

**PROFIL MODEL MENTAL SISWA PADA KONSEP PENURUNAN TITIK  
BEKU SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN BERDASARKAN TES  
DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *INTERVIEW ABOUT EVENT*  
(TDM-IAE)**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan  
pada Program Studi Pendidikan Kimia



oleh  
Dyah Oktafiawati  
1701780

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2021**

PROFIL MODEL MENTAL SISWA PADA KONSEP PENURUNAN TITIK  
BEKU SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN BERDASARKAN TES  
DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *INTERVIEW ABOUT EVENT*  
(TDM-IAE)

Oleh  
Dyah Oktafiawati

Sebuah Skripsi yang diajukan untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia

© Dyah Oktafiawati 2021  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Desember 2021

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.  
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

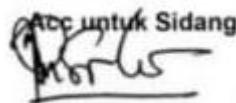
## LEMBAR PENGESAHAN

DYAH OKTAFIAWATI

PROFIL MODEL MENTAL SISWA PADA KONSEP PENURUNAN TITIK BEKU SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN BERDASARKAN TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *INTERVIEW ABOUT EVENT*  
(TDM-IAE)

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. H. Wiji, M.Si.

NIP. 197204302001121001

Pembimbing II

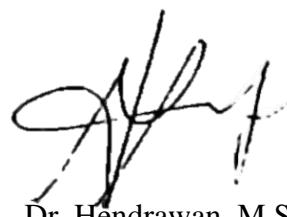


Dr. Tuszie Widhiyanti, M.Pd., Ph.D.

NIP. 198108192008012014

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

Dyah Oktafiawati, 2021

PROFIL MODEL MENTAL SISWA PADA KONSEP PENURUNAN TITIK BEKU SEBAGAI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN BERDASARKAN TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *INTERVIEW ABOUT EVENT* (TDM-IAE)

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Profil Model Mental Siswa pada Konsep Penurunan Titik Beku sebagai Sifat Koligatif Larutan berdasarkan Tes Diagnostik Model Mental *Interview About Event* (TDM-IAE)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Desember 2021  
Yang membuat pernyataan



**Dyah Oktafiawati**  
NIM. 1701780

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Profil Model Mental Siswa pada Konsep Penurunan Titik Beku sebagai Sifat Koligatif Larutan berdasarkan Tes Diagnostik Model Mental *Interview About Event (TDM-IAE)*”. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, kepada para sahabatnya, dan semoga sampai kepada kita semua umatnya.

Dalam proses penulisan dan penelitian skripsi ini terdapat berbagai hambatan yang dialami oleh penulis, salah satunya terjadi pandemi covid-19 yang melanda Indonesia bahkan dunia, sehingga seluruh aktivitas pendidikan dilakukan secara daring. Namun, berkat bantuan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini merupakan karya terbaik yang dapat penulis berikan. Penulis menyadari dalam pembuatan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan, sehingga kedepannya penulis dapat menjadi lebih baik. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca pada uumnya.

Bandung, Desember 2021

penulis

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, dorongan dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Wiji, M.Si. selaku dosen pembimbing I dan ibu Dr. Tuszie Widhiyanti, M.Pd.,Ph.D. selaku dosem pembimbing II yang senantiasa sabar dan selalu memberikan arahan, bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si. selaku Ketua Departemen Pendidikan Kimia yang telah memberikan kesempatan dan memberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Dr. Sri Mulyani, M.Si. selaku Ketua Prodi Pendidikan Kimia yang telah memberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Drs. Hokcu Suhanda, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik atas bimbingan serta arahan yang telah diberikan.
5. Seluruh dosen, laboran, dan staf tata usaha departemen pendidikan kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan ilmu selama perkuliahan.
6. Kepala sekolah serta guru kimia SMAN 1 Cilimus yang telah membantu dalam penelitian untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Siswa-siswi kelas XII IPA SMAN 1 Cilimus yang telah meluangkan waktunya untuk menjadi partisipan pada penelitian ini.
8. Kedua orang tua dan uwa penulis Ibu Nani Sunarni tercinta yang telah memberikan banyak doa, dukungan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.

