

TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL TIPE PILIHAN GANDA MULTI TINGKAT PADA MATERI KOLOID (TDM-PMT- KOLOID)

Wiji*, Sri Mulyani, Galuh Yuliani, dan Rudina Okvasari

Jurusan Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

Abstrak: Dalam penelitian ini telah dikembangkan tes diagnostik model mental dengan teknik pilihan ganda multitingkat pada materi sistem *koloid* (TDM-PMT-Koloid) dengan menggunakan metode deskriptif. TDM-PMT-Koloid terdiri dari 9 butir pertanyaan (5 subkonsep) yang meliputi empat pilihan jawaban dan empat pilihan alasan. Pilihan jawaban merupakan representasi makroskopik dan simbolik yang dikembangkan melalui data primer percobaan dan pengamatan dalam kehidupan sehari-hari. Pilihan alasan merupakan representasi model submikroskopis yang dikembangkan berdasarkan kajian beberapa buku teks *General Chemistry*. TDM-PMT-Koloid telah dinyatakan valid dengan beberapa catatan perbaikan oleh lima orang panelis yang terdiri dari seorang profesor bidang Pendidikan Kimia, seorang doktor bidang Pendidikan Kimia, dan tiga orang doktor bidang Kimia Fisika. Uji reliabilitas menggunakan metoda *Cronbach* didapatkan koefisien reliabilitas *Cronbach Alpha* sebesar 0,782 untuk total soal dan antara 0,607-0,797 untuk setiap subkonsep. Hasil ujicoba TDM-PMT-Koloid terhadap 46 siswa ditemukan sebanyak 21% memiliki model mental utuh (memahami konsep *koloid* dalam tiga level representasi); sebanyak 33% memiliki model mental parsial (memahami konsep *koloid* dalam salah satu level representasi); dan 46% memiliki model mental hampa (tidak memahami konsep *koloid* dalam semua level representasi).

Kata kunci: tes diagnostik model mental, tes pilihan ganda multitingkat, *koloid*

Abstract: In this study, has been developed Diagnostic Tests of Mental Model with Multi-Level of Multiple Choices on material Colloid Systems (TDM-PMT-Colloids) using descriptive methods. TDM-PMT-Colloid consists of 9 items of the questions (5 sub-concepts) which include four answer options and four choices of reasons. Choice answers are macroscopic and symbolic representations of the primary data developed through experiments and observations in daily life. Choices of reasons are sub-microscopic representations of a model developed by the study of several textbooks on *General Chemistry*. TDM-PMT-Colloidal has been declared valid with a few improvement notes by five panellists consisting of a professor of Chemistry Education, a doctorate in Chemical Education, and three doctorates in Physical Chemistry. Reliability test using *Cronbach* method resulted in coefficient of 0.782 for the total items and between 0.607 to 0.797 for each sub concept. TDM-PMT-Colloidal tried-out tot46 high school students shows that 21% of students have

*Alamat korespondensi: Jalan Setiabudhi nomor 229, ledeng Cidadap. Kota Bandung
e-mail: maswiji@xupi.edu

intact mental model (understanding the concept of colloid in three levels of representation); 33% of students have partial mental model (understanding the concept of colloid within one level of representation); and 46% of students have of vacuum mental model (not understanding the concept of colloid in all levels of representation).

Keywords: *Diagnostic Tests Mental Models, Multiple Choice Tests Multi Level, Colloid*

PENDAHULUAN

Para peneliti menyatakan pendidik sains termasuk kimia mengalami kesulitan dalam menemukan alat evaluasi yang paling efektif untuk menggali hasil belajar peserta didik (Treagust D. F., 2006), Alat evaluasi yang telah dikembangkan untuk mengungkapkan penguasaan materi subyek kimia sekolah masih sangat terbatas. Sebagian besar pendidik menggunakan jenis tes pilihan ganda atau esay. Kedua jenis tes tersebut tidak mampu menggali keutuhan penguasaan materi subyek kimia sekolah. Tes pilihan ganda lebih mengukur kemampuan *test-taking* dari pada mengukur pemahaman. Peserta didik dapat mengandalkan logika atau mengidentifikasi istilah ilmiah untuk memilih jawaban yang benar daripada menggunakan pemahaman konsep yang dimilikinya untuk menjawab pertanyaan. Sedangkan tes *esay* tidak memberikan kesempatan untuk menggali lebih lanjut jawaban atau respon yang tidak jelas. Alat evaluasi tersebut perlu dilakukan modifikasi dan pengembangan sehingga mampu mengungkapkan penguasaan dan jalinan antar konsep secara lebih akurat.

