

Penggunaan Tes Diagnostik Four-Tier Untuk Diagnosa Model Mental Siswa Pada Konsep Kesetimbangan Heterogen Di SMAN 3 Padang

Dhea Pidiana¹, Fajriah Azra^{2*}

¹²Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang

*e-mail: bunda_syasfa@yahoo.com

Abstrak

Model mental merupakan konsep-konsep dalam pikiran siswa yang mewakili ide-ide yang digunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan fenomena. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan model mental peserta didik pada konsep kesetimbangan heterogen. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif atau mengkaji situasi apa adanya dengan melibatkan 30 siswa kelas XI SMAN 3 Padang. Pengumpulan data dilakukan dengan memberikan tes diagnostik *four-tier* berdasarkan multiple representasi kimia kepada peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan kategori model mental peserta didik pada konsep kesetimbangan heterogen yaitu *Synthesis-Partial Understanding B* sebesar 43.33%, *Synthesis-Misconception* sebesar 33.33%, *Initial Model* sebesar 23.33%, sedangkan kategori *Scientific Model* dan *Synthesis-Partial Understanding A* tidak di miliki oleh peserta didik pada konsep kesetimbangan kimia. Peserta didik masih belum mampu menghubungkan ketiga level representasi kimia.

Kata kunci: *Model Mental, Tes Diagnostik Four-Tier, Kesetimbangan Heterogen*

Abstract

Mental models are concepts in students' minds that represent ideas used to describe and explain phenomena. This research aims to describe students' mental models on the concept of heterogeneous equilibrium. This research is a quantitative descriptive research of examines the situation as it is by involving 30 class XI students of SMAN 3 Padang. Data collection was carried out by giving students a four-tier diagnostic test based on multiple chemical representations. The results of the research show that the mental model categories of students in the concept of heterogeneous equilibrium are *Synthesis-Partial Understanding B* at 43.33%, *Synthesis-Misconception* at 33.33%, *Initial Model* at 23.33%, while the *Scientific Model* and *Synthesis-Partial Understanding A* categories are not owned by the participants educate on the concept of chemical equilibrium. Students are still not able to connect the three levels of chemical representation.

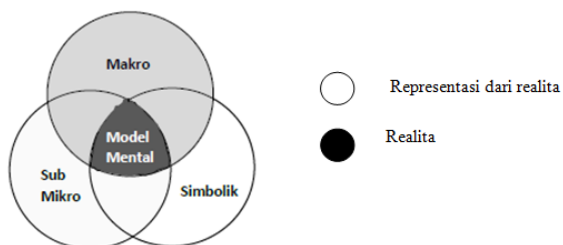
Keywords : *Mental Models, Four – Tier Diagnostic Tests, Heterogeneous Equilibrium*

PENDAHULUAN

Kimia adalah cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang komposisi, struktur, sifat – sifat dan perubahan suatu materi (Hartford, 1979). Pembelajaran kimia seringkali dianggap sulit oleh peserta didik karena karakteristik kimia yang kompleks dan abstrak (Chandrasegaran et al., 2007). Pembelajaran kimia dipelajari dari segi komposisi, struktur, dan sifat zat atau materi dari skal atom (mikroskopik), hingga molekul serta perubahan atau transformasi serta interaksi siswa untuk membentuk materi yang ditemukan sehari – hari (Treagust.F & Coll, 2010). Salah satu materi yang dianggap sulit dan kompleks oleh peserta didik yaitu materi kesetimbangan kimia (Chiu et al., 2002)

Kesetimbangan kimia merupakan suatu reaksi kimia yang dapat mencapai keadaan setimbang apabila proses maju dan mundur terjadi pada laju yang SAMA (Hartford, 1979). Materi kesetimbangan kimia sering dianggap abstrak karena melibatkan konsep – konsep yang tidak langsung terlihat dan memerlukan pemahaman tentang proses mikroskopik dan teoritis (Raymond et al., 1947)

