

DESKRIPSI MODEL MENTAL PESERTA DIDIK PADA SUB TOPIK FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI LAJU REAKSI DI KELAS XI SMAN 12 PADANG

Description of Students' Mental Models on the Subtopic of Factors Affecting Reaction Rate in Grade XI at SMAN 12 Padang

Dede Dwika Firmansah & Dwi Finna Syolendra

Universitas Negeri Padang

dededwika861@gmail.com ; dwi.finna820@fmipa.unp.ac.id

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
May 13, 2026	Jun 10, 2026	Jun 24, 2026	Jun 29, 2026

Abstract

Although understanding the concept of reaction rate in chemistry learning does not depend only on memorization ability but also on students' mental models in connecting macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations, students still often experience difficulty in comprehensively understanding the factors that affect reaction rates. This study aims to describe students' mental models regarding the factors that affect reaction rates. This study used a qualitative method involving 30 eleventh-grade students of SMAN 12 Padang as research subjects. Data were collected using an essay test instrument covering two main topics, namely the concept of the factors that affect reaction rates, including concentration, surface area, temperature, and catalysts, as well as the application of these concepts in the form of curves and images. The data were analyzed by categorizing students' answers into three mental model categories, namely initial (I), synthetic (ST), and scientific (SC) mental models. The results showed that students were better able to explain concepts at the macroscopic representation level than at the submicroscopic and symbolic levels. Students' mental models regarding the factors that affect reaction rates were

dominated by initial mental models at 48%, followed by scientific mental models at 28% and synthetic mental models at 24%. In addition, the relationship between chemical representations and students' mental model categories showed a pattern that was almost aligned with the characteristics of the chemical representations possessed by the students. These findings confirm that mental model analysis is important for identifying students' level of conceptual understanding and potential misconceptions in learning reaction rates. The implications of this study contribute to the development of chemistry learning strategies that place greater emphasis on the integration of macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations.

Keywords: Chemical Representation; Mental Model; Reaction Rate; Misconceptions; Chemistry Learning.

Abstrak: Meskipun pemahaman konsep laju reaksi dalam pembelajaran kimia tidak hanya bergantung pada kemampuan menghafal, tetapi juga pada model mental siswa dalam menghubungkan representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik, peserta didik masih sering mengalami kesulitan dalam memahami faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi secara utuh. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan model mental siswa mengenai faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan melibatkan 30 siswa kelas XI SMAN 12 Padang sebagai subjek penelitian. Data dikumpulkan menggunakan instrumen tes esai yang mencakup dua topik utama, yaitu konsep faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi meliputi konsentrasi, luas permukaan, suhu, dan katalis, serta penerapan konsep tersebut dalam bentuk kurva dan gambar. Data dianalisis dengan mengelompokkan jawaban siswa ke dalam tiga kategori model mental, yaitu model mental awal (I), sintetik (ST), dan ilmiah (SC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa lebih mampu menjelaskan konsep pada tingkat representasi makroskopis dibandingkan pada tingkat submikroskopis dan simbolik. Model mental siswa mengenai faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi didominasi oleh model mental awal sebesar 48%, diikuti model mental ilmiah sebesar 28% dan model mental sintetik sebesar 24%. Selain itu, hubungan antara representasi kimia dan kategori model mental siswa menunjukkan pola yang hampir selaras dengan karakteristik representasi kimia yang dimiliki siswa. Temuan ini menegaskan bahwa analisis model mental penting digunakan untuk mengidentifikasi tingkat pemahaman konseptual siswa dan potensi miskonsepsi dalam pembelajaran laju reaksi. Implikasi penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi pembelajaran kimia yang lebih menekankan keterpaduan representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik.

Kata Kunci: Representasi Kimia; Model Mental; Laju Reaksi; Miskonsepsi; Pembelajaran Kimia.