Para peneliti mengembangkan tes diagnostik melalui penggunaan pendekatan kualitatif untuk menemukan pe-

mahaman mendasar siswa tentang konsep-konsep kimia (Nyachwaya, dkk 2011). Tes diagnostik tipe pilihan ganda dua tingkat telah berkembang pesat sejak tahun 1988 sampai tahun 2007 (Treagust , 2006). Selanjutnya tes ini sudah banyak digunakan untuk mengidentifikasi miskonsepsi siswa pada partikel materi, energi ionisasi, ikatan kimia, baterai dan kekuatan asam (Cheung, 2011).

Pada penelitian ini telah dikembangkan model tes diagnostik tipe pilihan ganda dua tingkat yang mampu menggali model mental materi koloid dari peserta didik yang disebut sebagai Tes Diagnostik Model Mental tipe Pilihan Ganda Multi Tingkat pada materi koloid (TDM-PMT-Koloid). Tes ini disajikan dalam bentuk pertautan tiga level representasi.

Pengembangan TDM-PMT-Koloid didasarkan pada kenyataan bahwa salah satu ide yang paling kuat dan produktif selama lebih dari 25 tahun terakhir dalam mengevaluasi keutuhan penguasaan materi subyek kimia adalah penjelasan ke dalam tiga tingkat representasi yaitu tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Talanquer, 2011). Tingkat makroskopik merupakan fenomena kimia yang dapat diamati secara nyata meliputi pengalaman sehari-hari. Tingkat submikroskopik merupakan

partikel kimia yang tidak dapat diamati secara langsung meliputi elektron, molekul, ion, dan atom. Tingkat simbolik merupakan representasi fenomena kimia dalam berbagai media yang meliputi model, gambar, rumus, persamaan kimia dan bentukbentuk hasil olahan komputer lainnya.

Pertautan ketiga tingkat representasi berkontribusi terhadap konstruksi pemahaman dan kebermaknaan konsep konsep kimia, yang selanjutnya dikenal sebagai model mental seseorang terhadap fenomena kimia. Model mental merupakan representasi internal individu dari suatu objek, gagasan, pengalaman, gambaran, model, dan sumber-sumber lain yang ada dalam pikiran. Model mental peserta didik termasuk mahasiswa berperan penting dalam memberi alasan, menjelaskan, memprediksi, menguji ide baru dan menyelesaikan suatu masalah (Wang, C.Y., 2007). Oleh karena itu, pemahaman terhadap materi subyek kimia dapat diukur dari model mental yang dimiliki pada saat menjelaskan konsep-konsep kimia. Peserta didik yang memiliki pemahaman terhadap materi subyek kimia sekolah berarti memiliki model mental kimia sekolah dengan utuh. Model mental tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan setiap konsep kimia ke dalam tiga level representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik serta Saling mempertautkannya (Chittleborough, 2004).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Penelitian deskriptif kualitatif adalah suatu bentuk penelitian yang paling dasar yang ditunjukkan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan fenomena-fenomena yang ada secara menyeluruh terhadap sesuatu yang ada dalam latar penelitian, baik fenomena yang bersifat alamiah atau pun rekayasa manusia (Sukmadinata, 2009).

Pengembangan TDM-PMT-Koloid diawali dengan analisis kedalaman dan keluasan materi. Analisis kedalaman materi dilakukan dengan mengkaji konten materi dari buku teks *General Chemistry* yang digunakan berbagai Universitas di dunia. Analisis keluasan materi dilakukan dengan mengkaji Kompetensi Dasar pada Standar Isi Kurikulum Kimia SMA tahun 2013. Hasil analisis digunakan untuk mengembangkan indikator test sebagai acuan pembuatan TDM-PMT-Koloid. Selanjutnya, dilakukan validasi dan uji reliabilitas. Validasi dilakukan oleh lima orang panelis yang terdiri dari seorang profesor bidang Pendidikan Kimia, seorang doktor bidang Pendidikan Kimia, dan tiga orang doktor bidang Kimia Fisika. Uji reliabilitas menggunakan metoda Cronbach. TDM-PMT- Koloid yang sudah valid dan reliabel diujicobakan pada siswa SMA untuk mengetahui kelayakannya.