Kesetimbangan heterogen merupakan reaksi kimia yang melibatkan dua atau lebih fase yang berbeda, dan sistem mencapai keadaan dimana laju reaksi maju dan laju reaksi balik sama, sehingga konsentrasi reaktan dan produk dalam masing – masing fase tetap konstan dari waktu ke waktu (Gnutt et al., 2016). Reaksi reversibel yang melibatkan reaktan dan produk yang berada dalam fase berbeda menyebabkan kesetimbangan heterogen (Raymond et al., 1947). Ketika komponen – komponen berada dalam fase yang berbeda, sistem mencapai kesetimbangan heterogen (Snustad & Simmons, 2011). Dengan demikian, dalam konsep kesetimbangan heterogen sangat penting memiliki pemahaman multirepresentasi kimia, karena dapat membantu siswa untuk menghubungkan representasi yang berbeda sehingga didapatkan pemahaman yang komprehensif (John Gilbert & Treagust, 2009). Ketiga tingkat representasi ini sering dipahami sebagai model mental kimia (Treagust dkk., 2003). Ketika siswa dapat mengaitkan ketiga tingkat representasi kimia tersebut ke suatu konsep maka siswa tersebut mempunyai model mental yang lengkap, namun siswa yang tidak dapat mengaitkan ketiga tingkat representasi kimia tersebut dengan konsep mempunyai model mental yang tidak lengkap (Yoni dkk., 2019).



Gambar 1. Hubungan Multirepresentasi Kimia Dengan Model Mental

Model mental merupakan gambaran yang dimiliki oleh peserta didik tentang konsep atau fenomena tertentu (Vosniadou & Brewer, 1992). Analisis model mental digunakan untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa pada konsep tertentu selama

proses pembelajaran, khususnya konsep kimia yang abstrak (Yudani dkk., 2016). Menurut (Vosniadou & Brewer, 1992) model mental peserta didik dapat digolongkan tiga tingkatan yaitu model mental saintifik, model mental sintetik serta model mental inisial. Kemudian model mental tersebut dikembangkan lagi sehingga menjadi lima jenis, yaitu *scientific model*, *synthesis – partial understanding A*, *synthesis – partial understanding B*, *synthesis – misconception*, dan *initial model* (Kania dkk., 2020).

Instrumen tes yang bisa digunakan untuk mengetahui model mental siswa dapat berupa instrumen tes, seperti tes pilihan ganda dan uraian, serta instrumen non-tes seperti wawancara, mini riset, dan survei (Widodo, 2021). Salah satu instrumen tes yang digunakan untuk menentukan model mental siswa adalah instrumen Tes Diagnostik empat tahap (*Four-Tier*) (Caleon & Subramaniam, 2010). Tes diagnostik *four – tier* adalah alat yang diperlukan dalam pendidikan sains untuk mengidentifikasi miskonsepsi dan profil model mental siswa (Gurel dkk., 2015). Instrumen tes *four – tier* berisi empat tingkatan soal, yaitu tingkat pertama berisi pertanyaan – pertanyaan tentang wawasan teori, pada tingkat kedua berisi tingkat keyakinan respon tingkat pertama, dan tingkat ketiga berisi alasan tentang jawaban pada tingkat pertama serta tingkat keempat berisi tingkat keyakinan terhadap alasan yang dipilih pada tingkat ketiga (Caleon & Subramaniam, 2010). Menurut (Fariyani, 2015), keuntungan tes diagnostik *Four – tier* yaitu pemahaman konseptual siswa yang memungkinkan siswa menggali lebih dalam, membedakan antara tingkat keyakinan jawaban yang dipilih dan alasan pilihannya.

Berdasarkan hasil wawancara pada guru di SMAN 2 Padang, SMAN 3 Padang, SMAN 7 Padang, dan SMAN 9 Padang, diketahui bahwa pembelajaran seringkali terfokus pada salah satu tingkat representasi untuk materi kesetimbangan kimia. Hal ini menyebabkan ketidakmampuan siswa untuk menghubungkannya dengan tingkat representasi kimia lainnya. Sehingga menyebabkan model mental siswa tidak lengkap sebab siswa kesulitan dalam menginterpretasikan konsep abstrak dengan tiga tingkat representasi.

