

Kajian Literatur: Model Mental dan Cara Identifikasinya

Nabilah Putri Jelita¹, Fajriah Azra²

¹²Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang
e-mail: nabilahpj157@gmail.com, bunda_syasfa@yahoo.com

Abstrak

Model mental memiliki peranan utama dalam pengembangan konseptual dan penalaran ilmu sains. Untuk itu perlu dilakukan identifikasi model mental untuk memperoleh informasi terkait pemahaman setiap peserta didik, sehingga dapat dijadikan pertimbangan dalam merancang suatu strategi pembelajaran yang lebih baik. Namun di Indonesia, penelitian di bidang model mental masih jarang dilakukan karena beberapa faktor, salah satunya adalah kurangnya referensi terkait cara untuk mengidentifikasinya. Tujuan artikel ini adalah untuk memberikan informasi terkait cara yang efektif digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik yaitu dengan menggunakan instrumen tes diagnostik model mental. Hasil penelitian memberikan beberapa tes diagnostik yang dapat digunakan yaitu Prediksi Observasi Eksplanasi (POE), Interview About Event (IAE), dan Tes Diagnostik Multi-tier (TDM).

Kata kunci: *Model Mental, Instrumen Tes Diagnostik*

Abstract

Mental models have a major role in conceptual development and scientific reasoning. For this reason, it is necessary to identify mental models to obtain information related to each student's understanding, so that it can be used as a consideration in designing a better learning strategy. However, in Indonesia, research in the field of mental models is still rarely carried out due to several factors, one of which is the lack of references regarding how to identify them. The purpose of this article is to provide information regarding an effective way to identify students' mental models, namely by using mental model diagnostic test instruments. The research results provide several diagnostic tests that can be used, namely Prediction Observation Explanation (POE), Interview About Events (IAE), and Multi-tier Diagnostic Tests (TDM).

Keywords : *Mental models, Diagnostic test instruments*

PENDAHULUAN

Kegiatan belajar sains dalam suatu pembelajaran, seringkali dianggap sulit oleh peserta didik. Kesulitan yang dialami peserta didik ini bukan karena kurangnya pemahaman mereka, namun cara berpikir peserta didik dalam keseharian

bertentangan dengan penjelasan ilmiah dalam kelas (Settlage, 2007). Untuk itu dalam pembelajaran sains perlu adanya penerapan tiga level representasi untuk mempermudah peserta didik dalam memahami pembelajaran sains. Tiga level diantaranya yaitu level makroskopik, level submikroskopik, dan level simbolik. Level makroskopis adalah sesuatu yang nyata dan secara langsung atau tidak langsung merupakan bagian dari pengalaman sehari-hari. Level submikroskopis adalah suatu fenomena yang nyata tetapi masih memerlukan teori untuk menjelaskan apa yang terjadi pada tingkat molekuler dan menggunakan representasi model teoritis. Level simbolik adalah representasi dari suatu kenyataan bisa berupa gambar, simbol atau rumus (Chittleborough, 2004).

Pemahaman ketiga level representasi tersebut seringkali diistilahkan sebagai model mental. Model mental merupakan suatu representasi intrinsik dari ide, objek, atau proses yang diciptakan oleh seorang individu selama proses kognitifnya (Jansoon et al., 2009). Model mental memiliki peranan utama dalam pengembangan konseptual dan penalaran ilmu sains. Untuk itu pada mata pelajaran sains sangat penting dilakukan identifikasi model mental peserta didik yang bertujuan untuk mengevaluasi pengetahuan dan pemahaman peserta didik serta kemampuannya dalam mempertautkan ketiga level representasi. Peserta didik akan mempunyai model mental yang utuh ketika bisa mempertautkan ketiga level representasi pada suatu konsep keilmuan. Hal ini didukung oleh gagasan (Devetak et al., 2009) yang mengatakan apabila peserta didik mempunyai model mental yang baik dalam mempertautkan ketiga level representasi kimia, artinya peserta didik tersebut sudah mempunyai suatu pemahaman yang utuh dan dapat tersimpan dalam ingatan jangka panjang.