PENDAHULUAN

Kimia merupakan salah satu cabang ilmu sains yang mempelajari tentang sifat dan komposisi dari suatu materi serta perubahan energi yang menyertainya (Petrucci et al., 2022). Materi kimia disusun secara hirarki dari konsep sederhana hingga konsep kompleks, apabila peserta didik sulit dalam memahami bagian konsep sederhana, maka peserta didik lebih sulit mempunyai konsep yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya (Salahudin et al., 2025). Berdasarkan data hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) tahun 2025 yang dirilis

oleh Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah (Kemendikdasmen), mata pelajaran Kimia mencatatkan pencapaian yang cukup rendah secara nasional. Dari total 361.634 peserta yang mengambil mata pelajaran pilihan tersebut, nilai rata-rata yang diperoleh hanya sebesar 34,92 dari skala 100 (Kemendikdasmen RI, 2025). Rendahnya skor TKA ini sejalan dengan temuan penelitian (Pikoli et al., 2022) yang mengungkapkan bahwa hanya 34,4% peserta didik yang memiliki model mental saintifik pada materi laju reaksi, sementara sisanya masih berada pada level model mental sintetik dan inisial.

Kemampuan peserta didik dalam memahami dan menghubungkan ketiga level representasi akan terlihat dalam model mental yang terbentuk. Model mental merupakan representasi internal yang dibangun oleh seseorang untuk menggambarkan dan menjelaskan suatu proses atau fenomena yang diamati (Coll & Treagust, 2001). Pemahaman yang menyeluruh hanya dapat dicapai apabila peserta didik mampu menghubungkan ketiga level tersebut. Model mental merupakan representasi internal peserta didik yang menentukan bagaimana peserta didik memecahkan masalah dan menciptakan pemahaman yang baik terhadap suatu konsep. Dalam konteks pembelajaran kimia, model mental yang tepat akan memfasilitasi pemahaman konsep secara benar oleh peserta didik, sedangkan model mental yang keliru dapat menyebabkan miskonsepsi dan sulit diperbaiki (Majid, 2018). Oleh karena itu, diperlukan identifikasi model mental peserta didik secara akurat.

Menurut (Kurnaz, 2014) model mental peserta didik diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama yaitu, *initial* model, *synthetic* model, dan *scientific* model. Meskipun demikian, terdapat kemungkinan respons peserta didik yang tidak sepenuhnya sesuai dengan kategori tersebut. Maka dari itu, penelitian ini mengadaptasi kategori no response / no understanding dari (Kania et al., 2020) untuk mengidentifikasi peserta didik yang belum menunjukkan terbentuknya model mental. Identifikasi model mental peserta didik telah dilakukan pada beberapa materi kimia. Penelitian yang dilakukan oleh (Rahmadani et al., 2025; Pikoli et al., 2022), menggunakan instrumen tes diagnostik berbasis two-tier untuk mengidentifikasi model mental dan miskonsepsi peserta didik. Namun, penelitian yang secara khusus mengkaji penggunaan instrumen esai untuk mengidentifikasi model mental pada tingkat SMA, khususnya pada materi faktor-faktor laju reaksi, masih sangat terbatas. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengombinasikan instrumen esai dengan klasifikasi model mental yang diperluas untuk mengetahui model mental yang belum terbentuk pada peserta didik, yaitu kategori no response/no understanding. Kondisi ini menunjukkan penelitian ini penting untuk dilakukan. Materi faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah salah

satu topik kimia yang bersifat abstrak dan kompleks. Oleh karena itu, diperlukan kemampuan peserta didik untuk mengaitkan dan menggunakan ketiga level representasi kimia agar mencapai pemahaman yang utuh, untuk mengidentifikasi model mental peserta didik pada materi ini. Tujuan penelitian ini yang didapatkan dari rumusan masalah yaitu, mendeskripsikan model mental peserta didik di SMAN 12 Padang terkait materi faktor-faktor laju reaksi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Sebagaimana dinyatakan oleh (Creswell, 2023), penelitian kualitatif adalah metode ilmiah yang bertujuan memperoleh pemahaman mendalam tentang makna yang dibangun oleh individu terkait suatu fenomena dalam kondisi alami, dan disajikan dalam bentuk deskripsi verbal. Sejalan dengan hal ini, penerapan pendekatan deskriptif kualitatif dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menggambarkan model mental siswa terkait materi faktor-faktor laju reaksi berdasarkan analisis jawaban tes esai dan data wawancara.