Semoga seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh balasan yang berlipat dari Allah SWT.

## ABSTRAK

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh gambaran profil model mental siswa pada konsep penurunan titik beku sebagai sifat koligatif larutan berdasarkan tes diagnostik model mental interview about event. Partisipan penelitian terdiri dari tujuh siswa kelas XII dari salah satu SMA Negeri di Kabupaten Kuningan dengan tiga kemampuan akademik yang berbeda, diantaranya dua siswa dengan kemampuan tinggi, tiga siswa dengan kemampuan sedang, dan dua siswa dengan kemampuan rendah. Metode yang digunakan pada penelitian adalah kualitatif dengan analisis deskriptif dengan menggunakan instrumen penelitian Tes Diagnostik Model Mental *Interview About Event* (TDM-IAE). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa, siswa 2, 4, 5, 6, dan 7 dapat menjawab benar dengan *probing*, sedangkan siswa 1 dan 3 menjawab benar sebagian dengan *probing* pada konsep titik beku larutan elektrolit dan nonelektrolit. Pada saat menjelaskan konsep penurunan titik beku larutan nonelektrolit, siswa 1, 2, 5, dan 7 menjawab benar dengan *probing* sedangkan siswa 3, 4 dan 6 menjawab benar sebagian dengan *probing*. Pada analisis penurunan titik beku larutan nonelektrolit sebagai sifat koligatif larutan, siswa 2 dan 3 menjawab benar dengan pertanyaan *probing* sedangkan siswa 1, 4, 5, 6, dan 7 menjawab benar sebagian dengan *probing*. Selanjutnya pada konsep penurunan titik beku larutan elektrolit, siswa 1 menjawab benar dengan *probing* sedangkan siswa 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 menjawab benar sebagian dengan *probing*. pada analisis penurunan titik beku sebagai sifat koligatif larutan seluruh siswa menjawab benar sebagian dengan *probing* dan pada konsep perbedaan sifat koligatif larutan elektrolit dan nonelektrolit seluruh siswa menjawab benar sebagian dengan *probing* dan terdapat miskonsepsi pada konsep ini. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh siswa memiliki pemahaman parsial dengan miskonsepsi pada konsep tertentu pada submateri penurunan titik beku sebagai sifat koligatif larutan..

**Kata kunci :** Profil model mental, tes diagnostik, *interview about event* (IAE), TDM-IAE, titik beku, penurunan titik beku, konsep penurunan titik beku sebagai sifat koligatif larutan.

## ABSTRACT

This study aims to obtain a profile of students' mental models on the concept of freezing point depression as a colligative property of a solution based on a diagnostic test interview about event. The participants of this research consisted of seven grade XII students from one of the public high schools in Kuningan Regency with three different academic abilities, including two students with high ability, three students with medium ability, and two students with low ability. The method used in this research is qualitative with descriptive analysis using the research Instruments Diagnostic Test Model Mental Interview About Event (TDM-IAE). Based on the results showed that students 2, 4, 5, 6, and 7 were able to give the right answer with the probing questions, that students 1 dan 3 were able to give the partial right answer with probing questions on the concept of freezing point of electrolyte and nonelectrolyte solutions. On the concept of freezing point depression of nonelectrolyte solutions, students 1, 2, 5, and 7 were able to give the right answer with the probing questions, that students 3, 4, and 6 were able to give the partial right answer with probing questions. In the analysis of the freezing point depression of the nonelectrolyte solutions as a colligative property of a solutions, students 2 and 3 were able to give the right answer with the probing questions, that students 1, 4, 5, 6, and 7 were able to give the partial right answer with probing questions. Than the concept of freezing point depression of electrolyte solutions, students 1 were able to give the right answer with the probing questions, that students 2, 3, 4, 5, 6, and 7 were able to give the partial right answer with probing questions. On analysis of the freezing point depression of the electrolyte solutions as a colligative property of a solutions, all students were able to give the partial right answer with probing questions and on the concept of the difference in colligative properties of electrolyte and nonelectrolyte solutions, all students were able to give the partial right answer with probing questions and there were misconceptions about this concept. The results showed that all students' had a partial understanding with a specific misconceptions on certain concepts in the submaterial of freezing point depression as a colligative property of a solutions.