METODE

Jenis penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif (Kependidikan & Nasional, 2008). Hasil penelitian di sajikan dalam bentuk persentase rata – rata untuk mengukur tingkat pemahaman siswa dalam memahami tingkat representasi (Rukminingsih dkk., 2020). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan model mental siswa pada konsep kesetimbangan heterogen. Populasi penelitian terdiri dari seluruh siswa kelas XI Fase F SMAN 3 Padang yang mempelajari kimia. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *cluster random sampling*, sampel secara acak dari populasi dalam bentuk spin sehingga di dapatkan satu kelas yaitu kelas XI F3. Data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan jenis data primer.

Instrumen tes yang digunakan yaitu tes diagnostik *four-tier*. Pada analisis data pertama yaitu menganalisis dan menginterpretasikan dari jawaban peserta didik dengan menggunakan soal tes diagnostik *four-tier*. Respon siswa yang dihasilkan

dikelompokkan berdasarkan kesamaan jawaban dan diberi label dengan model mental tertentu sesuai dengan kriteria. Model mental siswa diklasifikasikan menjadi lima kategori berdasarkan respon siswa (Kania dkk., 2020), dapat di lihat pada Tabel 1 di bawah. Kemudian pengkodean instrumen tes diagnostik *four – tier* berdasarkan kategori model mental peserta didik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Kriteria Model Mental Peserta Didik (Kania et al., 2020)

Kriteria Model Mental	Tingkat Pemahaman Konsep
<i>Scientific Model</i>	<i>Sound Understanding (SU)</i>
<i>Synthesis – Partial Understanding A</i>	<i>Partial Understanding (PU)</i>
<i>Synthesis – Partial Understanding B</i>	<i>Partial Understanding With Alternative (PU-AC)</i>
<i>Synthesis – Misconception</i>	<i>Misconception (MC)</i>
<i>Initial Model</i>	<i>No Response (NC)</i> <i>No Understanding (NU)</i>

Penjelasan tingkat pemahaman konsep yang di miliki siswa pada Tabel 1, dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Kategori Tingkat Pemahaman Siswa (Kania et al., 2020)

Tingkat Pemahaman Konsep	Penjelasan
<i>Sound Understanding (SU)</i>	Jawaban berisi semua elemen, jawaban yang diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding (PU)</i>	Jawaban mencakup beberapa elemen, jawaban yang diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding With Alternative (PU-AC)</i>	Jawaban menunjukkan bahwa siswa memahami konsep tersebut, tetapi juga mencakup konsep lain
<i>Misconception (MC)</i>	Jawabannya salah secara ilmiah dan mengandung informasi yang tidak rasional atau tidak akurat
<i>No Response (NC)</i> <i>No Understanding (NU)</i>	Jawabannya kosong, tidak relevan, atau tidak jelas

Tabel 3. Pengkodean Instrument Four – Tier (Kania et al., 2020)

Tingkat Tier	KATEGORI																	
	SU				PU				PU – AC				MC		NU			NC
	B	B	B	B	B	B	B	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
1	B	B	B	B	B	B	B	B	S	S	S	S	S	S	S	S	S	

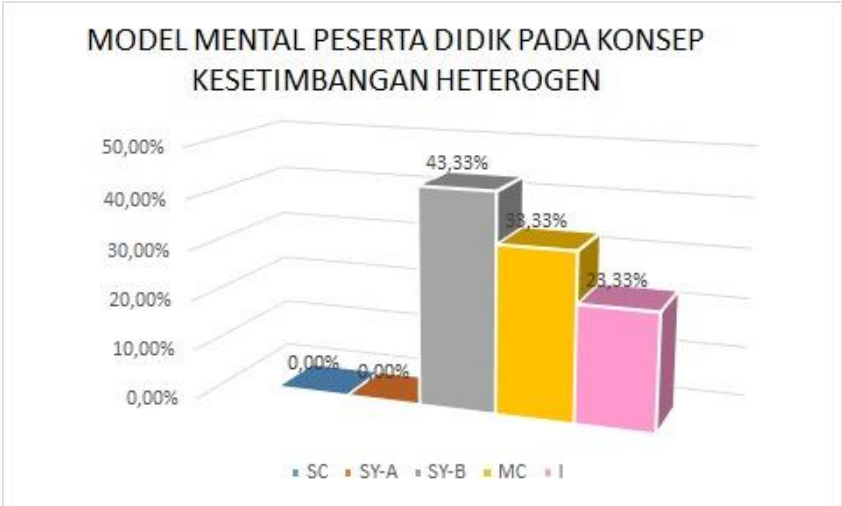
2	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	T	Y	Y	T	T	TR
3	B	B	B	B	S	S	S	S	B	B	B	B	S	S	S	S	S
4	Y	Y	T	T	Y	Y	T	T	Y	Y	T	T	Y	T	Y	T	TR