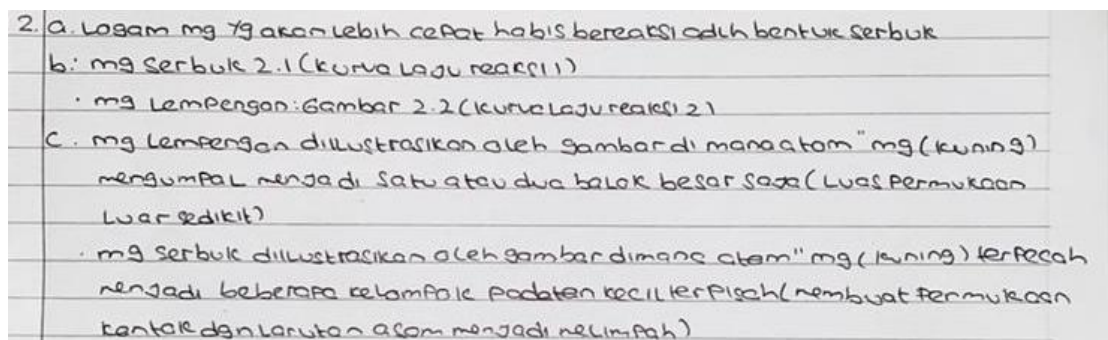
Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 12 Kota Padang selama tahun ajaran 2025/2026 semester genap. Dalam penelitian ini, sampel yang digunakan adalah kelas XI dengan jumlah 30 orang peserta didik yang di ambil secara acak dari 6 kelas. Teknik pengambilan sampel untuk tes esai yang diterapkan adalah random sampling. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer. Data primer merujuk pada data yang diperoleh langsung oleh peneliti. Secara spesifik, data primer dalam penelitian ini berasal dari hasil tes esai yang didasarkan pada representasi kimia yang diterapkan pada siswa kelas XI pada tahun akademik 2025/2026.

Instrumen penelitian, yang berfungsi sebagai perangkat pengumpul data dalam kajian ini, mencakup tes dan non-tes. Instrumen tes ini terdiri dari empat butir soal esai yang didalamnya terdiri sub soal yang sudah divalidasi oleh validator ahli. Instrumen non tes yang digunakan dalam studi ini adalah wawancara yang dilakukan setelah siswa menyelesaikan tes esai yang bertujuan untuk mengonfirmasi hasil tes, memperoleh informasi yang lebih mendalamt tentang model mental siswa terkait materi faktor-faktor laju reaksi. Menurut (Kurnaz & Eksi, 2015), penentuan model mental siswa dilakukan melalui teknik pengkodean untuk respons siswa, yang dianalisis berdasarkan tingkat kesesuaiannya dengan konsep ilmiah. Analisis dilakukan dengan membandingkan jawaban deskriptif siswa dan 30

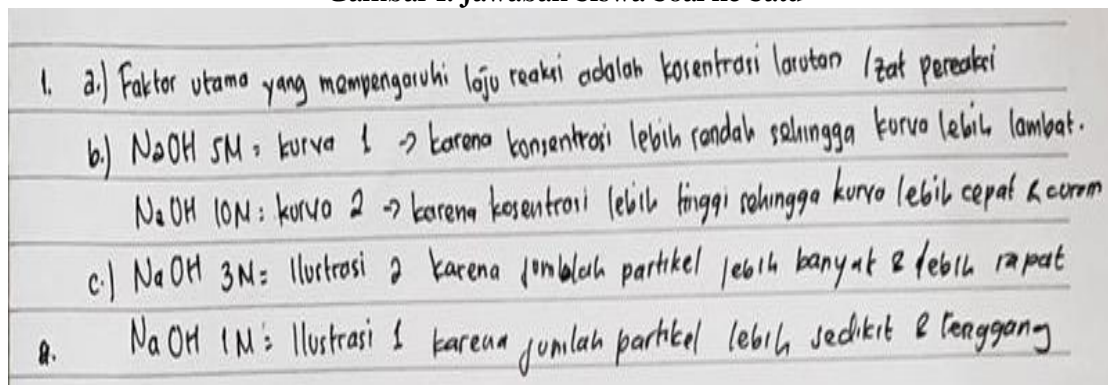
representasi visual, sehingga model mental dapat dikategorikan menjadi Initial Model, Synthesis Model, Scientific Model. Setelah memperoleh data model mental peserta didik, persentase model mental dihitung untuk setiap tujuan pembelajaran (TP).