Informasi model mental peserta didik dapat diidentifikasi dengan melakukan evaluasi terhadap kemampuan peserta didik. Identifikasi ini dapat dilakukan dengan mengevaluasi konsep yang dibangun peserta didik dan juga dapat dilakukan menggunakan soal-soal yang bisa mengukur kemampuan peserta didik (Abiyu et al., 2022). Model mental dapat diidentifikasi menggunakan suatu instrumen tes diagnostik. Instrumen tes diagnostik adalah suatu alat yang dapat dipakai untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan peserta didik secara tepat pada suatu pembelajaran (Mardeni, 2023). Tes diagnostik model mental dilakukan untuk mengidentifikasi model mental masing-masing peserta didik, pertanyaannya dirancang dengan mempertautkan tiga level representasi untuk mengungkapkan struktur kognitif peserta didik dan mendorong peserta didik menjelaskan suatu fenomena secara konseptual (Körhasan & Wang, 2016). Dengan menggunakan tes diagnostik dapat diketahui kelebihan dan kekurangan peserta didik dalam mempelajari sesuatu, dan hasilnya bisa dipakai sebagai acuan dalam menciptakan pembelajaran yang lebih baik kedepannya. Pada tes ini berisi sejumlah pertanyaan atau permintaan yang mesti dikerjakan oleh peserta didik (Rusilowati, 2015).

Penelitian model mental saat ini telah berkembang pesat pada kajian ilmu sains. Namun, penelitian model mental pada bidang sains di Indonesia masih jarang dilakukan. Hal ini terlihat dari masih terbatasnya hasil penelitian yang telah dipublikasikan dalam jurnal maupun karya tulis lainnya (Priyadi et al., 2018).

Kurangnya penelitian terkait model mental ini dapat disebabkan oleh beberapa hal salah satunya karena kurangnya referensi terkait cara yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik. Oleh karena itu, artikel ini akan membahas terkait cara yang sering dan efektif digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik dengan menggunakan instrumen tes diagnostik model mental.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian analisis konten. Informasi yang disajikan berupa hasil kajian literatur dari artikel-artikel penelitian sebelumnya yang membahas terkait cara yang sering dan efektif digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik dengan menggunakan instrumen tes diagnostik model mental.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada artikel-artikel yang membahas terkait model mental peserta didik, dapat dirangkum terkait instrumen-instrumen yang sering digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik. Berikut beberapa instrumen yang sering digunakan mengidentifikasi model mental peserta didik terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Instrumen identifikasi model mental

No.	Instrumen Identifikasi
1	Prediksi Observasi Eksplanasi (POE)
2	Interview About Event (IAE)
3	Tes Diagnostik Multi-tier (TDM)

Pediksi Observasi Eksplanasi (POE)

POE pertama kali diperkenalkan oleh White dan Gunstone (1992) sebagai suatu strategi pembelajaran yang melibatkan peserta didik dalam memprediksi hasil percobaan, menjelaskan prediksinya, mengamati fenomena, dan menjelaskan ketidaksesuaian antara prediksi dan observasinya. Oleh karena itu, prosedur POE merupakan strategi yang efektif untuk mendatangkan dan mendorong diskusi konseptual peserta didik selama proses pembelajaran. Tahapan POE ini diadopsi sebagai tes diagnostik oleh Sesen (2013). (Widhiyanti et al., 2022).

Menurut Wang (2007) model mental peserta didik dapat diidentifikasi menggunakan tes diagnostik metode prediksi-observasi-eksplanasi (POE). Tes diagnostik ini sangat tepat digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik pada pembelajaran kimia dengan mengakomodasi ketiga level representasi. Tes diagnostik POE ini dapat mencakup setiap langkah pendekatan pembelajaran saintifik yakni mengamati, menanyakan, mengumpulkan data, mengasosiasikan, dan mengkomunikasikan. Tes diagnostik ini mampu mengukur pengetahuan kimia secara komprehensif. Peserta didik dapat secara bebas dan leluasa mendeskripsikan model mentalnya.

Tes diagnostik POE terbagi menjadi 3 bagian yakni (1) tahap prediksi yang melatih peserta didik mengasosiasikan fenomena dengan konsep kimia, (2) tahap

observasi yang melatih peserta didik mengamati fenomena kimia, menanya dan mengumpulkan data dari hasil observasi, dan (3) tahap eksplanasi yang melatih peserta didik menyampaikan hasil pengamatan dan kesimpulan berdasarkan analisis, serta mengkomunikasikan dan menghubungkan data-data yang telah ditemukan. Jawaban peserta didik pada setiap tahapan instrumen ini dapat menggambarkan profil model mentalnya (Katmiati & Rahmi, 2021). Tes diagnostik POE sudah sering digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik, diantaranya terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Artikel identifikasi model mental menggunakan tes diagnostik POE

