

**ANALISIS KONSEPSI, *TROUBLESOME KNOWLEDGE*, DAN
THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA
MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *TWO-TIER* (TDM
TWO-TIER) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA**

TESIS

*diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister
Pendidikan Kimia*



Yuli Andriani

NIM 1802818

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2021

Yuli Andriani, 2021

**ANALISIS KONSEPSI, *TROUBLESOME KNOWLEDGE*, DAN *THRESHOLD CONCEPT* MAHASISWA
CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *TWO-TIER* (TDM *TWO-TIER*)
PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**ANALISIS KONSEPSI, *TROUBLESOME KNOWLEDGE*, DAN
THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA
MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *TWO-TIER* (TDM
TWO-TIER) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA**

Oleh

Yuli Andriani

S.Pd. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2017

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Pendidikan (M.Pd.) pada Program Studi Pendidikan Kimia

©Yuli Andriani 2021

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2021

Hak Cipta dilindungi undang-undang,

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

YULI ANDRIANI

**ANALISIS KONSEPSI, *TROUBLESOME KNOWLEDGE*, DAN
THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA
MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL *TWO-TIER* (TDM
TWO-TIER) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Sri Mulyani, M.Si.
NIP.196111151986012001

Pembimbing II



Dr. Wiji, M.Si.
NIP. 197204302401121001

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Pendidikan Kimia**



Dr. Hendrawan, M.Si.
NIP. 196309111989011001

PERNYATAAN KEASLIAAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuli Andriani

NIM : 1802818

Program Studi : Magister Pendidikan Kimia Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia

Dengan ini menyatakan bahwa tesis dengan judul **“Analisis Konsepsi, Troublesome Knowledge, dan Threshold Concept Mahasiswa Calon Guru Kimia Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Two-Tier (TDM Two-Tier) pada Materi Keseimbangan Kimia”** beserta seluruh isinya adalah benar-benar hasil karya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan dan 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 pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2021

Yang membuat pernyataan,



Yuli Andriani

NIM 1802818

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbil'alamin*. Segala puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Kuasa, karena atas rahmat dan izin-Nya penulisan tesis dengan judul “**Analisis Konsepsi, Troublesome Knowledge, dan Threshold Concept Mahasiswa Calon Guru Kimia Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Two-Tier (TDM Two-Tier) pada Materi Keseimbangan Kimia**” ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini disusun sebagai tugas akhir yang menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Kimia pada Program Studi Pendidikan Kimia Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulisan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik berkat bantuan dari berbagai pihak. Penulis menyadari adanya kekurangan dalam penulisan tesis ini yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi penulisan yang lebih baik di masa depan. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat tidak hanya bagi penulis, namun juga bagi pembaca pada umumnya.

Bandung, Agustus 2021
Penulis,

Yuli Andriani

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis yang berjudul “Analisis Konsepsi, *Troublesome Knowledge*, dan *Threshold Concept* Mahasiswa Calon Guru Kimia Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental *Two-Tier* (TDM *Two-Tier*) pada Materi Kesetimbangan Kimia”. Penulisan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia (S2) Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada orang tua tercinta yaitu Ibu Rohani dan Bapak Jamhari, serta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan doa dan menyemangati dengan penuh keikhlasan. Selain itu penghargaan dan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Sri Mulyani, M.Si selaku pembimbing I sekaligus pembimbing akademik yang telah bersedia dan ikhlas meluangkan waktu, menyumbangkan ide dan tenaga untuk membimbing dan memotivasi selama penulisan tesis sehingga tesis ini menjadi lebih baik.
2. Bapak Dr. Wiji, M.Si. selaku pembimbing II yang telah bersedia dan ikhlas meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan sumbangan pemikiran, kritik, dan saran kepada penulis demi terselesaikannya tesis ini.
3. Ibu Dr. Heli Siti Halimatul Munawaroh, M.Si., Ibu Dr. Soja Siti Fatimah, S.Si., M.Si, dan Ibu Galuh Yuliani, M.Si., Ph.D. yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memvalidasi instrumen penelitian ini.
4. Bapak Dr. rer.nat. Ahmad Mudzakir, M.Si. dan Ibu Tuszie Widhiyanti, M.Pd., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan.

5. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si. selaku ketua Program Studi S2 Pendidikan Kimia, Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan banyak bantuan selama masa studi.
6. Ibu Dr. Hernani, M.Si. selaku Sekretaris Program Studi S2 Pendidikan Kimia, Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan banyak bantuan selama masa studi.
7. Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Kimia, Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis.
8. Teman-teman mahasiswa yang bersedia menjadi yang partisipan dan telah membantu terlaksananya penelitian dalam penulisan tesis ini.
9. Teman-teman mahasiswa Pascasarjana Program Studi Pendidikan Kimia (S2) 2018 yang telah berjuang bersama.
10. Teman-teman, sahabat dan seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang tak luput menghanturkan doa, memberikan semangat serta bantuan dalam penyelesaian tesis.

Semoga dengan bantuan dan dukungan yang telah diberikan baik berupa moril ataupun materil mendapat balasan pahala di sisi Allah *Subhaanahu wa ta'ala*. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki kekurangan, sehingga diharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan karya selanjutnya dan semoga tesis ini bermanfaat. *Barakallahu fiikum*. Semoga Allah *Subhaanahu wa ta'ala* meridhoi dan membalas kebaikan yang telah dilakukan dengan kebaikan pula.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsepsi, *troublesome knowledge* dan *threshold concept* pada materi kesetimbangan kimia menggunakan tes diagnostik model mental *two-tier* (TDM *two-tier*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi kasus dengan pendekatan kualitatif. Partisipan dalam penelitian ini adalah 45 mahasiswa calon guru kimia dari salah satu universitas negeri di Bandung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dalam mengaitkan ketiga level representasi kimia untuk memahami konsep masih rendah serta mahasiswa memiliki banyak miskonsepsi. Miskonsepsi yang ditemukan dalam penelitian ini diantaranya reaksi kesetimbangan bersifat statis, pada saat setimbang konsentrasi reaktan dan produk sama, pada saat setimbang laju reaksi maju dan reaksi balik sama tetapi tidak konstan, kesetimbangan hanya dapat dicapai dari sisi campuran reaktan dan produk, serta nilai tetapan kesetimbangan bergantung jumlah reaktan dan produk. *Troublesome knowledge* pada materi kesetimbangan kimia diantaranya konsep perubahan konsentrasi terhadap waktu dari keadaan awal hingga keadaan setimbang, konsep perubahan laju reaksi maju dan reaksi balik terhadap waktu pada keadaan awal hingga keadaan setimbang, dan konsep kesetimbangan dapat dicapai dari sisi reaktan, produk, dan campuran reaktan dan produk. *Threshold concept* pada materi kesetimbangan kimia adalah konsep sifat dinamis dari reaksi kesetimbangan dan konsep hubungan Q_c dan K_c dalam menentukan konsentrasi reaktan dan produk pada keadaan setimbang.

Kata Kunci: konsepsi, *troublesome knowledge*, *threshold concept*, tes diagnostik model mental *two-tier*, dan kesetimbangan kimia.

ABSTRACT

This study aims to find out conception, troublesome knowledge and threshold concept on chemical equilibrium using a two-tier mental model diagnostic test. Case study method used in this study with qualitative approach. Participants are 45 prospective chemistry teachers in one of state university in Bandung. The result showed that prospective chemistry teachers's ability to move across the three levels of chemistry is low and they held many misconceptions. The misconception findings in this research such as the equilibrium reaction is static, at equilibrium concentrations of reactants and products are same, forward reaction rate and reverse reaction rate are same but not constant at the equilibrium, the equilibrium can be reached by starting with only mixture of reactants and products, and the numerical value of K changes with amounts of reactants or products present. *Troublesome knowledge* on chemical equilibrium such as the change in concentration of reactants and product with time, the change in rate of forward reaction and reverse reaction with time, and the equilibrium can be reached starting with only reactants, with only product, or with any mixture of reactants and products. *Threshold concept* on chemical equilibrium are the dynamic nature of equilibrium and the relationship between Q_c dan K_c for calculating equilibrium concentrations.

Keywords: conception, troublesome knowledge, threshold concept, two-tier mental model diagnostic test, and chemical equilibrium.