HASIL

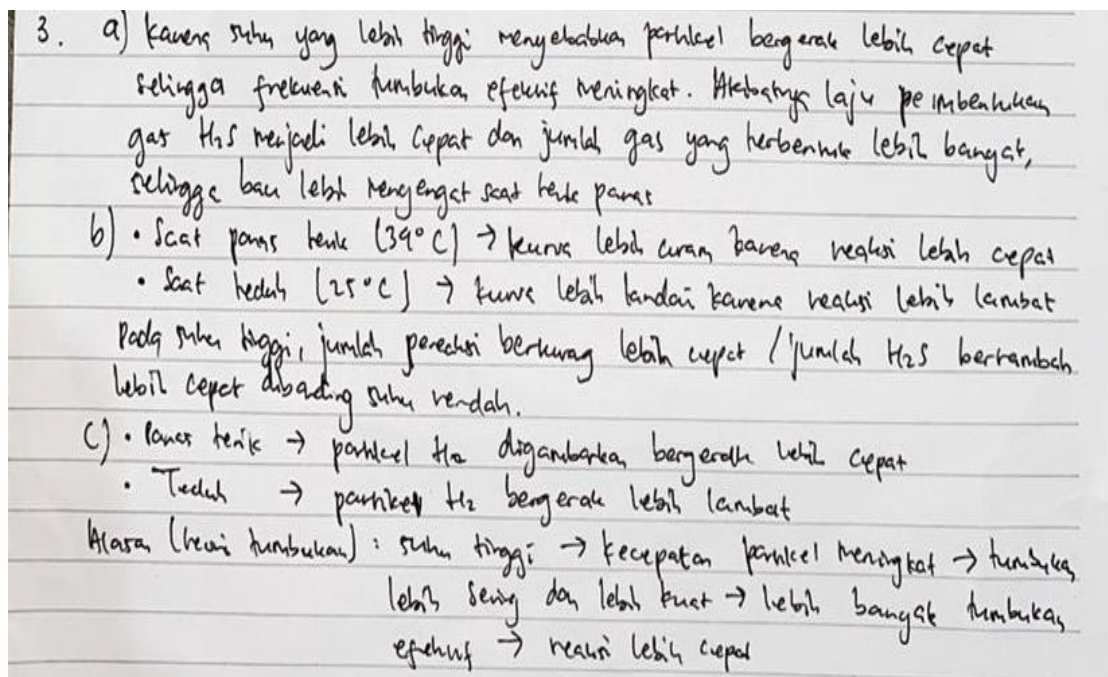
Dalam teorinya Kania untuk menandai kondisi di mana model mental siswa belum terbentuk atau tidak dapat diidentifikasi berdasarkan jawaban yang diberikan. Hal ini dianggap bahwa siswa belum sepenuhnya mampu memberikan respon. Secara konseptual, NU (*no understanding / no respon*) sangat berbeda dari *initial*. Jika *initial* menunjukkan adanya representasi internal yang salah atau tidak sesuai dengan konsep ilmiah, NU menunjukkan bahwa tidak ada jawaban representasi sama sekali.