Hasil ujicoba dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengelompokkan kecenderungan model men-

tal siswa. Terdapat 3 tipe model mental siswa, yaitu model mental utuh (memahami konsep koloid dalam tiga level representasi); model mental parsial (memahami konsep koloid dalam salah satu level representasi); dan model mental hampa (tidak memahami konsep koloid dalam semua level representasi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan TDM-PMT-Koloid

Hasil analisis kedalaman dan keluasan materi koloid menghasilkan indikator, konsep, dan sub konsep Tabel 1.

Tabel 1. Rincian Indikator, Konsep dan Sub Konsep Materi Koloid Hasil Analisis

Indikator	Konsep	Sub Konsep
Menjelaskan ciri koloid	Koloid merupakan sistem dispersi	- Ukuran partikel terdispersi dalam koloid berkisar antara 1-100 nm.
Mengelompokkan jenis koloid	Jenis koloid dapat dikelompokkan berdasarkan fase terdispersinya	- Sol merupakan koloid dengan fase terdispersi padatan - Emulsi merupakan koloid dengan fase terdispersi cairan - Buih merupakan koloid dengan fase terdispersi gas
Menjelaskan sifat-sifat koloid	Sifat-sifat koloid muncul sebagai akibat ukuran partikel terdispersi berkisar antara 1-100 nm	- Partikel koloid dapat menghamburkan cahaya. - Partikel koloid bergerak tidak teratur, acak atau zig-zag. - Partikel koloid dapat menyerap partikel lain pada permukaannya. - Partikel koloid yang bermuatan dapat dipisahkan melalui proses elektroforesis. - Partikel koloid dapat didestabilisasi melalui proses koagulasi - Partikel koloid dapat dimurnikan melalui proses dialisis.
Menjelaskan proses pembuatan koloid	Koloid dapat dibuat secara kondensasi dan dispersi	- Pembuatan koloid secara kondensasi dapat dilakukan dengan memperbesar partikel larutan melalui reaksi-reaksi kimia. - Pembuatan koloid secara dispersi dapat dilakukan dengan memperkecil partikel suspensi melalui cara mekanik, peptisasi, homogenisasi, atau dengan cara busur Bredig.

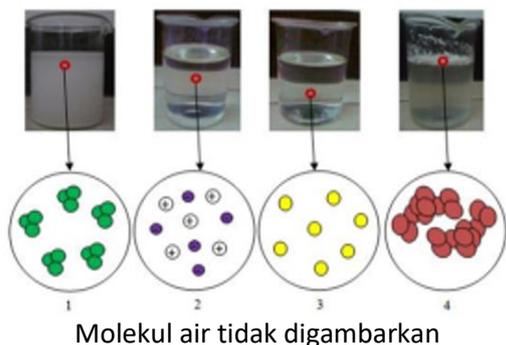
Berdasarkan indikator telah dikembangkan TDM-PMT-Koloid yang terdiri dari 9 butir pertanyaan yang meliputi 4 konsep yaitu: ciri koloid, jenis koloid, sifat koloid, dan proses pembuatan

koloid. Pertanyaan berbentuk pilihan ganda dua tingkat yang terdiri dari 4 pilihan jawaban dan 4 pilihan alasan. Pilihan jawaban merupakan representasi makroskopik dan simbolik yang dikem-

bangkan melalui data primer percobaan dan pengamatan dalam kehidupan sehari-hari. Pilihan alasan merupakan representasi model sub-mikroskopis

yang dikembangkan berdasarkan kajian beberapa buku teks *General Chemistry*. Contoh pertanyaan dapat dilihat dalam Gambar 1.