DAFTAR ISI

LEMBAR HAK CIPTA.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	6
1.3 Pembatasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Penjelasan Istilah.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
2.1 Model Mental	8
2.2 Konsepsi.....	11
2.3 <i>Troublesome Knowledge</i>	14
2.4 <i>Threshold Concept</i>	15
2.5 Tes Diagnostik Model Mental <i>Two-Tier</i> (TDM <i>Two-Tier</i>)	18

2.6 Tinjauan terhadap Materi Keseimbangan Kimia	19
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Desain Penelitian	31
3.2 Partisipan dan Tempat Penelitian	32
3.3 Tahapan Penelitian	33
3.4 Instrumen Penelitian	36
3.5 Proses Pengembangan Instrumen	36
3.6 Teknik Pengumpulan Data	46
3.7 Teknik Analisis Data	46
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Konsepsi Mahasiswa pada Materi Keseimbangan Kimia	51
4.2 <i>Troublesome Knowledge</i> Materi Keseimbangan Kimia.....	90
4.3 <i>Threshold Concept</i> Materi Keseimbangan Kimia	97
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....	105
5.1 Simpulan.....	105
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Klasifikasi Derajat Reliabilitas.....	45
Tabel 3.2	Pengelompokkan Tipe Jawaban serta Pelabelan Konsepsi dan Tipe Model Mental.....	47
Tabel 3.3	Analisis <i>Troublesome Knowledge</i>	48
Tabel 3.4	Analisis <i>Threshold Concept</i> dari Konsep- Konsep <i>Troublesome Knowledge</i>	49
Tabel 4.1	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Sifat Dinamis dari Reaksi Keseimbangan.....	53
Tabel 4.2	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Keberadaan Reaktan dan Produk pada Keadaan Setimbang.....	56
Tabel 4.3	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Perubahan Konsentrasi terhadap Waktu pada Keadaan Awal hingga Keadaan Setimbang.....	60
Tabel 4.4	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Perubahan Laju Reaksi Maju dan Reaksi Balik terhadap Waktu pada Keadaan Awal hingga Keadaan Setimbang.....	64
Tabel 4.5	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Keseimbangan dapat Dicapai dari Sisi Reaktan, Produk dan Campuran Reaktan dan Produk.....	67
Tabel 4.6	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Keseimbangan Konsentrasi (K_c).....	70
Tabel 4.7	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Hubungan Tetapan Keseimbangan Tekanan (K_p) dan Tetapan Keseimbangan Konsentrasi (K_c).....	73
Tabel 4.8	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Hubungan Q_c dengan K_c dalam Menghitung Konsentrasi Reaktan dan Produk pada Saat Setimbang.....	76

Tabel 4.9	Distribusi Jawaban Mahasiswa untuk Konsep Tetapan Kesetimbangan Suatu Reaksi Hanya Bergantung Suhu.....	79
Tabel 4.10	Miskonsepsi pada Materi Kesetimbangan Kimia.....	81
Tabel 4.11	Persentase Miskonsepsi pada Konsep-Konsep Materi Kesetimbangan Kimia	91
Tabel 4.12	Analisis <i>Troublesome Knowledge</i> pada Materi Kesetimbangan Kimia	92
Tabel 4.13	Analisis <i>Threshold Concept</i> dari Konsep-Konsep <i>Troublesome Knowledge</i>	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Keterkaitan Representasi Kimia dalam Pembentukan Model Mental.....	9
Gambar 2.2	Skema Representasi Rangkaian Model Mental.....	10
Gambar 2.3	Skema Sederhana dari Hubungan <i>Threshold Concept</i> dan Pembelajaran	17
Gambar 2.4	Dekomposisi Dinitrogen Tetraoksida (N_2O_4) untuk Menghasilkan Nitrogen Dioksida (NO_2).....	21
Gambar 2.5	Proses Tercapainya Kestimbangan Kimia yang Dimulai dari NO_2	22
Gambar 2.6	Perubahan Konsentrasi NO_2 dan N_2O_4 Seiring Waktu.....	23
Gambar 2.7.	Dekomposisi $CaCO_3$ menjadi CaO dan CO_2	28
Gambar 2.8.	Nilai Tetapan Kestimbangan	29
Gambar 2.9	Arah Reaksi berdasarkan Perbandingan Q_C dengan K_C	30
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	35
Gambar 3.2	Fenomena Sifat Dinamis Sistem Kestimbangan NO_2 - N_2O_4 pada Wacana 1	39
Gambar 3.3	Fenomena Reaksi Kestimbangan Gas NO_2 - N_2O_4 pada Wacana 2.....	41
Gambar 4.1	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Sifat Dinamis dari Reaksi Kestimbangan	82
Gambar 4.2	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Keberadaan Reaktan dan Produk pada Keadaan Setimbang	83
Gambar 4.3	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Perubahan Konsentrasi terhadap Waktu pada Keadaan Awal hingga Keadaan Setimbang	83