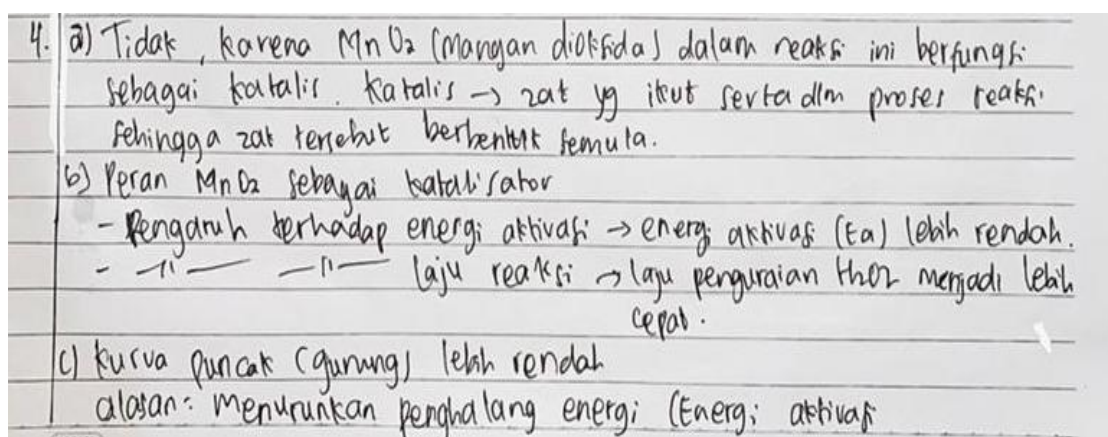
Gambar 1. Jawaban Siswa Soal ke Satu



Gambar 2. Jawaban Siswa Soal ke Dua



Gambar 3. Jawaban Siswa Soal ke Tiga



Gambar 4. Jawaban Siswa Soal ke Empat

Berdasarkan data hasil penelitian berdasarkan gambar 1 sampai 4 diatas, dengan analisis model mental siswa pada Soal 1 menunjukkan variasi yang fluktuatif di antara ketiga sub-soalnya. Pada sub-soal 1a, mayoritas siswa yakni sebanyak 23 orang (76,5%) berada pada kategori model mental *scientific*, yang berarti sebagian besar siswa telah mampu memahami dan menjawab konsep pada sub-soal ini. Hanya 5 siswa (17%) yang masih berada pada kategori *initial*, menandakan bahwa sebagian kecil siswa masih menjawab berdasarkan pengetahuan dasar. Sementara itu, 2 siswa (6,5%) berada pada kategori *synthetic*, yang berarti mereka sudah mulai mengintegrasikan antara teori dan implementasinya.

Pada sub-soal 1b, distribusi model mental menunjukkan pola yang lebih tersebar dan berimbang. Kategori *initial* mendominasi dengan 14 siswa (47%), kategori *scientific* dan *synthetic* masing-masing diwakili oleh 8 siswa (26,5%), yang menunjukkan bahwa sebagian peserta didik sudah mulai memahami konsep sub-soal 1b. Adapun pada sub-soal 1c, kategori *initial* kembali mendominasi dengan 16 siswa (53%), sementara *synthetic* mencakup 10 siswa (33,3%), dan hanya 4 siswa (13,3%) yang berhasil mencapai kategori *scientific*.

Sub soal 2a menunjukkan bahwa semua 30 siswa, atau seratus persen dari peserta berada dalam kategori model mental. Hal ini menunjukkan bahwa semua siswa memahami konsep di sub-soal 2a dengan baik. Selain itu, tidak adanya kelompok yang benar-benar dominan menunjukkan bahwa konsep pada subsoal 2b lebih kompleks dan mungkin memerlukan kemampuan analisis yang lebih lanjut yang tidak dimiliki secara merata oleh semua siswa. Pada sub soal 2c, kategori awal *initial* dengan 18 siswa (60%), sementara kategori *synthetic* terdiri dari 7 siswa (23,3%), dan hanya 2 siswa (6,5%) termasuk dalam kategori *scientific*. Secara keseluruhan, soal 3 adalah soal yang memiliki presentase kategori model mental paling rendah. Subsoal 3a menunjukkan bahwa kategori awal mendominasi dengan 13 siswa (43,3%), diikuti oleh kategori *synthetic* dengan 9 siswa (30%), dan kategori *scientific* dengan 8 siswa (26,6%). Subsoal 3b menunjukkan gap yang jauh lebih menurun. Hal ini disebabkan karena terdapat satu siswa tidak memberikan tanggapan sama sekali, sebanyak 29 siswa (96,6%).

