

## Penggunaan *Two-Tier Multiple Choice Diagnostik Test* untuk mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa Kelas X SMAN 1 Tangerang Selatan pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit

Lintang Rizkyta Ananda, Hari Suharto

Program Studi Magister Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Negeri Jakarta, Jl. Pemuda No 10, Rawamangun 13220, Jakarta, Indonesia

Email: [lintangrizkyta21@gmail.com](mailto:lintangrizkyta21@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat pemahaman konseptual siswa dan mendiagnosis miskonsepsi siswa pada konsep larutan elektrolit dan non elektrolit. Instrumen pengukuran miskonsepsi yang digunakan adalah *Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Test* yang dikembangkan dengan menggunakan model Rasch. Penelitian ini dilakukan pada siswa kelas X SMAN 1 Tangerang Selatan yang berjumlah 187 orang dan melakukan wawancara kepada 40 siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa masih ditemukan adanya miskonsepsi pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit, yang ditunjukkan oleh sebanyak 28% siswa mengalami miskonsepsi pada level 1; 33% pada level 2; dan 35% pada level 3.

### Kata kunci

Miskonsepsi, Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit, Pemahaman Konseptual, *Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Test*.

### Abstract

This study aims to assess the level of student's conceptual understanding and diagnose student's misconception of electrolyte and non-electrolyte solutions. The measurement of misconceptions is using *Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Test* instrument with the Rasch model. This research was conducted on 189 students in class X SMAN 1 Tangerang Selatan and interviewed 40 students. The results is indicate that there are still misconceptions in electrolyte and non-electrolyte solution concept, as shown as 28% misconceptions in level 1; 33% in level 2; and 35% in level 3.

### Keywords

Misconceptions, Electrolyte and Non-Electrolyte Solutions, Conceptual Understanding, *Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Test*.

### 1. Pendahuluan

Kimia merupakan ilmu yang umumnya bersifat abstrak, berjenjang dan terstruktur, sehingga siswa terkadang tidak mampu mengartikan dan memahami sifat kimia yang bersifat abstrak yang menjadi sebuah pengetahuan ilmiah [1]. Hal tersebut membuat siswa dapat salah mengartikan konsep kimia secara tepat. Kesalahan

siswa dalam mengartikan/menafsirkan konsep kimia ini sering dikenal dengan miskonsepsi.

Miskonsepsi merupakan suatu pemahaman konsep yang ada dalam pikiran siswa dan diperoleh berdasarkan pengalamannya namun bertentangan dengan konsep ilmiah yang seharusnya [2]. Miskonsepsi tersebut dapat terjadi jika pemahaman konsep siswa tidak lengkap. Namun, ternyata miskonsepsi tidak hanya

disebabkan oleh siswa tapi dapat juga dipengaruhi oleh guru. Guru dapat menjadi sumber miskonsepsi pada siswa jika tidak berhati-hati dalam menggunakan analogi atau pemodelan dalam pembelajaran.

Pembelajaran dapat dikatakan efektif bila pembelajaran tersebut dapat mengkondisikan siswa untuk mencapai kemajuan secara maksimal sesuai dengan kemampuan yang dimiliki [3]. Hal ini perlu ditunjang pula dengan sistem evaluasi yang baik, karena tidak cukup hanya dicapai melalui penggunaan model pembelajaran yang baik saja. Pembelajaran akan efektif jika guru dapat mengetahui kesulitan belajar siswa dan juga miskonsepsi siswa, karena proses pembelajaran akan menjadi lebih baik bila sesuai dengan kebutuhan siswa.

Untuk mengukur miskonsepsi siswa dapat digunakan alat penilaian diagnostik. Alat penilaian diagnostik ini digunakan jika guru ingin memahami pemikiran siswa tentang konsep-konsep ilmu pengetahuan yang telah guru ajarkan dengan prinsip bahwa guru harus mempertimbangkan pengetahuan dasar siswa yang telah bangun/ telah ada sendirinya [4]. Penggunaan instrumen diagnostik untuk mengungkap miskonsepsi haruslah bersifat *supply response*, agar informasi yang didapatkan lebih lengkap dari jawaban siswa. Salah satu alat pengukur yang penting adalah dengan model tes diagnostik pilihan ganda. Hal ini dikarenakan secara umum bentuk tes pilihan ganda lebih disukai terutama di kelas sains, sebab soal pilihan ganda lebih mudah diterapkan untuk mengevaluasi pemahaman siswa secara subyektif [5]. Namun, kelemahannya adalah evaluator/penilai akan kesulitan dalam menentukan apakah jawaban siswa tersebut benar-benar jawabannya yang dapat menggambarkan tingkat kemampuannya atautkah hanya tebakan saja.