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kelas XI F3 SMAN 3 Padang dengan menggunakan sampel sebanyak 30 peserta didik dan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2023/2024. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan model mental peserta didik pada konsep kesetimbangan heterogen untuk tiga tingkat multirepresentasi kimia. Pertanyaan yang diberikan berupa tes diagnostik *four tier multiple choice*. Jenis pertanyaan yang digunakan untuk memperoleh data model mental peserta didik terdiri dari pilihan jawaban terhadap pertanyaan, keyakinan tentang jawaban yang dipilih, pilihan alasan atas jawaban yang dipilih, dan keyakinan terhadap alasan yang dipilih, dimana setiap butir soal terdiri keterangan fenomena makroskopik, submikroskopik, dan simbolik, peserta didik dipilih untuk memberikan alasan mengapa memilih jawaban tersebut.

Berdasarkan hasil tes yang diberikan, jawaban peserta didik dianalisis menggunakan teknik pengkodean dan diklasifikasikan ke dalam lima kategori model mental menurut (Kania et al., 2020) yaitu *Scientific Model*, *Synthesis Partial Understanding A*, *Synthesis – Partial Understanding B*, *Synthesis – Misconception* dan *Initial Model*. Rekapitulasi hasil penelitian mengenai model mental peserta didik pada konsep kesetimbangan heterogen dapat di lihat pada grafik kategori model mental peserta pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Model mental peserta didik pada konsep kesetimbangan heterogen

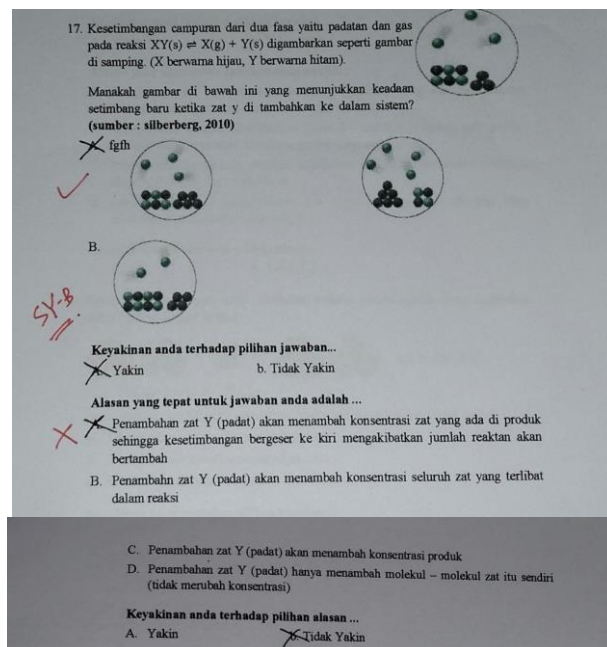
Berdasarkan data pada Gambar 2, terlihat bahwa pada konsep kesetimbangan heterogen, kategori model mental yang dominan yaitu pada model mental *Synthesis – Partial Understanding B* dengan persentase sebesar 43.33%. Sedangkan beberapa peserta didik lainnya mempunyai kategori model mental *Synthesis – Misconception* sebesar 33.33%, *Initial Model* sebesar 23.33%, namun untuk kategori model mental *Scientific Model* dan *Synthesis – Partial Understanding A* tidak terdapat pada konsep kesetimbangan heterogen.

Pembahasan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan model mental peserta didik SMAN 3 Padang terkait pada konsep kesetimbangan heterogen menggunakan tes diagnostik *four tier multiple choice* berdasarkan multirepresentasi kimia. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Model mental peserta didik mengenai fenomena kesetimbangan kimia dapat diilustrasikan dari jawaban peserta didik pada tes diagnostik *four tier* yang terdiri dari 20 butir soal yang telah diberikan, model mental merupakan konsep dalam pemikiran peserta didik yang digunakan untuk menjelaskan atau menggambarkan suatu fenomena (Jansoon et al., 2009).