**Key words :** Mental model profile, diagnostic test, interview abour event (IAE), TDM-IAE, freezing ponit, freezing point depression, freezing point depression as a colligative property of solution.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	i
<b>UCAPAN TERIMA KASIH .....</b>	ii
<b>ABSTRAK .....</b>	iii
<b>ABSTRACT .....</b>	iv
<b>DAFTAR ISI.....</b>	v
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	5
1.3    Batasan Masalah .....	6
1.4    Tujuan Penelitian .....	6
1.5    Manfaat Penelitian .....	6
1.6    Struktur Organisasi Skripsi .....	6
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA.....</b>	8
2.1    Teori Profil Model Mental .....	8
2.2    Tes Diagnostik Model Mental <i>Interview About Event (IAE)</i> .....	14
2.3    Penurunan Titik Beku Larutan.....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	28
3.1    Desain dan Metode Penelitian.....	28
3.2    Lokasi dan Subjek Penelitian.....	28
3.3    Prosedur Penelitian .....	29
3.4    Instrumen Penelitian .....	32
3.5    Proses Pengembangan Instrumen.....	32
3.6    Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.7    Teknik Pengolahan Data .....	35
<b>BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	42
4.1    Temuan .....	42
4.1.1    Profil Model Mental Pada Siswa Berkemampuan Tinggi.....	42

4.1.2	Profil Model Mental Pada Siswa Berkemampuan Sedang.....	66
4.1.3	Profil Model Mental Pada Siswa Berkemampuan Rendah .....	92
4.2	Pembahasan.....	115
<b>BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI .....</b>		122
5.1	Simpulan .....	122
5.2	Implikasi .....	123
5.3	Rekomendasi.....	124
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		125
<b>LAMPIRAN.....</b>		131

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Instrumen yang digunakan untuk meneliti model mental .....	17
Tabel 2. 2 Tetapan penurunan titik beku molal ( $K_f$ ) beberapa pelarut.....	23
Tabel 2. 3 Nilai penyimpangan Faktor Van't Hoff beberapa garam pada suhu 25°C.....	27
Tabel 3. 1 Keterangan Gambar .....	40
Tabel 3. 2 Tipe Model Mental Siswa.....	40
Tabel 4. 1 Hasil Interpretasi Jawaban Siswa Berkemampuan Tinggi.....	44
Tabel 4. 2 Hasil Interpretasi Jawaban Siswa Berkemampuan Sedang.....	67
Tabel 4. 3 Hasil Interpretasi Jawaban Siswa Berkemampuan Rendah .....	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan ketiga level representasi.....	12
Gambar 2. 2 Hubungan Model Mental dengan Tiga Level Representasi .....	13
Gambar 2. 3 Tekanan uap pelarut di atas larutan encer, dibandingkan dengan yang berada di atas pelarut murni dan pelarut padat. ditunjukan juga penurunan titik beku dari $T_f$ ke $T'_f$ ' .....	22
Gambar 2. 4 Asosiasi ion-ion garam dalam larutan.....	27
 Gambar 3. 1 Alur Penelitian .....	31
 Gambar 4. 1 Contoh Transkripsi Jawaban Siswa Berkemampuan Tinggi Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	43
Gambar 4. 2 Profil Model Mental Siswa 1 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	63
Gambar 4. 3 Profil Model Mental Siswa 2 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	65
Gambar 4. 4 Contoh Transkripsi Jawaban Siswa Berkemampuan Sedang Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	66
Gambar 4. 5 Profil Model Mental Siswa 3 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	87
Gambar 4. 6 Profil Model Mental Siswa 4 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	89
Gambar 4. 7 Profil Model Mental Siswa 5 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	91
Gambar 4. 8 Contoh Transkripsi Jawaban Siswa Berkemampuan Rendah Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	92
Gambar 4. 9 Profil Model Mental Siswa 6 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	112
Gambar 4. 10 Profil Model Mental Siswa 7 Pada Konsep Penurunan Titik Beku Sebagai Sifat Koligatif Larutan .....	114