Alat penilaian diagnostik untuk mengukur miskonsepsi yang paling sering digunakan adalah *Two-Tier Multiple Choice* [6]. Alat ukur jenis ini dapat digunakan untuk mendiagnosis miskonsepsi siswa, dan juga mampu menunjukkan tingkat pemahaman siswa berdasarkan penalarannya [7]. Alat diagnostik ini dianggap efektif dalam memberikan informasi kualitatif mengenai miskonsepsi pada pemahaman siswa, namun tidak

dapat memberikan hasil penilaian sumatif karena hanya aspek pemahaman atau pengetahuan saja yang diukur [8]. Tetapi, pada pertengahan tahun 2000, mulai dikembangkan alat ukur miskonsepsi yang menggunakan model Rasch dengan tujuan untuk mengintegrasikan pengukuran miskonsepsi dengan pengukuran pemahaman konseptual siswa pada hasil penilaian sumatifnya [9].

Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit adalah konsep kunci dalam pembelajaran kimia di tingkat SMA dan memainkan peran penting dalam pemahaman konseptual siswa tentang perilaku larutan. Hal ini dikarenakan konsep elektrolit dan non elektrolit menjadi dasar pemahaman untuk materi termasuk konsep larutan, asam dan basa, elektrokimia, dan berbagai konsep kimia lain yang berkaitan dengan larutan [10]. Alat yang digunakan dalam penilaian miskonsepsi ini adalah diagnostik. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengukur/menilai tingkat miskonsepsi siswa melalui instrumen yang menggabungkan pengukuran tingkat pemahaman konseptual dengan diagnosis miskonsepsi siswa. Maka, pertanyaan penelitian ini adalah:

(1) Bagaimana keefektifan instrumen pengukuran bila digunakan untuk mengukur miskonsepsi dan tingkat pemahaman konseptual materi kimia larutan elektrolit dan non elektrolit?

## 2. Metodologi Penelitian

### a. Partisipan

Penelitian ini dilakukan kepada siswa kelas X Sekolah Menengah Atas (SMA)/Sederajat. Sampel penelitian ini terdiri dari 187 orang siswa kelas X MIPA SMAN 1 Tangerang Selatan yang mengambil mata pelajaran Kimia. Selain itu, dilakukan wawancara kepada 40 siswa yang mengalami miskonsepsi.

### b. Instrumen

Pada penelitian ini digunakan instrumen *Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Test* yang terdiri dari 15 pertanyaan. Setiap pertanyaan terdiri dari 2 tingkat pertanyaan. Tingkat pertama ditujukan untuk mengetahui dan menilai pemahaman siswa terkait isi materi dengan bentuk jawaban pilihan ganda. Sedangkan pada tingkat kedua, bertujuan untuk mendiagnosis alasan dari jawaban siswa pada jawaban soal di tingkat pertama dan jawaban berbentuk pilihan ganda.

Kedua tingkat pertanyaan tersebut hanya memiliki satu jawaban yang benar.

Setelah didapatkan hasil jawaban siswa, maka data dianalisis dan dikelompokkan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa. Kelompok siswa yang menunjukkan hasil tingkat miskonsepsi yang tinggi, maka akan dilakukan tindakan lebih lanjut yaitu tahap wawancara (*Interview*). Siswa diwawancarai untuk mengklarifikasi jawaban mereka secara rinci atas pertanyaan sebelumnya dan dilakukan secara tertulis untuk menyelidiki lebih lanjut pemahaman konseptual siswa.