Penulis	Judul	Hasil
Katmiati & Rahmi (2021)	Tes Diagnostik Prediksi-Observasi- Eksplanasi (POE) Reaksi Kimia untuk Menggali Model Mental Siswa	Tes ini mampu menggali 10 tipe model mental peserta didik terhadap suatu reaksi kimia pada level makroskopik, submikroskopik dan simbolik.
Kholidanata et al (2023)	Profil Model Mental Siswa Pada Materi Hidrolisis Garam Berdasarkan Strategi Evaluasi Model Predict-Observe-Explain (POE)	Terdapat beberapa tipe model mental peserta didik yang berhasil tergali pada materi hidrolisis garam, dan dapat mengetahui pemahaman peserta didik dalam menghubungkan tiga level representasi.
Widhiyanti et al (2022)	Revealing Preservice Teachers' Conceptions, Troublesome Knowledge and Threshold Concept of Chemical Equilibrium through Predict Observe Explain Mental Model Diagnostic Test (POE-MMDT)	Temuan menunjukkan bahwa sebagian besar konsepsi calon guru tentang kesetimbangan kimia berada pada tingkat pemahaman parsial, dengan lima miskonsepsi yang teridentifikasi

Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan data dari berbagai artikel menyatakan bahwa instrumen tes diagnostik Prediksi Observasi Eksplanasi (POE) berpotensi baik dalam mengidentifikasi model mental, karena dengan instrumen POE ini mengharuskan dalam menjelaskan prediksi dan hasil observasi terkait. Selain itu, instrumen ini juga memandu dalam menjelaskan fenomena makroskopis, sehingga menghasilkan informasi tentang pemahaman mereka pada tingkat submikroskopis dan simbolik. Dengan begitu model mental yang dimiliki dapat direfleksikan berdasarkan jawaban terhadap soal-soal dalam tes yang diberikan.

Interview About Event (IAE)

Interview About Event (IAE) merupakan suatu teknik diagnostik yang digunakan untuk meneliti pemahaman peserta didik terhadap konsep tertentu ketika dihadapkan pada masalah atau fenomena (Wang, 2007). Tes Diagnostik Model Mental Interview

About Event (TDM-IAE) merupakan tes diagnostik model mental yang dapat digunakan untuk menggali pemahaman konsep peserta didik melalui serangkaian pertanyaan wawancara dengan menyajikan masalah atau fenomena (Fitri et al., 2022). Teknik wawancara ini memungkinkan untuk mengajukan pertanyaan langsung kepada peserta didik agar mereka dapat menjelaskan dengan lebih rinci jika terdapat jawaban yang kurang jelas, sehingga dapat memberikan integritas pada konsep peserta didik.

Tahapan pelaksanaan tes diagnostik model mental IAE dilakukan secara individu dimulai dengan memperlihatkan suatu fenomena atau masalah yang mengharuskan peserta didik untuk menjelaskan masalah tersebut dengan penjelasan yang masuk akal berdasarkan model mental yang mereka miliki. Tahap kedua, peserta didik diberikan pertanyaan umum yang ada pada pedoman wawancara. Jika jawaban peserta didik belum optimal, maka diajukan beberapa pertanyaan *probing* umum untuk menggali jawaban peserta didik. Kemudian, jika model mental peserta didik belum tergalinya maka peserta didik diberikan pertanyaan *probing* khusus. Pada tahap akhir, hasil wawancara ditranskripsi, diinterpretasi, dan dibuat pola jawaban untuk mengetahui model mental peserta didik. (Tiarasani et al., 2021).

Adapun kategori pengelompokan model mental dengan menggunakan tes diagnostik Interview About Event (IAE) yang diadopsi dari pengelompokan yang dibuat oleh (Abraham et al., 1994) terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori pengelompokan tipe model mental peserta didik

Tipe	Kategori Pengelompokan
1 (SM)	Jawaban peserta didik salah
2 (PU/SM)	2.a. Jawaban peserta didik benar sebagian tapi mengandung miskonsepsi dan menjawab tanpa pertanyaan <i>probing</i> 2.b. Jawaban peserta didik benar sebagian tapi mengandung miskonsepsi dan menjawab dengan pertanyaan <i>probing</i>
3 (PU)	3.a. Jawaban peserta didik hanya benar sebagian dan menjawab tanpa pertanyaan <i>probing</i> 3.b. Jawaban peserta didik hanya benar sebagian dan menjawab dengan pertanyaan <i>probing</i>
4 (SU)	4.a. Jawaban peserta didik benar dan menjawab tanpa pertanyaan <i>probing</i> 4.b. Jawaban peserta didik benar dan menjawab dengan pertanyaan <i>probing</i>