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran. 1 Analisis Kompetensi Dasar .....	132
Lampiran. 2 Transkripsi Hasil Wawancara.....	136
Lampiran. 3 Surat Perizinan Penelitian.....	160
Lampiran. 4 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian .....	161

## DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 31(2), 147-165.
- Appleby, J., Samuels, P., & Treasure-Jones, T. (1997). Diagnosys—A knowledge-based diagnostic test of basic mathematical skills. *Computers & Education*, 28(2), 113-131.
- Arifin, M. dkk. (2002). Startegi Belajar Mengajar Kimia. Bandung: Jurusan Pendidikan Kimia UPI.
- Bayrak, B.K. (2013). Using Two Tier Test to Identify Primary Students' Conceptual Understanding an Alternative Conceptions in Acid Base. *Mevlana International Journal of Education (MIJE)*. Vol. 3 no.2 (2013), 19- 26.
- Bonello, M. (2008). *Sixth grade students' mental models of physical education concepts: A framework theory perspective* (Doctoral dissertation).
- Brown, T. L. dkk. (2012). Chemistry The Central Science. Glenview: Pearson Prentice Hall.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & 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 representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3), 293-307.
- Chang, Raymond. (2010). *Chemistry 10th Edition*. New York : McGraw-Hill
- Childs, P. E., & Sheehan, M. (2009). What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 204-218.
- Chittleborough, G. (2004). *The role of teaching models and chemical representations in developing students' mental models of chemical phenomena* (Doctoral dissertation, Curtin University).

- 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 & Technological Education*, 23(2), 195-212.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2002). Constraints to the development of first year university chemistry students' mental models of chemical phenomena. *Focusing on the student*, 43-50.
- Cin, M. (2013). Undergraduate Students' Mental Models of Hailstone Formation. *International Journal of Environmental and Science Education*, 8(1), 163-174.
- Çokadar, H. U. L. U. S. I. (2010). First year prospective teachers' perceptions of chemical solution types and solubility. *Asian Journal of Chemistry*, 22(1), 137-147.
- Coll, R. K. (2008). Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 5(1).
- Corter, J. E. (1995). Using clustering methods to explore the structure of diagnostic tests. *Cognitively diagnostic assessment*, 305-326.
- Departemen Pendidikan Nasional. (2007). Tes Diagnostik. Jakarta: Depdiknas
- Devetak, I., & Glažar, S. A. (2010). The Influence of 16-year-old Students' Gender, Mental Abilities, and Motivation on their Reading and Drawing Submicrorepresentations Achievements. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1561-1593.
- Fraenkel, J.R. & Wallen, N.E. (2009). How to Design and Evaluate Research in Education 7th Edition. New-York : McGraw-Hill.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 1-8). Springer, Dordrecht.
- Grenier, R. S., & Dudzinska-Przesmitzki, D. (2015). A conceptual model for eliciting mental models using a composite methodology. *Human Resource Development Review*, 14(2), 163-184.

- Handayanti, Y., Setiabudi, A., & Nahadi, N. (2015). Analisis profil model mental siswa SMA pada materi laju reaksi. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 1(1), 107-122.
- 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.
- Jaber, L. Z., & BouJaoude, S. (2012). A macro–micro–symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998.
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 147-168.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia. *Arti Kata Profil*. [online]. Diakses dari : <https://kbbi.kemdikbud.go.id/entri/profil>
- Khasannah, W. L. (2015). *PENGEMBANGAN TES DIAGNOSTIK TWO-TIER MULTIPLE CHOICE UNTUK MENGIDENTIFIKASI MISKONSEPSI SISWA KELAS XII PADA MATERI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia).
- Körhasan, N. D., & Wang, L. (2016). Students' mental models of atomic spectra. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 743-755.
- Luoga, N. E., Ndunguru, P. A., & Mkoma, S. L. (2013). High school students' misconceptions about colligative properties in chemistry. *TajONAS: Tanzania Journal of Natural and Applied Sciences*, 4(1), 575-581.
- Mackey, A., & Gass, S. M. (2015). *Second language research: Methodology and design*. Routledge.
- Magthwi, A. A. A. (2015). The Effectiveness of Probing Questions Strategy in The Development of Thinking Skills in The Islamic Education Courses Using a Sample of Intermediate School Students in Riyadh. European Scientific Journal, 2, 136-151.
- Mandasari, Y. (2014). Penerapan Teknik Probing-Prompting Dalam Pembelajaran Matematika Siswa Kelas VIII MTSN Lubuk Buaya Padang. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1).