Seorang siswa melarutkan sejumlah bubuk lilin, gula, garam dapur halus, dan tepung kanji masing masing ke dalam 100 ml air panas mendidih. Setelah beberapa saat siswa tersebut kemudian mengamati, ternyata ada perbedaan di antara keempat gelas tersebut. Menurut Anda, dari keempat gambar berikut manakah yang menggambarkan keadaan tepung kanji dalam air? :



Jawab :

- a. 1 b.2 c.3 d.4

Di antara pernyataan berikut yang dapat menjelaskan keadaan tepung kanji dalam air adalah:

1. Kanji tidak terdispersi dalam air panas sehingga berinteraksi dengan air dalam bentuk kumpulan partikel.
2. Kanji akan terlarut dalam air dan membentuk ion ionya.
3. Kanji akan terdispersi dalam air membentuk kumpulan partikel yang tidak terlalu besar.
4. Kanji akan terlarut dalam air dan membentuk molekul molekul.

Gambar 1. Contoh Pertanyaan dalam TDM-PMT-Koloid

Tabel 2. Koefisien *Cronbach Alpha* untuk TDM-PMT-Koloid

Konsep	Jumlah Butir Tes	<i>Cronbach Alpha</i>
Ciri Koloid	1	0,788
Jenis Koloid	2	0,607
Sifat Koloid	4	0,797
Proses Pembuatan Koloid	2	0,713
Total	10	0,782

TDM-PMT-Koloid telah dinyatakan valid dengan beberapa catatan perbaikan. Perbaikan yang dilakukan meliputi koreksi gambar yang disajikan cukup difokuskan pada konsep, tidak harus menyajikan semua partikel yang ada serta koreksi peristilahan yang lebih lazim.

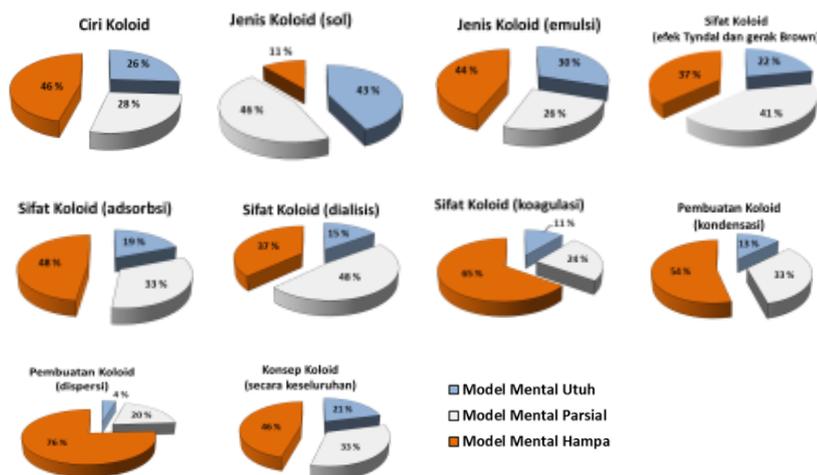
Uji reliabilitas instrumen TDMKS menggunakan metoda *Cronbach* dida-

pat-kan koefisien reliabilitas *Cronbach Alpha* sebesar 0,782 untuk seluruh pertanyaan dan antara 0,607 sampai dengan 0,797 untuk setiap konsep. Reliabilitas terendah pada konsep jenis koloid dan tertinggi pada sifat koloid. Hasil lengkap pada Tabel 2.

Hasil Ujicoba TDM-PMT-Koloid

Uji coba TDM-PMT-Koloid dilakukan untuk melihat kelayakan, yang meliputi aspek keterbacaan, kemudahan dimengerti, dan hasil tes. Hasil ujicoba menunjukkan seluruh responden me-

nyatakan butir pertanyaan mudah dibaca dan mudah dimengerti. Sedangkan dari aspek hasil tes, TDM-PMT-Koloid telah mampu mengungkap beragam tipe model mental siswa sebagaimana dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Tipe model mental siswa pada materi koloid berdasarkan TDM-PMT-Koloid

Model Mental Konsep Ciri Koloid

Pada konsep ciri koloid, siswa memiliki model mental utuh, parsial, dan hampa sebanyak 26%, 28%, dan 46% secara berurutan. Ketika disajikan fenomena pelarutan kanji dalam air panas, sebagian besar siswa belum mampu menjelaskan koloid yang terbentuk secara makroskopis dan tercacaukan dengan larutan dan suspensi. Siswa juga tidak memahami dengan baik partikel penyusun koloid karena tidak mampu membedakan ion, molekul, atau agregat molekul baik secara simbolik maupun sub-mikroskopis.