Sub-soal 4a, pola dominasi kategori *initial* sebanyak 20 siswa (66,6%), sementara 7 siswa (23,3%) berada dalam kategori *synthetic* dan hanya 3 siswa (10%) pada kategori *scientific*. Hal ini mengindikasikan bahwa pada sub soal 4a kurang dari ambang batas pemahaman peserta didik. Subsoal 4b menunjukkan distribusi model mental yang cukup beragam dibandingkan subsoal 4a. Kategori *initial* mendominasi dengan 16 siswa (53 %), kategori *synthetic* dengan 14 siswa (46,6%), dan kategori *scientific* mencapai 9 siswa (30 %). Model mental peserta didik yang diukur dalam penelitian ini adalah model mental yang digunakan sebagai respon terhadap pertanyaan-pertanyaan dalam soal tes esai pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi.

Dari total 30 peserta didik, dua belas pola model mental didapatkan. Pola sampel 26, 30, 14, dan 16 di pilih karena di anggap dapat merepresentasikan secara menyeluruh. Secara kuantitatif, pola I-I-SC-ST (pola ke-3) adalah pola yang paling dominan. Dari kelompok dominan ini, menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik cenderung membangun

representasi konsep simbol dan teori. Secara keseluruhan, korelasi antara keempat sampel yang dipilih menunjukkan variasi dalam perkembangan model mental di kelas yang sama. Dari peserta didik 14 dengan awalan ST-ST hingga peserta didik 16 dengan akhiran NU, keempat sampel ini secara kolektif menunjukkan bahwa pembentukan model mental adalah proses yang tidak linier, sangat kontekstual, dan memerlukan pendekatan pembelajaran yang diferensiatif. Ini berarti bahwa peserta didik dalam kelompok ini membuat representasi pemahaman konseptual secara menyeluruh, yang artinya terdapat kecenderungan untuk belajar berdasarkan praktik atau pengalaman.

PEMBAHASAN

Berdasarkan sudut pandang teori model mental, kondisi keempat siswa menunjukkan bahwa model mental dalam kimia bergantung pada representasi. Ini sesuai dengan ciri-ciri yang disebutkan oleh (Jansoon et al., 2009; Körhasan & Wang, 2016) bahwa model mental mencakup campuran dari gagasan yang benar, gagasan alternatif, dan celah pemahaman. Selain itu, temuan ini jelas terkait dengan latar belakang penelitian bahwa nilai rata-rata kimia pada TKA 2025 rendah sebesar 34,92 (Kemendikdasmen, 2025). Sementara itu, menurut (Pikoli et al., 2022) bahwa hanya 34,4% peserta didik memiliki model mental scientific untuk materi laju reaksi. Hasil penelitian ini juga menegaskan betapa pentingnya menggunakan tes esai untuk menemukan model mental siswa.

Empat model mental siswa pada sampel observan yang digunakan, yaitu sampel 14, 16, 26, dan 30 untuk membangun model mental partisipan pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Yang mana respon ini didapatkan melalui wawancara secara terstruktur yang telah dilakukan sesudah tes soal esai secara tertulis. Oleh karena itu, hasil wawancara dikorelasikan dengan jawaban pada soal esai. Empat siswa diwawancarai secara individu dan semua wawancara direkam dengan izin masing-masing partisipan, kemudian ditranskrip untuk analisis. Selama wawancara, partisipan diminta untuk menjelaskan secara mendalam tes tertulis mereka terhadap tes esai. Hasil wawancara yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan temuan (Supriadi et al., 2018; Bongers et al., 2019) dalam penelitian mereka yang berjudul Analisis Model Mental Mahasiswa Pendidikan Kimia dalam Memahami Jenis-jenis Reaksi Kimia. Secara umum, mahasiswa hanya bisa menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi pada tingkat definisi dan gambaran umum, tanpa memahami konsep kimia atau prinsip ilmiah yang mendasarinya.