Gambar 4.4	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Perubahan Laju Reaksi Maju dan Reaksi Balik terhadap Waktu pada Keadaan Awal hingga Keadaan Setimbang.....	84
Gambar 4.5	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Kesetimbangan dapat Dicapai dari Sisi Reaktan, Produk dan Campuran Reaktan dan Produk.....	85
Gambar 4.6	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Kesetimbangan Konsentrasi (K_c).....	85
Gambar 4.7	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Hubungan Tetapan Kesetimbangan Tekanan (K_p) dan Tetapan Kesetimbangan Konsentrasi (K_c).....	86
Gambar 4.8	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Hubungan Q_c dengan K_c dalam Menghitung Konsentrasi Reaktan dan Produk Pada Saat Setimbang	87
Gambar 4.9	Distribusi Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Calon Guru Kimia pada Konsep Tetapan Kesetimbangan Suatu Reaksi Hanya Bergantung Suhu.....	87
Gambar 4.10	Konsepsi Target dan Konsepsi Mahasiswa pada Sub Materi Kesetimbangan Dinamis	99
Gambar 4.11	Konsepsi Target dan Konsepsi Mahasiswa pada Sub Materi Tetapan Kesetimbangan.....	101

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Rangkuman Hasil Validasi Instrumen TDM <i>Two-Tier</i> Materi Kesetimbangan Kimia.....	115
Lampiran 2	Rekapitulasi Jawaban Mahasiswa Pada Uji Coba dan Hasil Uji Reliabilitas.....	141
Lampiran 3	Soal Instrumen TDM <i>Two-Tier</i> untuk Mengidentifikasi Konsepsi, <i>Troublesome Knowledge</i> dan <i>Threshold Concept</i> pada Materi Kesetimbangan Kimia.....	143
Lampiran 4	Rekapitulasi Jawaban Mahasiswa	161
Lampiran 5	Kunci Determinasi TDM <i>Two-Tier</i> Kesetimbangan Kimia	163

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, M.R., & Williamson, V. M. (1994). A Cross-Age Study of Five Chemistry Concept. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 147-165. doi: <https://doi.org/10.1002/tea.3660310206>.
- Agista, C. (2018). *Profil Model Mental Siswa SMA Pada Materi Kesetimbangan Kimia dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Interview About Event (TDM-IAE)*. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Andriani, Y., dkk. (2021). Misconceptions and Troublesome Knowledge on Chemical Equilibrium. *Journal of Physics: Conf. Series* 1806 012184. doi:10.1088/1742-6596/1806/1/012184
- Arikunto, S. (2010). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Bampton, M. (2012). Addressing Misconceptions, Threshold Concepts, and Troublesome Knowledge In GIScience Education. *Teaching Geographic Information Science and Technology in Higher Education*. D J Unwin, K E Foote, N J Tate, and D DiBiase (ed). New York: John Wiley & Sons (8), 117-132
- Barke, H.D., dkk. (2008). *Misconceptions in Chemistry*. German: Springer.
- Bergquist, W & Heikkinen, H. (1990). Students Ideas Regarding Chemical Equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67 (12), 1000 -1003. doi: 10.1021/ed067p1000
- Bilgin, I., Uzuntiryaki, E., & Geban, O. (2003). Students' Misconceptions on the Concept of Chemical Equilibrium. *Education and Science*, 28 (27), 10-17.
- Bonello, M. (2008). Sixth Grade Students' Mental Models of Physical Education Concept: A Framework Theory Perspective. (Dissertation). University of Maryland, College Park.
- Brandriet A. R., Bretz. S. L, (2014). Measuring Meta-Ignorance Through the Lens of Confidence: examining Students' Redox Misconceptions About Oxidation Numbers, Charge, and Electron Transfer. *Chem. Educ. Res. Pract.* doi: <http://dx.doi.org/10.1039/C4RP00129J>
- Brown, T.L., dkk. (2012). *Chemistry the Central Science, 12 Ed.* USA: Pearson Prentice Hall.
- Bucat, B., & Mocerino, M. (2008). Learning at the Sub-micro Level: Structural Representations. In J. K. Gilbert, & D. F. Treagust (Ed.), *Multiple Representations in Chemical Education*. Dordrecht: Springer.

