemahamannya tentang peristiwa penguapan.

#### **PENUTUP**

Jika dicermati, beberapa temuan penelitian dan kecenderungan model mental pemahaman siswa yang di uraikan di atas, menunjukkan bahwa siswa cenderung memiliki pemahaman yang dikembangkan sendiri, berdasarkan pengalaman belajarnya. Dalam pembelajaran kimia, pema-

haman yang dikembangkan sendiri oleh siswa meliputi dua hal, *pertama*, pemahaman yang berasal dari konsepsi alternatif, intuitif, ataupun prakonsepsi dikembangkan siswa berdasarkan nalar alamiahnya merespon peristiwa atau fenomena alam, dan *kedua*, pemahaman yang dikembangkan setelah siswa menerima materi pembelajaran secara formal di kelas, yang disajikan dengan menggunakan representasi model atau pemodelan secara makroskopik maupun mikroskopik. Untuk memperjelas keduanya digunakan istilah konstruksi pemahaman dan visualisasi imajinatif.

Persoalannya adalah bahwa seringkali konstruksi pemahaman dan visualisasi imajinatif yang ada di benak siswa itu berbeda dengan pemahaman ilmuwan. Inilah yang menyebabkan munculnya konsepsi-konsepsi yang rancu atau mengandung kesalahan konsep. Sumber kerancuan pemahaman siswa dominan disebabkan oleh adanya pengetahuan awal, atau konsepsi-konsepsi intuitif atau dari ekspresi model molekuler yang dipahami siswa, baik sebelum maupun sesudah mendapat sajian pembelajaran secara formal di kelas. Kerancuan dan atau kesalahan konsep siswa makin “mengganggu” bahkan menjadi penyebab kesulitan belajar, apabila proses pembelajaran di kelas tidak disiapkan atau tidak mendukung optimalisasi pengalaman belajar yang membantu siswa memahami fenomena dengan baik dan benar. Pembelajaran lebih bersifat verbal dan tidak menarik bagi siswa, ditambah lagi dengan metode pembelajaran yang sama sekali tidak mendukung elaborasi strategi representasi mikroskopik.

Dalam pembelajaran konsep perubahan wujud zat, baik dalam kurikulum maupun buku-buku teks disajikan materi dengan tiga tingkat representasi, yang ditujukan untuk meningkatkan pemahaman siswa. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan peristiwa atau menyaji-

kan fenomena kimia adalah strategi yang berguna untuk meningkatkan pemahaman siswa, terutama ketika fenomena/kejadian alam tersebut tersambung dengan pengalaman mereka. Secara khusus, mereka mengerti peran kejadian itu pada tingkat makroskopik, namun cenderung sulit menjelaskannya pada tingkat mikroskopis. Kecenderungan ini nampak jelas pada ekspresi model mental siswa yang digambarkan mewakili model yang dipahaminya. Beberapa model mental siswa terlihat lebih rasional, artinya lebih dapat diterima penjelasannya berdasarkan logika keilmuan, sedangkan sebagian besar mengandung unsur-unsur kerancuan.

Kerancuan pemahaman maupun model visualisasi imajinatif yang ditampilkan siswa mungkin berhubungan dengan strategi pembelajaran dan model-model ilustratif yang digunakan guru. Russell *et al.* (1997) dan Treagust *et al.* (2003) berpendapat bahwa untuk memahami konsep kimia siswa harus mampu menciptakan dan atau membentuk konstruksi pemahaman yang dapat mewakili model mental mereka pada tingkat makroskopik, mikroskopik dan simbolik, serta mampu membuat hubungan antara ketiganya tingkat ini satu sama lain. Kerancuan yang muncul cenderung juga disebabkan oleh pembelajaran yang belum dapat membuat hubungan yang jelas antara ke tingkat representasi dimaksud. Pembelajaran lebih banyak didominasi oleh representasi simbolik, dan jarang sekali ada kaitan konseptual antara ketiganya. Nampaknya, pada point ini penting untuk dilakukan pergeseran pembelajaran, dari yang terlalu berat dan fokus pada tingkat simbolik ke arah untuk mempertimbangkan bagaimana tiga tingkat saling berhubungan. Oleh karena itu, kami merekomendasikan proses pembelajaran yang melibatkan kombinasi strategi instruksional, laboratorium yang diselenggarakan dengan upaya membangun model mental siswa yang baik dan benar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Berg, Ed Van. (1991). *Miskonsepsi Fisika dan Remediasi* Sebuah pengantar berdasarkan Lokakarya di Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga, 7-10 Agustus 1990.
- Bucat, B dan Fenshman, P. (1995). Teaching and Learning About Particulate Nature of Matter: dalam Bucat, Bob. (Eds), *Selected Papers in Chemical Educations Research: Implications for the Teaching of Chemistry*, (hal.93-96) India: The Committe on Teaching of Chemistry (CTC) of the IUPAC.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2008). An evaluation of a teaching intervention to promote students' ability to use multiple levels of representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38(2), 237-248.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L., & Mocerino, M. (2005). Students' perceptions of the role of models in the process of science and in the process of learning. *Research in Science and Technological Education*, 23(2), 195-212.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003a). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003b). Learners' mental models of metallic bonding: A cross-age study. *Science Education*, 87(5), 685-707.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: A case study of multiple-model use in grade 11 chemistry. *Science Education*, 84(3), 352-381.
- Herron, J.D. (1975). Piaget for Chemistry: Explaining What "Good" Student Cannot Understand. *Journal of Chemical Education*. 53(3):147
- Johnstone A.H., (1982), Macro- and Micro-Chemistry, *School Science Review.*, 227, No. 64. p. 377-379.
- Kirkwood V dan Symington, D. (1996). Lecturer Perceptions of Students Difficulties in A First-Year Chemistry Course. *Australian Science Education Association Conference*. 73 (4):339-343.
- Khrishnan dan Howe. (1994). The Mole Concept. *Journal Chemical of Education*. 71 (8): 653-654
- Kozma, R. B., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Laliyo, Lukman A. R. (1999). Analisis Perubahan Konsepsi Siswa tentang Konsep Partikel dalam Perubahan Wujud Materi dengan Implementasi Model Pengajaran Inkuiri. *Tesis*. Tidak Dipublikasikan. Malang: PPS IKIP Malang.
- Lewis, E dan Linn, M. (1994). Heat energy and Temperature Concepts of Adolescents, Adults, and Experts: Implications for Curricular Improvements. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(6):657-677
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. A. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7-14). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education* 25(11), 1353-1368.

- Treagust, David F. 2008. The Role of Multiple Representations In Learning Science: Enhancing Students' Conceptual Understanding And Motivation. In *Yew-Jin and Aik-Ling (Eds). Science Education at The Nexus Of Theory And Practice*. Rotterdam-Taipei: Sense Publishers. p. 7 - 23.
- Renstrom, dkk. (1990). Student's Conception of Matter. *Journal of Educational Psychology*. Vol. 82 (3) 555-569
- Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N., & Davis, J. (1997). Use of simultaneouslysynchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(3), 330-334.
- Van Der Veer, C. G., & Del Carmen Puerta Melguizo, M. (2003). Mental models. In J. A. Jacko & A. Sears (Eds.), *The human-computer interaction handbook: Fundamentals, evolving technologies, and emerging applications* (pp. 52-80). Uitgever: Lawrence Erlbaum & Associates.
- Wiseman, F.L. (1981). The Teaching of College Chemistry Role of Students Developmental Level. *Journal of Chemical Education*, 56 (6),484.