Hasil klasifikasi jawaban siswa digunakan sebagai dasar untuk menilai pemahaman mereka dari tiga tingkat representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Representasi pada level makroskopik berpusat pada objek-objek yang dapat diamati secara visual, di mana peserta didik mengamati fenomena kimia secara langsung melalui indera. Adapun representasi pada level submikroskopik merupakan level yang bersifat abstrak, namun mampu memberikan penjelasan terhadap fenomena kimia pada skala partikulat. Level ini dijabarkan melalui konsep, teori, dan prinsip yang digunakan untuk menginterpretasikan fenomena yang teramati pada level makroskopik, dengan menggunakan pendekatan penjelasan seperti perpindahan elektron, interaksi antarmolekul, maupun representasi pada skala atom. Sementara itu, level simbolik berfungsi sebagai medium untuk merepresentasikan fenomena kimia yang terjadi pada level makroskopik ke dalam bentuk notasi, lambang, maupun persamaan kimia yang bersifat konvensional.

Berdasarkan jawaban siswa pada tes esai, bisa dikatakan bahwa siswa dengan kategori model mental *initial*, *synthetic*, dan *scientific* menunjukkan pola jawaban yang beragam, sehingga menghasilkan konstruksi model mental yang berbeda di antara individu. Hasil ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Pikoli et al., 2022), bahwasannya pemahaman pengetahuan siswa terhadap suatu materi didasarkan pada level representasi kimia. Sejalan pula dengan teori (Treagust et al., 2003), Treagust mengemukakan bahwa tingkatan pada level representasi ini saling berkaitan, yang apabila dikorelasikan mampu membentuk segitiga. Serta sejalan dengan pendapat (Rapp, 2005), bahwasannya model mental siswa yang terbentuk itu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bahan ajar, strategi pembelajaran, dan konsep alternatif.

Secara umum, temuan dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan yang rendah untuk menghubungkan fenomena yang diamati. Ketidakmampuan siswa untuk menjawab pertanyaan dengan tepat disebabkan oleh pemahaman konsep yang belum lengkap dan pemahaman yang lemah tentang ide dasar di balik materi tersebut. Sejalan dengan level representasi kimia dan teori yang dikemukakan oleh (Pikoli et al., 2022), terjadinya kondisi dimana siswa kesulitan dalam menjawab soal tes esai sehingga menyebabkan NU (*No Understanding*). Hal ini sering terjadi karena siswa kesulitan menerapkan konsep kimia dalam situasi baru dan dapat menghambat proses pembelajaran mereka. Model mental siswa kelas XI SMAN 12 Padang dapat dikategorikan ke dalam empat kategori: *no understanding/ no response* (NU), *initial model* (I), *synthetic model* (ST), dan *scientific model* (SC). Kategori-kategori ini didasarkan pada kerangka teoritis (Kurnaz, 2014), yang diperluas

dengan kategori NU dari (Kania et al., 2020), sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap kondisi representasi kognitif peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan temuan penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan model mental siswa kelas XI SMAN 12 Padang dalam memahami konsep faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi didominasi oleh model mental *initial* dengan persentase 48% dan model mental terendah adalah *synthetic* dengan persentase hanya sebesar 24%. Pola model mental paling dominan yang dimaksudkan adalah pola yang terbentuk berdasarkan tingkat kemampuan siswa paling dominan adalah pola I-I-SC-ST. Pola I-I-SC-ST bila diakumulasikan terdapat 12 siswa, yang terdiri dari siswa 5, 9, 11, 12, 15, 17, 19, 20, 24, 25, 27, dan 30. Pola yang persentase terendah yaitu pola SC-ST-I-NU, ST-SC-I-NU, I-I-NU-NU, ST-ST-I-SC, I-I-SC-NU, SCSC-ST-I, dan SC-SC,I-ST, ST-I-SC-NU. Artinya, sedikit siswa yang memahami bagaimana subsoal yang berisikan kurva dan gambar visual yang disajikan. Sehingga, pemahaman secara *synthetic* dan *scientific* siswa masih kurang. Selain itu, karena siswa terbiasa mendengarkan penjelasan terkait konsep dasar atau teori dibandingkan mempraktekannya secara langsung. Maka, berdasarkan hasil penelitian ditemukan pula siswa yang tidak memberikan jawaban (*No Understanding*-NU). Berdasarkan hasil wawancara sampel, peluang terjadinya tidak ada jawaban ini dikarenakan siswa tidak paham dengan maksud pertanyaan yang diajukan dan siswa tidak memahami pergerakan kurva laju reaksi yang disajikan. Berdasarkan hasil pembahasan, terdapat beberapa saran yang direkomendasikan untuk peneliti selanjutnya meliputi: (1) Sebagai bahan acuan untuk mengkaji model mental siswa pada materi yang lainnya; (2) Memvariasi perluasan objek penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi empiris dalam menggambarkan profil model mental peserta didik pada subtopik faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi melalui analisis keterkaitan antara representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik. Hasil penelitian dapat menjadi sumber informasi bagi pendidik untuk mengidentifikasi bentuk pemahaman, miskonsepsi, serta kesulitan belajar yang dialami peserta didik pada materi laju reaksi. Selain itu, temuan mengenai dominasi model mental *initial* dan rendahnya kemampuan peserta didik dalam memahami representasi visual dapat dijadikan dasar dalam merancang