Keterangan:

- SM: Miskonsepsi Spesifik
- PU: Paham Sebagian
- SU: Pemahaman Utuh

IAE telah diteliti sebelumnya mengenai konsep larutan dan pelarutan pada peserta didik Thailand. Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui uji ini, lebih banyak peserta didik mampu menggambarkan pemahaman mereka terhadap larutan dan pelarutan pada berbagai tingkatan representasi (Jansoon et al., 2009). Adapun penelitian lainnya terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Artikel identifikasi model mental menggunakan tes diagnostik IAE

Penulis	Judul	Hasil
Lathifa & Ajiati (2016)	Investigasi Model Mental pada Materi Alkohol Menggunakan Tes Diagnostik Interview About Event	Secara umum calon guru kimia memiliki model mental sintetik dengan persentase pada jawaban deskripsi lisan sebanyak 66,66%. Pada jawaban gambar, calon guru kimia seluruhnya memiliki model mental sintetik.
Tiarasani et al (2021)	Profil Model Mental Siswa pada Konsep Dasar Laju Reaksi dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Interview About Event	Peserta didik yang memiliki kemampuan sedang dan rendah menjawab benar sebagian setelah diberi pertanyaan <i>probing</i> dalam menjelaskan perubahan laju rerata pengurangan reaktan dan laju rerata pembentukan produk, sedangkan peserta didik kemampuan tinggi menjawab salah walaupun telah diberi pertanyaan <i>probing</i> .
Fitri et al (2022)	Profil Model Mental Siswa Pada Materi Hukum Laju Reaksi Dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental	Peserta didik kemampuan tinggi, sedang, dan rendah mudah dalam menjelaskan level makroskopik, tetapi sulit dalam menjelaskam level simbolik, submikroskopik, serta mempertautkan ketiga level representasi kimia pada materi hukum laju reaksi.

Berdasarkan Tabel 4 dapat disimpulkan data dari berbagai artikel menyatakan bahwa instrumen tes diagnostik Interview About Event (IAE) efektif dalam mengungkap model mental, karena instrument IAE ini dilakukan berbasis wawancara dan didasarkan pada fenomena. Suatu fenomena atau masalah ditampilkan kepada peserta didik untuk kemudian dipahami sehingga mereka akan memikirkan jawaban atau penjelasan dari permasalahan tersebut secara mandiri. Metode ini juga meminta peserta didik untuk menggambarkan jawaban pada tingkat submikroskopiknya. Penggunaan pertanyaan penuntun (*probing question*) dimungkinkan dalam metode ini untuk menggali lebih dalam model mental dari peserta didik.

Tes Diagnostik Multi-tier (TDM)

Tes diagnostik model mental *multiple-tier* merupakan tes diagnostik yang mampu mengidentifikasi model mental peserta didik. Instrumen *multiple-tier* pilihan ganda dengan tingkat kepercayaan terdiri dari tes satu tingkat (*one-tier*), tes dua tingkat (*two-tier*), tes tiga tingkat (*three-tier*), dan tes empat tingkat (*four-tier*).

Tes *one-tier* yaitu jenis tes pilihan ganda yang sederhana berisikan pilihan jawaban yang mesti dipilih oleh peserta didik, namun tes *one-tier* ini belum mampu membedakan mana peserta didik yang memberikan jawaban benar dengan alasan benar ataupun salah. Tes *two-tier* berisikan beberapa pilihan jawaban dan alasan yang mesti dipilih oleh peserta didik, dengan ini guru dapat memperoleh informasi mana peserta didik yang memberikan jawaban benar dengan alasan benar dan yang memberikan jawaban benar tapi alasannya salah, akan tetapi tingkat keyakinan peserta didik dalam memahami suatu konsep belum bisa diketahui oleh guru. Tes *three-tier* yang berisikan beberapa pilihan jawaban dan alasan, serta menambahkan tingkat keyakinan dalam menjawab pertanyaan, namun belum dapat mendeteksi tingkat keyakinan peserta didik dalam memilih alasan dari jawaban tersebut, karena hanya memiliki tingkat keyakinan tunggal. Lalu dikembangkan tes diagnostik *four-tier* yaitu dengan penambahan tingkat keyakinan peserta didik dalam memilih jawaban dan alasan. Dengan demikian, dapat diukur perbedaan pengetahuan peserta didik sehingga dapat mengetahui model mental yang dialami peserta didik (Eryilmaz et al., 2015).