Model Mental Konsep Jenis Koloid

Pada konsep jenis koloid, siswa disajikan jenis koloid sol dan jenis koloid emulsi. Pada jenis koloid sol, sebanyak 43% siswa memiliki model mental utuh, 45% model mental parsial, dan 11% model mental hampa, sedangkan pada jenis koloid emulsi, sebanyak 30% siswa memiliki model mental utuh, 26% model mental parsial, dan 44% model mental hampa. Sebagian besar siswa mampu mengelompokkan fenomena koloid sol tetapi tidak mampu mengelompokkan fenomena koloid emulsi. Mereka umumnya mengalami kesulitan untuk menjelaskan bahwa gel dapat dibuat karena adanya sifat liofil diantara fasa pendis-

persi dengan zat terdispersi secara sub-mikros-kopis dan kesulitan menentukan ilustrasi yang tepat pada pembuatan gel secara simbolik.

Model Mental Konsep Sifat Koloid

Pada konsep sifat koloid, siswa dihadapkan pada pertanyaan terkait fenomena efek Tyndall, gerak Brown, adsorpsi, dia-lisis, dan koagulasi. Seperti dapat dilihat dalam Gambar 2, pada sifat efek Tyndall, gerak Brown, dan dialisis, sebagian besar siswa memiliki model mental parsial. Sedangkan pada sifat adsorpsi dan koagulasi, sebagian besar siswa memiliki model mental hampa. Pada fenomena efek Tyndal dan gerak Brown, siswa masih kesulitan menghubungkan antara fenomena makroskopis ‘cahaya matahari memasuki ruangan membentuk siluet garis yang terlihat lebih terang’ dengan ilustrasi secara simbolik maupun penjelasan secara submikroskopik. Pada sub konsep dialisis, adsorpsi, dan koagulasi, sebagian besar siswa memiliki pemahaman yang saling bertukar. Selain itu, mereka merasa kesulitan menjelaskan fenomena tersebut secara submikroskopis.

Model Mental Konsep Pembuatan Koloid

Sebagian besar siswa memiliki model mental hampa pada konsep proses pembuatan koloid. Dalam hal ini siswa tidak mampu menjelaskan pembuatan sol emas, baik secara kondensasi maupun dispersi pada ketiga level representasi.

Model Mental Konsep Pembuatan Koloid

Pada konsep koloid secara keseluruhan, siswa memiliki model mental utuh, parsial, dan hampa sebanyak 21%, 33%, dan 46% secara berurutan. Hal ini menunjukkan siswa belum mampu menjelaskan konsep-konsep koloid dalam tiga level representasi, baik level makroskopis, simbolik, maupun submikroskopik.

TDM-PMT-Koloid sudah memenuhi persyaratan untuk dijadikan sebagai alat mendiagnosis model mental siswa pada materi koloid. Analisis kedalaman dan keluasan materi koloid berdasarkan kurikulum yang berlaku dan buku teks *General Chemistry* telah menjamin bahwa TDM-PMT-Koloid yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria kesesuaian dengan kurikulum dan kebenaran konsep yang diujikan. Selain itu, TDM-PMT-Koloid sudah dinyatakan valid oleh ahli dan memiliki reliabilitas yang tinggi. Sementara alat evaluasi kimia dalam bentuk tes standar memiliki banyak keterbatasan seperti: fokus pada representasi simbolik, menilai pengetahuan definisi, kemampuan untuk mengingat fakta-fakta dan menerapkan algoritma untuk memecahkan masalah kimia .

Hasil ujicoba, walaupun bersifat terbatas, telah mampu menunjukkan TDM-PMT-Koloid memiliki kelayakan dalam aspek keterbacaan, kemudahan dimengerti, dan telah mampu mendiagnosis model mental siswa. Dalam konsep ciri, jenis, sifat, dan proses pembuatan koloid, siswa memiliki model mental yang beragam. Sebagian besar

belum mampu men-jelaskan da-lam tiga level representasi teru-tama level sub-mikroskopik.