- Bueno, O. (2013). Perception and Conception: Shaping Human Mind. *Biosemiotics*. doi: 10.1007/s12304-9170-z
- Burdge, J.R. 2009. *Chemistry second edition*. New York: McGrown Hill.
- Caramazza, A.dkk. (1981). Naive Beliefs in Shopisticated Subjects: Misconceptions about Trajectories of Object. *Cognition*, 9, 117-123.
- Cetin-Dindar, A. & Geban, O., (2011). Development of a Three-Tier Test to Asses High School Students' Understanding of Acids and Bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 600-604.
- Chandrasegaran, dkk. (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, R. dan Overby, J. (2011). *General Chemistry the Essential Concepts 6th Edition*. New York: The Mc Graw Hill Companies.
- Chittleborough, G.D. (2004). *The Role of Teaching Models and Chemical Representation in Developing Mental Model of Chemical Fenomena*. (Dissertation). Science and Mathematic Education Centre.
- Chiu, M.H. (2007). A National Survey of Students' Conceptions of Chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29 (4), 421-452.
- Çil, E. (2015). Effect of Two-Tier Diagnostic Tests on Promoting Learners' Conceptual Understanding of Variables in Conducting Scientific Experiments. *Applied Measurement in Education*, 28, 253-273.
- Coll R.K. & Treagust, D.F. (2003). Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (5), 464-486.
- Craik, J.W. (1943). *The Nature of Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Daniel, K.C. & Treagust, D.F. (1999) . Evaluating Students' Understanding of Chemical Bonding. *School Science Review*, 81.
- Davies, P. (2003). Threshold Concept: How Can We Recognize Them?, *Paper Presented at the EARLI Conference*. Itali: Padova. 1-21.

- Delisma, dkk. (2020). Conception, Threshold Concept, and Troublesome Knowledge in Redox Reaction. *Journal of Physics: Conf. Series*. 1521 042070. doi:10.1088/1742-6596/1521/4/042070
- Driver, R. (1981) , Pupils' Alternative Frameworks in Science. *European Journal of Science Education*, 3, 93-101.
- Erdemir, A., Geban, O., & Uzuntiryaki, E. (2000). Freshmen Students' Misconceptions in Chemical Equilibrium. *Hacettepe Universitesi Egitim Fakultesi Dergisi*, 18, 79-84.
- Franco, C. & Colinviaux, D. (2000). Developing Models in Science Education. *Kluwer Academic Publisher*, 93-118.
- Gilbert, J. K., & Swift, D. J. (1985). Towards a Lakatosian Analysis of the Piagetian and Alternative Conceptions Research Programs. *Science Education*, 69 (5), 681-696.
- Gilbert, J. K., dkk. (1982). Children's Science and Its Consequence for Teaching. *Science Education*, 66, 623-633.
- Gkitzia V, Salta K and Tzougraki . (2020). Students' Competence in Translating Between Different Types of Chemical Representations. *Chemistry Education Research and Practice*, 21, 307-330.
- Greca, I.M. & Moreira, M.A. (2000). Mental Models, Conceptual Models, and Modelling. *International Journal Science Education*, 22 (1), 1-11.
- Gultepe, N. (2016). Reflection on High School Students' Graphing Skill and Their Conceptual Understanding of Drawing Chemistry Graphs. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 16, 53-81.
- Hackling, M. W., & Garnett, P. J. (1985). Misconceptions of Chemical Equilibrium. *The European Journal of Science Education*, 7 (2), 205-214.
- Hasanah, W. (2017). *Analisis Miskonsepsi dan Threshold Concept Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Two-Tier (TDM-Two-Tier) pada Materi Reaksi Kimia*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Hill, S. (2019). The Difference between Troublesome Knowledge and Threshold Concept. *Studies in Higher Education*. doi: <https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1619679>.
- Holme, T., dkk. (2015). Defining Conceptual Understanding in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 92 (6), 1477-1483. doi: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00218>.