Penjelasan pada fenomena dapat dilihat melalui tiga level representasi kimia yaitu representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Representasi model mental peserta didik menjadi tolak ukur dalam penggunaan media, model dan strategi dalam proses pembelajaran kimia. Berdasarkan Tabel 1 terlihat model mental peserta didik mengenai konsep kesetimbangan heterogen berbeda - beda yaitu *Scientific Model*, *Synthesis – Partial Understanding A*, *Synthesis – Partial Understanding B*, *Synthesis – Misconception*, dan *Initial Model*.

Berdasarkan Gambar 2, didapatkan data bahwa pada konsep kesetimbangan heterogen kategori model mental yang mendominasi peserta didik yaitu *Synthesis – Partial Understanding B* dengan persentase sebesar 43.33%. Salah satu contoh jawaban peserta didik dengan kategori model mental *Synthesis – Partial Understanding B* pada konsep kesetimbangan heterogen dapat di lihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Jawaban Peserta Didik *Synthesis – Partial Understanding B* Pada Konsep Kestimbangan Heterogen

Berdasarkan Gambar 3 diatas, terdapat pertanyaan mengenai gambar yang menunjukkan keadaan setimbang ketika ZAT $Y(s)$ ditambahkan ke dalam sistem. Pada soal tersebut peserta didik memilih jawaban yang benar dan yakin terhadap pilihan jawabannya. Namun peserta didik salah dalam memilih alasan serta tidak yakin terhadap pilihan alasan yang dipilihnya.

Seharusnya alasan yang tepat untuk soal tersebut yaitu pada reaksi kesetimbangan heterogen, penambahan zat Y dalam fasa padat tidak akan mengubah konsentrasi zat y, hanya menambah molekul – molekul zat itu sendiri. Artinya pemahaman yang dimiliki peserta didik tersebut salah. Peserta didik masih belum memahami konsep kesetimbangan dalam reaksi heterogen. Hal yang sama juga dialami oleh peserta didik pada hasil penelitian (Agatha et al., 2022) bahwa peserta didik menganggap apabila penambahan reaktan yang berfasa padat makan kesetimbangan akan bergeser ke sisi reaktan. Artinya peserta didik belum mampu menghubungkan antara representasi submikroskopik dan representasi simboliknya. Hal ini serupa dengan review dari penelitian yang dilakukan oleh (Farida et al., 2020) yang menyampaikan bahwa representasi submikroskopik sukar dipahami apabila hanya disampaikan dengan penjelasan tanya adanya visualisasi dengan penjelasan interaktif dua arah.

Berdasarkan uraian diatas dan disesuaikan dengan teknik pengkodean pada Tabel 3 model mental tersebut termasuk pada kategori model mental *Synthesis – Partial Understanding B*. Terlihat bahwa pengetahuan yang dimiliki oleh peserta didik

sudah sesuai dengan konsep ilmiah tetapi tidak lengkap. Selain itu, peserta didik merasa ragu dengan pengetahuan yang dimilikinya.

Secara umum peserta didik merasakan hal yang baru dengan pertanyaan yang diberikan, karena peserta didik tidak terbiasa dengan soal yang menyertai alasan dan tingkat keyakinan. Tetapi alasan inilah yang menjadi hal utama dalam menggambarkan model mental peserta didik. Apabila pembelajaran tidak dapat terintegrasi pada ketiga level representasi kimia maka peserta didik cenderung untuk menghafal materi mengakibatkan peserta didik akan berfikir bahwa kimia merupakan mata pelajaran yang sulit dipahami karena berkaitan dengan konsep yang abstrak sebab tidak dapat diamati secara langsung.