Tes diagnostik model mental empat tingkat (*four-tier*) terdiri dari empat tingkatan, pada tingkatan pertama peserta didik memilih satu dari pilihan jawaban yang telah disajikan, tingkatan kedua peserta didik dapat menentukan yakin atau tidaknya atas pilihan jawaban pada tingkat pertama, tingkatan ketiga peserta didik memilih satu diantara lima alasan yang tersedia dalam menentukan jawaban pada tingkatan pertama, dan tingkatan keempat peserta didik dapat menentukan yakin atau tidaknya atas pilihan alasan pada tingkatan ketiga. Dengan menggunakan tes diagnostik *four-tier* dapat membantu guru untuk mengetahui kekuatan dan kelemahan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran, mengetahui sejauh mana pemahaman peserta didik, dapat lebih memperhatikan konsep yang menjadi faktor pemicu miskonsepsi peserta didik, dan dapat merancang strategi pembelajaran menjadi lebih baik untuk kedepannya yang bertujuan untuk meminimalisir kesalahpahaman konsep peserta didik (Rusilowati, 2015).

Berikut merupakan pengkodean instrument tes diagnostik *four-tier* berdasarkan kriteria model mental yang dikembangkan oleh (Kania et al., 2020) terdapat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengkodean instrumen tes diagnostik *four-tier*

Tingkat Soal (tier)	Kategori																
	SU		PU		PU-AC				MC		NU		NC				
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	K
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 Y T Y T Y T K

Keterangan:

- B = Benar
- S = Salah
- Y = Yakin
- T = Tidak Yakin
- K = Kosong

Teknik pengkodean pada Tabel 5 disesuaikan berdasarkan rubrik tingkat pemahaman peserta didik yang terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori tingkat pemahaman peserta didik

Tingkat Pemahaman Konsep	Keterangan
<i>Sound Understanding (SU)</i>	Jawaban berisi semua komponen diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding (PU)</i>	Jawaban mengandung beberapa komponen respon yang diterima secara ilmiah
<i>Partial Understanding with Alternative Conception (PU-AC)</i>	Jawaban menunjukkan konsep dipahami tetapi juga mengandung konsep lain
<i>Misconception (MC)</i>	Jawaban salah secara ilmiah dan mengandung informasi yang tidak benar atau tidak masuk akal
<i>No Response (NC)</i>	Jawaban kosong atau tidak menjawab, tidak relevan atau tidak jelas

Sumber: (Kania et al., 2020)

Tes diagnostik model mental *multi-tier* sudah sering digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik, seperti tes diagnostik *two-tier*, *three-tier*, maupun *four-tier*. Adapun beberapa penelitian yang menggunakan tes diagnostik tersebut diantaranya terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Artikel identifikasi model mental menggunakan tes diagnostik *multi-tier*

Penulis	Judul	Hasil
(Pikoli et al., 2022)	Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase model mental yang dimiliki peserta didik adalah: model mental <i>Inisial</i> (36,2%), model mental <i>Sintetik</i> (29,4%) dan model mental <i>Saintifik</i> (34,4%). Multipel representasi peserta didik dalam memahami konsep laju reaksi masih sangat rendah pada level submikroskopik. Penyebab terbentuknya model mental peserta didik dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal.