- Jansoon, N., dkk. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*, 2 (4), 147-168.
- Karpudewan, M., dkk. (2015). Investigating High School Students' Understanding of Chemical Equilibrium Concepts. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10 (6), 845-863.
- Katmiati, S. (2017). *Identifikasi Miskonsepsi, Troublesome Knowledge dan Threshold Concept berdasarkan Profil Model Mental Siswa pada Materi Reaksi Kimia Menggunakan Tes Diagnostik Metode Prediksi-Observasi-Ekplanasi (TDM-POE) Beserta Sumbernya*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Kind, V. (2004). Beyond Appearances: Students' Misconceptions about Basic Chemical Ideas. *School of Education, Durham University*.
- Kiray, S. A. (2016). The Pre-service Science Teacher's Mental Models for Concept of Atoms and Learning Difficulties. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Tehnology*, 4 (2), 147-162. doi: <http://dx.doi.org/10.18404/ijemst.85479>
- Korhasan, N. D. & Wang, Lu. (2016). Students' Mental Models of Atomic Spectra. *Chem. Educ. Res. Pract.* doi: <http://dx.doi.org/10.1039/C6RP00051G>
- Kousathana, M & Tsaparlis, G. (2002). Students' Errors in Solving Numerical Chemical Equilibrium Problems. *Chemistry Education Research and Practice*, 3, 5-17.
- Kurnaz, M. A. & Emen, A.Y. (2013). Mental Models of the High School Students Related to the Contraction of Matter. *International Journal of Educational Research and Technology*, 4 (1), 1-5.
- Land, R., dkk. (2005). *Improving Student Learning Diversity and Inclusivity*. Rust, C (ed.). Oxford Centre for Staff and Learning Development.
- Lin, J.W., dkk. (2004). Exploring Mental Models and Causes of Students' Misconceptions in Acid and Bases. *Project Report in National Science Council*, 1-12.
- Loertscher, J., Green, D., Lewis, J. E., Lin, S., & Minderhout, V. (2014). Identification of Threshold Concepts for Biochemistry. *Life Sciences Education*, 13, 516-528. doi: <https://doi.org/10.1187/cbe.14-04-0066>
- Luxford, C. J. & Bretz, S. L. (2014). Development of the Bonding Representations Inventory to Identify Student Misconceptions About Covalent and Ionic Bonding Representations. *Journal of Chemical Education*, 91, 312-320. doi: <https://doi.org/10.1021/ed400700q>

Yuli Andriani, 2021

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL TWO-TIER (TDM TWO-TIER) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Marlis. (2015). Analisis Profil Pemahaman Konsep dan Konsistensi Konsepsi Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Tilatang Kamang pada Materi Fluida Statis. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi dan Pembelajaran Sains (SNIPS)*, Bandung, Indonesia.
- McMurry, J. & Fay, R.C. (2003). Chemistry (fourth edition). New York: Pearson Prentice Hall.
- Meltafina. (2017). *Analisis Miskonsepsi dan Threshold Concept pada Materi Ikatan Kimia berdasarkan Profil Model Mental Siswa Menggunakan Tes Diagnostik Interview About Event (IAE)*. (Tesis). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Meyer, J. & Land, R. (2003). Threshold Concepts and Troublesome Knowledge: Linkages to Ways of Thinking and Practising Within the Disciplines. *Occasional Report*. Edinburgh: University of Edinburgh. 1-12.
- Moeller, J.J & Fawns, T. (2017). Insights into Teaching a Complex Skill: Threshold Concept and Troublesome Knowledge in Electroencephalography (EEG). *Medical Teacher*, <https://doi.org/10.1080/0142159X.2017.1408902>
- Mutlu, A. & Sesen, B.A. (2015) Development of a Two-Tier Diagnostic Test to Assess Undergraduates' Understanding of Some Chemistry Concepts. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 629 – 635
- Ozmen, H. (2008). Determination of Students' Alternative Conceptions About Chemical Equilibrium: A Review of Research and the Case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, 9 (3), 225-233.
- Park, E. J. & Light, G. (2009). Identifying Atomic Structure as A Threshold Concept: Student Mental Models and Troublesomeness. *International Journal of Science Education*, 31 (2), 233-258. doi: <https://doi.org/10.1080/09500690701675880>
- Park, E. J. (2015). Impact of Teachers' Overcoming Experience of Threshold Concepts in Chemistry on Pedagogical Content Knowledge (PCK) Development. *Journal of the Korean Chemical Society*, 59 (4), 308-319. doi: <http://dx.doi.org/10.5012/jkcs.2015.59.4.308>
- Perkins, D. (1999). The Many Faces of Constructivism. *Educational Leadership*, 57 (3), 6–11.
- Permendikbud. (2018). Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan No. 37 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah.