SIMPULAN

Berdasarkan analisis model mental peserta didik dari hasil tes diagnostik *Four – Tier* mengenai konsep kesetimbangan heterogen pada tiga level representasi kimia di SMAN 3 Padang, dapat diperoleh kesimpulan bahwa kategori model mental yang dominan yaitu *Synthesis – Partial Understanding B* dengan persentase sebesar 43.33%. Beberapa peserta didik juga memiliki kategori model mental *Synthesis – Misconception* sebesar 33.33%, *Initial Model* sebesar 23.33%, namun untuk kategori *Scientific Model* dan *Synthesis – Partial Understanding A* tidak terdapat peserta didik yang memiliki pada konsep kesetimbangan heterogen. Secara umum peserta didik belum mampu menghubungkan antara ketiga level representasi kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Agatha, B., Amiza, R. F., & Sulistyaningsih, Y. (2022). Analisis Miskonsepsi Calon Guru Kimia Dengan Menggunakan Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Test Pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 5(2), 9. <https://doi.org/10.31602/dl.v5i2.6323>
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Do students know What they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313–337. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9122-4>
- 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. <https://doi.org/10.1039/B7RP90006F>
- Chiu, M. H., Chou, C. C., & Liu, C. J. (2002). Dynamic Processes of Conceptual Change: Analysis of Constructing Mental Models of Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(8), 688–712. <https://doi.org/10.1002/tea.10041>
- Farida, I., Sunarya, R. R., Aisyah, R., & Helsy, I. (2020). Pembelajaran Kimia Sistem Daring di Masa Pandemi Covid-19 Bagi Generasi Z. *KTI UIN Sunan Gunung Djati*, 1–11. <http://digilib.uinsgd.ac.id/30638/>

- Fariyani, Q. (2015). PENGEMBANGAN FOUR-TIER DIAGNOSTIC TEST UNTUK MENGUNGKAP MISKONSEPSI FISIKA SISWA SMA KELAS X Qisthi. *Journal of Innovative Science Education*, 4(2), 41–49.
- Gnutt, D., Heyden, M., & Ebbinghaus, S. (2016). Physical Chemistry 2015. *Nachrichten Aus Der Chemie*, 64(3), 310–313. <https://doi.org/10.1002/nadc.20164047296>
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Hartford, W. H. (1979). Chemistry The Central Science. In *Chemical and Engineering News* (Vol. 57, Issue 46).
- Jansoon, N., Cooll, R. K., & Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(2), 147–168.
- John Gilbert, K., & Treagust, D. (2009). *Multiple Representations in Chemical Education* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8>
- Kania, V. I., Samsudin, A., Purwanto, Aminudin, A. H., Rasmitadila, Rachmadtullah, R., Jermisittiparsert, K., & Nurtanto, M. (2020). Multitier of greenhouse effect (Moge) instrument development to identify middle school students' mental model in Thailand with rasch analysis. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(7), 3223–3237.
- Kependidikan, P. D. A. N. T., & Nasional, D. P. (2008). Pendekatan, jenis, dan metode penelitian pendidikan. *Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional*.
- Raymond, C., Felsing, W. A., Watt, G. W., & Okell, F. L. (1947). General chemistry. In *The Analyst* (Vol. 72, Issue 854). <https://doi.org/10.2307/3468263>
- Rukminingsih, Adnan, G., & Latief, M. A. (2020). Metode Penelitian Pendidikan. Penelitian Kuantitatif, Penelitian Kualitatif, Penelitian Tindakan Kelas. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Snustad, D. P., & Simmons, M. J. (2011). *Principles of Principles of Adhesion*. 767. cibook.net
- Treagust, F. D., & Coll, R. K. (2010). Learners' Use of Analogy and Alternative Conceptions for Chemical Bonding. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 130(2), 556. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaci.2012.05.050>
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353–1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental Models of the Earth : A Study of Conceptual Change in Childhood accepted information that the earth is a sphere . Children and Adults Construct an Intuitive Understanding of the World Research in cognitive science , science education , and developm. *Cognitive P*, 24, 535–585.
- Widodo, H. (2021). Evaluasi pendidikan. In *Jakarta: Rineka Cipta*.

- Yoni, A. A. S., Suja, I. W., & Karyasa, I. W. (2019). Profil Model Mental Siswa Sma Kelas X Tentang Konsep-Konsep Dasar Kimia Pada Kurikulum Sains Smp. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 2(2), 64. <https://doi.org/10.23887/jpk.v2i2.16616>
- Yudani, N. W., Pasaribu, M., & Darmadi, I. W. (2016). Identifikasi Model Mental Siswa Pada Materi Perpindahan Kalor di SMA Negeri 5 Palu. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.22487/j25805924.2016.v4.i1.5423>