### c. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan pada penelitian ini merupakan data primer. Data ini diperoleh secara langsung dari siswa sebagai responden penelitian, yang dilakukan melalui tahap tes dan wawancara. Tahap tes dilakukan selama 60 menit, kemudian hasil tes dianalisis dan dikelompokkan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa. Siswa yang mengalami miskonsepsi akan di wawancara yang biasanya dilakukan selama 5-10 menit. Seluruh kegiatan wawancara harus direkam dan ditranskrip dalam bentuk tulisan. Hasil wawancara digunakan untuk memperlihatkan secara rinci miskonsepsi yang terjadi pada siswa. Selain itu, digunakan juga data sekunder dari artikel jurnal penelitian, buku dan referensi lainnya dalam bentuk digital (*e-book*) sebagai acuan penelitian.

### d. Analisis Data

Pertama, semua hasil ujian di kumpulkan dalam bentuk dokumen pada *Microsoft Excel*. Setiap pertanyaan memiliki dua tingkat pertanyaan dengan nomor soal yang berurutan, namun dalam setiap jawaban siswa hanya diberikan satu kode untuk setiap soal dengan bentuk "nomor judul & opsi". Misalnya, jika pada soal nomor 5 siswa menjawab A sebagai tingkat pertanyaan pertama dan pada soal nomor 6 siswa menjawab C sebagai tingkat pertanyaan kedua, maka jawabannya diberi kode 5A6C. Adapun hasil penilaian miskonsepsi siswa dibagi menjadi 3 level miskonsepsi, yaitu;

- Level 3: Siswa dapat mendeskripsikan ionisasi elektrolit lemah dan menjelaskan sifat asam-basa larutan dengan menguasai spesi dan perubahan tertentu secara kuantitatif.
- Miskonsepsi 1: Elektrolit lemah berada dalam bentuk molekul dalam larutan berair,

karena beberapa molekul akan terurai menjadi ion, kemudian ion positif dan negatif saling tarik menarik untuk bergabung sebagai molekul lagi [11].

- Level 2: Siswa dapat memahami ionisasi elektrolit berdasarkan interaksi antar partikel dari perspektif mikroskopis.
  - Miskonsepsi 1: Elektrolit dapat terurai oleh arus [12].
  - Miskonsepsi 2: Padatan akan menjadi campuran (molekul, atom dan ion) ketika dilarutkan dalam air [13].
  - Miskonsepsi 3: Peleburan padatan sama dengan pelarutan, keduanya merupakan hasil dari perubahan zat padat menjadi cair [14].
  - Miskonsepsi 4: Ionisasi dan pelarutan adalah proses yang sama [15].
- Level 1: Siswa membedakan elektrolit dan non-elektrolit berdasarkan sifat konduktivitas larutan.
  - Miskonsepsi 1: Larutan elektrolit tidak konduktif [16].

Kemudian, data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan model Reach. Model ini dianggap sebagai metode yang efektif, karena dapat memperkirakan kesulitan item dan juga mengetahui kemampuan siswa. Selain itu, model ini dapat menunjukkan kemungkinan jawaban yang akurat sebagai  $P = \frac{e^{(\theta_n - \delta_i)}}{1 + e^{(\theta_n - \delta_i)}}$  dengan  $\theta_n$  adalah kemampuan siswa dan  $\delta_i$  adalah item-item yang sulit. Model ini dapat mengevaluasi tingkat pemahaman dan kesulitan pada item soal.

Ada dua asumsi yang menjadi dasar penilaian yaitu asumsi satu jika kedua tingkat pertanyaan menghasilkan jawaban yang benar maka akan bernilai 1. Sedangkan jika salah satu tingkatan dan kedua tingkatan pertanyaan menghasilkan jawaban salah maka akan bernilai 0. Oleh karena itu, data ini perlu diubah menjadi data dikotomi 1 dan 0, yang kemudian diolah dengan Microsoft Excel.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan pada tanggal 06 April 2017 terkait miskonsepsi siswa pada materi larutan elektrolit dan larutan non elektrolit diperoleh hasil

persentase miskonsepsi pada ketiga level pemahaman konseptual, sebagai berikut:

**Tabel 1** Rekapitulasi Hasil Miskonsepsi Siswa

Total	Kategori	Jumlah	Persentase
keseluruhan	Level 3	309	35%
Miskonsepsi	Level 2	395	33%
(15 pertanyaan)	Level 1	212	28%

Setelah melakukan tes diagnostik terhadap 187 siswa, didapatkan perbedaaan persentase dari tiap level miskonsepsi dalam 15 butir soal *Two-Tier Diagnostic Test*. Pada kategori level 3 yakni siswa dapat mendeskripsikan ionisasi elektrolit lemah dan menjelaskan sifat asam-basa larutan dengan menguasai spesi dan perubahan tertentu secara kuantitatif terdapat 35% siswa yang mengalami miskonsepsi. Pada kategori level 2

yakni memahami ionisasi elektrolit berdasarkan interaksi antar partikel dari perspektif mikroskopis, terdapat 33% siswa yang mengalami miskonsepsi. Sedangkan pada kategori level 1 yakni siswa yang sudah dapat membedakan elektrolit dan non elektrolit berdasarkan sifat konduktivitas larutan masih terdapat 28% siswa yang mengalami miskonsepsi. Peserta didik yang terlihat dominan mengalami miskonsepsi, selanjutnya dilakukan sesi wawancara. Wawancara berguna untuk mengidentifikasi lebih dalam terkait miskonsepsi siswa, serta mengetahui mengapa siswa sampai pada pemahaman yang seperti itu, sehingga nantinya guru atau peneliti dapat mengarahkan siswa tersebut. Hasilnya adalah siswa yang diwawancarai berjumlah 40 orang dan dapat menyadari 10 kesalahannya. Berikut tabel hasil kombinasi jawaban siswa.

**Tabel 2.** Hasil wawancara

Indikator Wawancara	Pertanyaan	Jawaban	Jumlah	Persentase
Prakonsepsi	Apakah sebelumnya anda pernah belajar tentang Larutan Elektrolit dan Non elektrolit?	Pernah	38	95%
		Tidak Pernah	2	5%
Kemampuan Siswa	Subkonsep apakah yang anda anggap sulit untuk dipelajari dan dipahami dalam belajar konsep larutan elektrolit dan non elektrolit?	Jenis larutan	8	20%
		Perbedaan elektrolit dan non elektrolit	6	15%
		Reaksi penguraian menjadi ion	5	13%
		Tidak ada	21	53%
Minat Belajar	Apakah anda menyukai pembelajaran kimia, khususnya untuk materi larutan elektrolit dan non elektrolit?	Iya	30	75%
		Lumayan	5	13%
		Tidak terlalu	4	10%
		Tidak suka	1	3%
Kebiasaan Peserta Didik	Sebelum belajar tentang konsep larutan elektrolit dan non elektrolit, apakah anda belajar terlebih dahulu dirumah?	Iya	20	50%
		Tidak	15	38%
		kadang-kadang	5	13%
Menguasai Bahan	Bagaimana konsep larutan elektrolit tersebut dapat dijelaskan dengan baik oleh guru anda?	Sangat Baik	10	25%
		Baik	22	55%
		Praktik langsung	8	20%
	Adakah konsep larutan elektrolit yang dijelaskan oleh guru anda tidak sesuai dengan buku atau pengetahuan yang anda telah ketahui atau pelajari sebelumnya?	Sesuai	40	100%
		Menurut anda apakah konsep larutan elektrolit yang dijelaskan oleh guru anda, benar atau salah? mengapa?	Benar	39
	Cukup akurat		1	3%
Relasi Guru dengan Peserta Didik	Apakah anda menyukai guru anda saat menjelaskan di depan kelas?	Iya	38	95%
		Tidak	2	5%