Yuli Andriani, 2021

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL TWO-TIER (TDM TWO-TIER) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Sanders, M. (1993). Erroneous Ideas About Respiration: The Teacher Factor. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (8), 919-934. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/tea.3660300809>
- Satriana, T, dkk. (2018). Student's Profile of Misconception in Chemical Equilibrium. *Journal of Physics: Conf. Series* **1097** 012066, doi :10.1088/1742-6596/1097/1/012066
- Sendur, G., & Toprak, M., (2013). The Role of Conceptual Change Texts to Improve Students' Understanding of Alkenes. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 431-449. doi: <http://dx.doi.org/10.1039/C3RP00019B>
- Sendur, G., Toprak, M. & Pekmez, E. S. Misconception about Chemical Equilibrium. Makalah disajikan pada International Conference on New Trends in Education and Their Implications, Turki, 11-13 November 2010.
- Stokes, A., King, H., Libarkin, J. C. (2007). Research in Science Education: Threshold Concepts. *Journal of Geoscience Education*, 5 (5), 434-438. doi: <https://doi.org/10.1080/10899995.2007.12028059>
- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The Many Faces of the Chemistry "Triplet". *International Journal of Science Education*, 2 (15), 179-195
- Talanquer, V. (2015). Threshold Concepts in Chemistry: The Critical Role of Implicit Schemas. *Journal of Chemical Education*, 92, 3-9.
- Treagust, D.F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconceptions in Science. *Int.J.Sci.Educ.*, 10 (2), 159-169.
- Treagust, D.F., dkk. (2003). The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanations. *Int.J. Sci.Educ.*, 25 (11), 1353-1368.
- Tuysuz, C. (2009). Development of Two-Tier Diagnostic Instrument and Assess Students' Understanding in Chemistry. *Scientific Research and Essay*, 4 (6), 626-631.
- Uyulgan, M.A, dkk. (2014). Assessing The Students' Understanding related to Molecular Geometry using A Two-Tier Diagnostic Test. *Journal of Baltic Science Education*, 13 (6), 839-855.
- Vasniadou, S. (2007). *Mental Models in Conceptual Development*. Athens: Department of Philosophy and History of Science, National and Kapodistrian University of Athens.
- Voska, K.W. & Heikkinen, H.W. (2000). Used to Solve Chemical Equilibrium Problems. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (2), 160-176.

Yuli Andriani, 2021

ANALISIS KONSEPSI, TROUBLESOME KNOWLEDGE, DAN THRESHOLD CONCEPT MAHASISWA CALON GURU KIMIA MELALUI TES DIAGNOSTIK MODEL MENTAL TWO-TIER (TDM TWO-TIER) PADA MATERI KESETIMBANGAN KIMIA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Wiji & Mulyani, S. (2018). Student's Mental Model, Misconceptions, Troublesome Knowledge, and Threshold Concept on Thermochemistry with DToM-POE. *Journal of Physics: Conf. Series* 1013 012098. doi :10.1088/1742-6596/1013/1/012098.
- Wiji, dkk. (2014). Kemampuan Berpikir Logis dan Model Mental Kimia Sekolah Mahasiswa Calon Guru. *Cakrawala Pendidikan*, Th. XXXIII, No. 1, 147-156.
- Wiji, dkk. (2021). The Intertextuality Study of The Conception, Threshold Concept, and Troublesome Knowledge on Redox Reaction. *Journal of Engineering Science and Technology*, 16 (2), 1356 – 1369.
- Wiji. (2014). *Pengembangan Desain Kurikulum Sekolah berbasis Model Mental untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Subyek Mahasiswa Calon Guru*. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Winarni, S. (2015). Membedakan Salah Konsep dan Tidak Paham Konsep. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya (SNKP)*, Malang, Indonesia.
- Zumdahl, S.S & DeCoste, D.J. (2010). *Introductory Chemistry: A Foundation*. USA: Charles Hartford.