Analisis lebih lanjut model mental siswa dapat digunakan untuk menemukan miskonsepsi, *troublesome knowledge*, dan *threshold concept* yang dialami. Hal ini sangat berguna untuk menentukan stra-tegi, media, dan bahan ajar yang akan digunakan dalam proses pembelajaran sehingga siswa dapat memiliki konsep yang utuh.

KESIMPULAN

TDM-PMT-Koloid terdiri dari 9 butir pertanyaan mencakup 4 sub konsep koloid yang meliputi empat

pilihan jawa-ban dan empat pilihan alasan memiliki validitas dan reliabilitas yang baik. TDM-PMT-Koloid memiliki kelayakan dalam aspek keterbacaan, kemudahan dimengerti, dan telah mam-pu mendiag-nosis model mental siswa dengan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Dijen Pendidikan Tinggi serta Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Pendidikan Indonesia yang telah banyak memberikan kontribusi dan dukungan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar

.DAFTAR RUJUKAN

- Candragasegaran A. L., Treagust D. F. and Mocerino M., (2007), "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 representations", *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8, 293-307.
- Cheung, D., (2011). Using Diagnostic Assessment To Help Teachers Understand The Chemistry Of The Lead-Acid Battery, *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 228-237
- Chittleborough, G.D., (2004). "Models and Modelling in Science Education Multiple Representations in Chemical Education". *Thesis Doctor* tidak dipublikasikan. Curtin University, Australia.
- Chiu M. H., (2007), "A National Survey Of Students' Conceptions Of Chemistry In Taiwan", *Int. J. Sci. Educ.*, 29, 421-452.
- Gabel D. L., (2003), Enhancing Conceptual Understanding Of Science, *Educ. Horizons*, 81, 70-76.
- Jansoon, N., Coll, R.K. & Somsook, E., (2009),"Understanding Mental Models Of Dilution In Thai Students". *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(2), pp. 147-168.

- McClary, L.M. and Bretz, S.L., (2012). "Development and Assessment Of A Diagnostic Tool To Identify Organic Chemistry Students' Alternative Conceptions Related To Acid Strength", *Int. J. Sci. Educ.*, 34(15), 2317-2341
- Nyachwaya, J.M., Mohamed, A.R., Roehrig, G.H., Wood, N.B., Kern, A.L., and Schneider, J.L., (2011). "The Development Of An Open-Ended Drawing Tool: An Alternative Diagnostic Tool For Assessing Students' Understanding Of The Particulate Nature Of Matter", *Chemistry Education Research and Practice*, 12, 121-132
- Othman J., Treagust D. F. and Chandrasegaran A. L., (2008). "An Investigation Into The Relationship Between Students' Conceptions Of The Particulate Nature Of Matter And Their Understanding Of Chemical Bonding", *Int. J. Sci. Educ.*, 30, 1531-1550
- Sukmadinata, N.S., (2009). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Talanquer, V., (2011). Macro, Submicro, And Symbolic : The Many Faces Of The Chemistry "Triplet". *Int. J. Sci. Educ.*, 33 (2), hlm.179-195.
- Tan K. C. D., Taber K. S., Liu X., Coll R. K., Lorenzo M., Li J., Goh N. K. and Chia L. S., (2008). "Students' conceptions of ionisation energy: a cross-cultural study", *Int. J. Sci. Educ.*, 30, 263-283.
- Treagust D. F., (1988). "The Development And Use Of Diagnostic Instruments To Evaluate Students' Misconceptions In Science", *Int. J. Sci. Educ.*, 10, 159-169.
- Treagust D. F., (1995). Diagnostic Assessment Of Students' Science Concepts, in S. Glynn and R. Duit (eds.), *Learning science in the schools: research reforming practice*, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 327-346.
- Treagust D. F., (2006). "Diagnostic Assessment In Science As Means To Improving Teaching, Learning And Retention", *Symposium proceedings: assessment in science teaching and learning*, UniServe Science, Sydney, Australia, 1-9.
- Wang, C.Y., (2007). "The Role Of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models In General Chemistry Students' Understanding About Molecular Polarity". *Disertasi*. University of Missouri, Missouri.