Tidak Membiarkan Siswa Mengungkapkan Gagasan Ide	Apakah anda sering bertanya pada saat pembelajaran?	Kadang-kadang	9	23%
		Tidak terlalu	31	78%
	Apakah anda pernah mengemukakan pendapat anda saat proses pembelajaran berlangsung?	Pernah	19	48%
		Tidak pernah	17	43%
		Kadang-kadang	4	10%
Jenis Buku	Buku teks kimia apakah yang anda gunakan untuk belajar?	Buku paket sekolah	31	78%
		Modul elektronik	3	8%
		Internet	4	10%
		Tidak ada	2	5%
Penjelasan Keliru	Apakah buku tersebut memudahkan anda mempelajari konsep larutan elektrolit dan non elektrolit, atau malah menyulitkan anda untuk memahami setiap konsepnya?	Mempermudah	31	78%
		Menyulitkan	8	20%
		Kurang suka membaca	1	3%
Tingkat Penulisan	Bagaimana bahasa yang digunakan pada buku tersebut?	Susah dimengerti	5	13%
		Mudah dimengerti	35	88%
Cara Mengajar	Bagaimana pendapat anda mengenai cara mengajar yang dilakukan oleh guru anda?	Sangat baik	38	95%
		Tidak runtut	2	5%
		Tatap Muka 11	11	28%
		Virtual Online 15	15	38%
	Metode atau sistem pembelajaran seperti apa yang anda inginkan?	Pemberian soal Latihan 14	14	35%

Berdasarkan tabel wawancara dapat diketahui bahwa sebanyak 95% siswa pada umumnya sudah mendapat Prakonsepsi tentang larutan elektrolit dan non elektrolit. Namun, masih terdapat 8 siswa yang kesulitan dalam memahami jenis larutan, 6 siswa merasa kesulitan dalam memahami perbedaan elektrolit dan non elektrolit, serta 5 siswa kesulitan dalam memahami reaksi penguraian menjadi ion. Hanya terdapat 1 siswa yang tidak suka dan 4 siswa yang tidak terlalu menyukai pelajaran kimia khususnya materi tentang larutan elektrolit dan non elektrolit. Terdapat 15 orang siswa yang tidak belajar terlebih dahulu di rumah dan 5 orang siswa kadang-kadang belajar di rumah terlebih dahulu terkait dengan materi yang akan diajarkan. Pada penguasaan bahan ajar, konsep larutan elektrolit dan non elektrolit sebanyak 22 siswa menganggap guru telah baik sampaikan topik materi, sebanyak 10 orang yang menilai sangat baik dan 8 orang menginginkan praktik langsung. Ternyata, sebagian besar siswa (38 siswa) menyukai guru kimia yang mengajar di kelasnya. Sebanyak 31 orang siswa yang tidak terlalu ingin bertanya saat proses pembelajaran berlangsung, dan terdapat 17 siswa yang tidak pernah mengemukakan pendapatnya. Sebagian besar siswa (31 Siswa) menggunakan buku bacaan yang berasal dari buku

paket sekolah, yang lainnya ada yang menggunakan internet dan modul elektronik. Selain itu, terdapat 31 siswa juga yang merasa terbantu karena buku yang dibaca mampu memberikan pemahaman konseptual pada siswa, walaupun masih ada 8 orang siswa yang masih merasa kesulitan dalam memahami buku bacaan. 35 peserta didik menganggap bahwa bahasa pada buku yang digunakan mudah dimengerti. Sebagian besar siswa (38 orang) merasa sudah sangat baik terkait dengan cara mengajar guru kimia, dan untuk metode pembelajaran yang diinginkan siswa adalah tatap muka (11 orang), virtual/online (15 orang) dan pemberian soal latihan (14 orang).

Hasil analisa pada tiga level pengetahuan konseptual materi kimia larutan elektrolit dan non elektrolit, menunjukkan bahwa terdapat beberapa hal yang mengakibatkan siswa kelas X SMAN 1 Kota Tangerang Selatan mengalami miskonsepsi diantaranya ialah masih terdapat siswa yang belum memahami terkait jenis larutan, perbedaan larutan elektrolit dan non elektrolit, serta reaksi penguraian menjadi ion atau proses ionisasi. Pembelajaran yang disampaikan guru di masa pandemi covid19 terbatas melalui *virtual online* dan pemberian soal latihan sehingga siswa kurang menangkap secara mendetail terkait materi tersebut. Selain itu, masih rendahnya minat siswa