Hasanah et al (2023)	Students' Mental Model Profiles on Chemical Bonding Concept Using a Two-Tier Mental Model Diagnostic Test (TDM-Two-Tier)	Pada konsep ikatan kimia ditemukan 17, 9, 15, dan 59% peserta didik dengan model mental masing-masing lengkap, parsial, miskonsepsi, dan inkonsistensi.
Kania et al (2020)	Multitier of Greenhouse Effect (MoGE) Instrument Development to Identify Middle School Students' Mental Model in Thailand with Rasch Analysis	Terdapat 5 kategori profil model mental peserta didik: 1) kategori Synthesis-Partial Understanding B mempunyai persentase terbesar sebesar 47,47%; 2) Pemahaman Sintesis-Parsial Kategori A dengan persentase sebesar 31,3%; 3) Kategori awal dengan persentase sebesar 31,3%; 4) Kategori miskonsepsi dengan persentase sebesar 11,13%, dan; 5) Kategori Ilmiah dengan persentase 15,18%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur pada artikel yang membahas terkait model mental terdapat 3 bentuk instrumen yang efektif digunakan untuk mengidentifikasi model mental peserta didik. Adapun instrumennya yaitu, Prediksi Observasi Eksplanasi (POE), Interview About Event (IAE), dan Tes Diagnostik Multi-tier (TDM). Tes Diagnostik Multi-tier (TDM) ini terdiri dari tes diagnostik *two tier*, *three-tier*, dan *four tier*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abiyu, I. H., Widhiyanti, T., & Anwar, B. (2022). Pengembangan Tes Diagnostik Model Mental Tipe Predict-Observe-Explain (TDM-POE) pada Materi Hukum Laju Reaksi. *Jurnal Riset Dan Praktik Pendidikan Kimia*, 10(1), 54–61.
- Abraham, M. . R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(31), 147–146.
- Chittleborough, G. D. (2004). The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students ' Mental Models of Chemical Phenomena. *Curtin University of Technology*, May, 1–494.
- Devetak, I., Lorber Drofenik, E. D., Jurišević, M., & Glažar, S. A. (2009). Comparing Slovenian year 8 and year 9 elementary school pupils' knowledge of electrolyte chemistry and their intrinsic motivation. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(4), 281–290. <https://doi.org/10.1039/b920833j>
- Eryilmaz, A., East, M., & Mcdermott, L. C. (2015). *A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students ' Misconceptions in Science*. 11(5), 989–1008. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>

- Fitri, T. E., Mulyani, S., & Khoerunnisa, F. (2022). *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*. 10(2), 164–172.
- Hasanah, D., Wiji, W., Mulyani, S., & Widhiyanti, T. (2023). Students' Mental Model Profiles on Chemical Bonding Concept Using a Two-Tier Mental Model Diagnostic Test (TDM-Two-Tier). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(11), 10466–10474. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.3811>
- 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.
- Kania, V. I., Samsudin, A., & Aminudin, A. H. (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).
- Katmiati, S., & Rahmi, C. (2021). Tes Diagnostik Prediksi-Observasi-Eksplanasi (Poe) Reaksi Kimia Untuk Menggali Model Mental Siswa. *Jurnal Zarah*, 9(2), 97–104. <https://doi.org/10.31629/zarah.v9i2.3191>
- Kholidanata, F., Wiji, & Yuliani, G. (2023). *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*. 11(2), 24–36.
- Körhasan, N. D., & Wang, L. (2016). Students' mental models of atomic spectra. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 743–755. <https://doi.org/10.1039/c6rp00051g>
- Lathifa, U., & Ajiati, D. (2016). *Investigasi Model Mental Pada Materi Alkohol Menggunakan Tes Diagnostik Interview About Event*.
- Mardeni, P. R. (2023). *Review Artikel: Five-Tier Multiple Choice untuk Mendeteksi Penyebab Miskonsepsi Kesetimbangan Kimia Review Article: Five-Tier Multiple Choice to Detect the Causes of Chemical Equilibrium Misconceptions*. September, 50–61.
- Pikoli, M., Sukertini, K., & Isa, I. (2022). Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 4(1), 8–12. <https://doi.org/10.34312/jjec.v4i1.13515>
- Priyadi, R., Diantoro, M., Pascasarjana, P. F., Negeri, U., Mental, M., & Evaluasi, M. (2018). *Kajian Literatur: Model Mental Dan Metode*. 06(02), 70–75.
- Rusilowati, A. (2015). Pengembangan Tes Diagnostik Sebagai Alat Evaluasi Kesulitan Belajar Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 6(1), 1–10.
- Settlage, J. (2007). Demythologizing Science Teacher Education: Conquering the False Ideal of Open Inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 18(4), 461–467.
- Tiarasani, A., Mulyani, S., & Anwar, B. (2021). *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia Profil Model Mental Siswa pada Konsep Dasar Laju Reaksi dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Interview About Event Profile of*

- Students' Mental Models on the Basic Concept of Reaction Rate Using the Ment.* 9(1), 79–91.
- Wang, C.-Y. (2007). The role of mental-modeling ability, content knowledge, and mental models in general chemistry students' understanding about molecular polarity. *Disertasi*, 70(3-A), 835.
- Widhiyanti, T., Luviani, S. D., Wiji, W., & Mulyani, S. (2022). Revealing Preservice Teachers' Conceptions, Troublesome Knowledge and Threshold Concept of Chemical Equilibrium through Predict Observe Explain Mental Model Diagnostic Test (POE-MMDT). *Asia Pacific Journal of Educators and Education*, 37(2), 31–50. <https://doi.org/10.21315/apjee2022.37.2.3>