- Milenković, D. D., Segedinac, M. D., & Hrin, T. N. (2014). Increasing high school students' chemistry performance and reducing cognitive load through an instructional strategy based on the interaction of multiple levels of knowledge representation. *Journal of Chemical Education*, 91(9), 1409-1416.
- Mulyani, S., Liliyansari, L., & Wiji, W. (2015). Model Mental Calon Guru Kimia Mengenai Sifat Koligatif Larutan Melalui Pembelajaran Berbasis TIK. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 3(2), 123-132.
- Nahadi & Harry, F. (2019). *Assesmen Pembelajaran Kimia*. Bandung : UPI Press
- Nakhleh, M. B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of chemical education*, 69(3), 191.
- Oxtoby, D.W., Gillis, H. P., & Butler, L. J. (2015). *Principles of modern chemistry*. Cengage learning.
- Pinarbasi, T., Sozbilir, M., & Canpolat, N. (2009). Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(4), 273-280.
- Ramnarain, U., & Joseph, A. (2012). Learning difficulties experienced by grade 12 South African students in the chemical representation of phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 462-470.
- Safitri, N. C., Nursaadah, E., & Wijayanti, I. E. (2019). Analisis multipel representasi kimia siswa pada konsep laju reaksi. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(1), 1-12.
- Silberberg, Martin. S. (2010). *Principles Of General Chemistry Second Edition*. New York : McGraw-Hill
- Stojanovska, M., Petruševski, V. M., & Šoptrajanov, B. (2017). Study of the use of the three levels of thinking and representation. *Contributions, Section of Natural, Mathematical and Biotechnical Sciences*, 35(1).
- Sunarya, Yayan. (2012). *Kimia Dasar 2 : Berdasarkan Prinsip-Prinsip Kimia Terkini*. Bandung : CV Yrama Widya

- Sunarya, Y. & Setiabudi, A. (2009). *Mudah dan Aktif Belajar Kimia untuk Kelas XII*. Jakarta : Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Tan, K. C. D. (2000). *Development & application of a diagnostic instrument to evaluate secondary students' conceptions of qualitative analysis* (Doctoral dissertation, Curtin University of Technology).
- Tan, K. C. (2000). Development and Application of A Diagnostic Instrument to Evaluate Secondary Students' Conceptions of Qualitative Analysis. (Disertasi). Curtin University of Technology, Australia.
- Tan, K. C. D., & Treagust, D. F. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Tümay, H. (2014). Prospective chemistry teachers' mental models of vapor pressure. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 366-379.
- Wang, C. Y. (2007). *The role of mental-modeling ability, content knowledge, and mental models in general chemistry students' understanding about molecular polarity* (Doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia).
- Wiji. (2013). “Pengembangan Desain Perkuliahan Kimia Sekolah Berbasis Model Mental Untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Subyek Mahasiswa Calon Guru Kimia” Disertasi Doktor Kependidikan dalam Bidang Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam. UPI : tidak diterbitkan
- Wiji, W., Liliyansari, L., & Mulyani, S. (2014). Implementasi Model Pembelajaran Berbasis TIK untuk Mengembangkan Model Mental Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Gaya Antar Partikel. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 2(2), 145-153.
- Whitten, K., dkk. (2014). *Chemistry, Tenth Edition*. USA : Mary Finch

- Yakina, Y., Kurniati, T., & Fadhilah, R. (2017). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Kimia Kelas X DI SMA Negeri 1 Sungai Ambawang. *Jurnal Ilmiah Ar-Razi*, 5(2).
- Yuwono, A. (2010). *Profil siswa SMA dalam memecahkan masalah matematika ditinjau dari tipe kepribadian* (Doctoral dissertation, UNS (Sebelas Maret University)).