dalam bertanya disaat KBM berlangsung serta sumber belajar siswa hanya dari buku paket sekolah yang menurut sebagian siswa penjelasannya menyulitkan, juga menjadi salah satu penyebab terjadinya miskonsepsi dalam dalam pembelajaran larutan elektrolit dan non elektrolit. Oleh sebab itu, sebaiknya proses pembelajaran perlu divariasikan pula dengan kegiatan praktikum maya/secara virtual mengenai larutan elektrolit dan non elektrolit, sehingga siswa dapat memahami proses penguraian zat tersebut menjadi ion, memahami perbedaan larutan

elektrolit berdasarkan daya hantarnya dan lebih memahami konsep kimia pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan yang didapatkan ialah masih terdapat miskonsepsi dalam pemahaman konseptual siswa kelas X SMAN 1 Tangerang Selatan, pada materi larutan elektrolit dan larutan non elektrolit, yaitu sebesar 35% pada level 3, 33% pada level 2 serta 28% pada level 1.

#### Ucapan Terima Kasih

The authors thank to the lecturers of the Misconception course in Chemistry Education Postgraduate Programe, Yuli Rahmawati, M.Sc., Ph.D., Dr. Afrizal, M.Si., and Dr. Irwanto, M.Pd who lead us in this research process.

#### Daftar Pustaka

- [1] Irsanti R, Khaldun I, Hanum L. Identifikasi Miskonsepsi Siswa Menggunakan Four-Tier Diagnostic Test pada Materi Larutan Elektrolit dan Larutan Non Elektrolit di Kelas X SMA Islam Al-falah Kabupaten Aceh Besar. *J Ilm Mhs Pendidik Kim* 2017; 2: 230–237.
- [2] Murniningsih, Muna K, Irawati RK. Analysis of misconceptions by four tier tests in electrochemistry, case study on students of the chemistry education study program UIN Antasari Banjarmasin. *J Phys Conf Ser*; 1440. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1088/1742-6596/1440/1/012008.
- [3] Departemen Pendidikan Nasional. Tes Diagnostik (Pedoman Pengembangan Tes Diagnostik Mata Pelajaran IPA SMP/MTs). 2007; 1–23.
- [4] Fetherstonhaugh T, Treagust DF. Students' understanding of light and its properties: Teaching to engender conceptual change. *Sci Educ* 1992; 76: 653–672.
- [5] Cetin-Dindar A, Geban O. Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia - Soc Behav Sci* 2011; 15: 600–604.
- [6] Chandrasegaran AL, Treagust DF, Mocerino M. The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. *Chem Educ Res Pract* 2007; 8: 293–307.
- [7] Hadenfeldt JC, Bernholt S, Liu X, et al. Using ordered multiple-choice items to assess students' understanding of the structure and composition of matter. *J Chem Educ* 2013; 90: 1602–1608.
- [8] Liu X. Second International Handbook of Science Education. *Second Int Handb Sci Educ* 2012; 1–1564.
- [9] Lu S, Bi H. Development of a measurement instrument to assess students' electrolyte conceptual understanding. *Chem Educ Res Pract* 2016; 17: 1030–1040.
- [10] Potgieter M, Davidowitz B. Preparedness for tertiary chemistry: Multiple applications of the Chemistry Competence Test for diagnostic and prediction purposes. *Chem Educ Res Pract* 2011; 12: 193–204.
- [11] Chiu MH. A national survey of student's conceptions of chemistry in Taiwan. *Int J Sci Educ* 2007; 29: 421–452.

- [12] Ogude AN, Bradley JD. Ionic Conduction and Electrical Neutrality in Operating Electrochemical Cells. *J Chem Educ* 1994; 71: 29–34.
- [13] Shun-I, chi Murahashi TS. Descriptions and Frameworks of Solutions and Reactions in Solutions. *Res Sci Educ* 1987; 28: 2383–2386.
- [14] Godwin A. Is salt melting when it dissolves in water? *J Chem Educ* 2002; 79: 393.
- [15] Devetak I, Vogrinc J, Glažar SA. Assessing 16-year-old students' understanding of Aqueous solution at submicroscopic level. *Res Sci Educ* 2009; 39: 157–179.
- [16] Calik M. A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from junior to senior high school. *Int J Sci Math Educ* 2005; 3: 671–696.