strategi pembelajaran kimia yang lebih berorientasi pada penguatan representasi kimia dan pengembangan model mental ilmiah.

Rekomendasi penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji model mental peserta didik pada materi kimia lainnya yang memiliki karakteristik representasi multipel, seperti kesetimbangan kimia, termokimia, atau ikatan kimia. Selain itu, perlu dilakukan penelitian dengan cakupan subjek yang lebih luas dan beragam agar diperoleh gambaran model mental yang lebih komprehensif. Penelitian berikutnya juga dapat mengembangkan serta menguji efektivitas model, metode, atau media pembelajaran yang mampu mengintegrasikan representasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolik guna meningkatkan kualitas model mental peserta didik dari kategori *initial* menuju *scientific*.

DAFTAR PUSTAKA

- Bongers, A., Northoff, G., & Flynn, A. B. (2019). Working with mental models to learn and visualize a new reaction mechanism. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(3), 554–569. <https://doi.org/10.1039/C9RP00060G>
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, 31(3), 357–382. <https://doi.org/10.1023/A:1013120427891>
- Creswell, J. W. (2023). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (6th ed.). SAGE Publications.
- 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. <https://eric.ed.gov/?id=EJ884390>
- 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. *Journal Of Advance Science and Technology*, 29(7), 3223–3237. <https://doi.org/10.21580/jec.2025.7.1.24160>
- Kemendikdasmen RI. (2025). *Laporan hasil Tes Kemampuan Akademik (TKA) nasional: Analisis capaian literasi sains dan kompetensi kognitif siswa SMA*. Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah RI.
- 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>
- Kurnaz. (2014). Student Mental Models Related to Expansion and Contraction. *Acta Didactica Napocensia*, 7(1), 59–67. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.v7i1>
- Kurnaz, M. A., & Eksi, C. (2015). An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(3), 787–796. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.3.2526>

- Majid, A. (2018). Misconception Analysis Based On Students Mental Model In Atom Structure Materials. *Journal Of Advances in Engineering Research*, 17(1), 244–247. <https://doi.org/10.2991/snk-18.2018.53>
- Petrucchi, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2022). *General chemistry: Principles and modern applications* (12th ed.). Pearson.
- 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.v4i1.13786>
- Rahmadani, S., Azra, F., & Syolendra, D. F. (2025). Students' mental model using four-tier diagnostic test on acid–base. *Journal of Education Chemistry*, 3(1), 29–38. <https://doi.org/10.21580/jec.2025.7.1.24160>
- Rapp, D. N. (2005). Theoretical issues for visualizations in science education. *Visualization in Science Education*, 19, 43–60. https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2_4
- Salahudin, A., Savalas, L. R. T., & Hidayanti, E. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Memahami Konsep Kimia Laju Reaksi Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Labuapi. *Chemistry Education Practice*, 8(1), 233–240. <https://doi.org/10.29303/cep.v8i1.9083>
- Supriadi, S., Ibnu, S., & Yahmin, Y. (2018). Analisis Model Mental Mahasiswa Pendidikan Kimia Dalam Memahami Jenis Reaksi Kimia. *Jurnal Pijar MIPA*, 13(1), 1–5. <https://doi.org/10.29303/jpm.v13i1.433>
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Educatio*, 25(11), 1353–1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>