

# Deskripsi Model Mental Peserta Didik Fase F pada Materi Faktor-faktor Laju Reaksi

## *Description of Students Mental Models on Reaction Rate Material*

N Permatajeri<sup>1</sup>, F Azra<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25131

\* [bunda\\_syasfa@yahoo.com](mailto:bunda_syasfa@yahoo.com)

### **Received on:**

1<sup>st</sup> February 2026

### **Revised till:**

30<sup>th</sup> April 2026

### **Accepted on:**

13<sup>th</sup> May 2026

### **Publisher version**

### **published on:**

14<sup>th</sup> May 2026

## **ABSTRAK**

Kesulitan peserta didik dalam menghubungkan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik pada pembelajaran kimia dapat menyebabkan terbentuknya model mental yang tidak ilmiah dan memicu miskonsepsi konsep. Kondisi ini banyak ditemukan pada materi laju reaksi yang bersifat abstrak dan menjadi prasyarat bagi materi kesetimbangan kimia. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kategori dan distribusi model mental peserta didik fase F pada materi faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi menggunakan instrumen *four-tier diagnostic test*. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang dilakukan di salah satu SMA di Sumatera Barat. Data penelitian diperoleh melalui instrumen *four-tier diagnostic test* dan wawancara peserta didik, kemudian dianalisis berdasarkan kategori model mental. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mental peserta didik didominasi kategori *scientific model* sebesar 34%, diikuti *synthesis-partial understanding B* sebesar 29%, miskonsepsi sebesar 13%, serta kategori *synthesis-partial understanding A* dan *initial model* masing-masing sebesar 12%. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik belum memiliki pemahaman konseptual yang sepenuhnya ilmiah pada materi laju reaksi. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam menyediakan profil model mental peserta didik sebagai dasar pengembangan evaluasi diagnostik dan perbaikan pembelajaran kimia berbasis multirepresentasi.

## **KATA KUNCI**

Model mental, Multirepresentasi, laju reaksi, tes diagnostik four tier, faktor-faktor laju reaksi

## **ABSTRACT**

*Difficulties in connecting macroscopic, submicroscopic, and symbolic representations in chemistry learning may lead students to develop non-scientific mental models and conceptual misconceptions. This condition is commonly found in reaction rate topics, which are abstract in nature and serve as prerequisite concepts for chemical equilibrium. This study aimed to describe the categories and distribution of Phase F students' mental models regarding factors affecting reaction rates using a four-tier diagnostic test instrument. This descriptive study was conducted in a senior high school in West Sumatra, Indonesia. Research data were collected through a four-tier diagnostic test and student interviews, and subsequently analyzed based on mental model categories. The results revealed that students' mental models were predominantly categorized as scientific model (34%), followed by synthesis-partial understanding B (29%), misconception (13%), and both synthesis-partial understanding A and initial model (12% each). These findings indicate that most students have not yet developed fully scientific conceptual understanding of reaction rate concepts. This study contributes by providing a profile of students' mental models that may serve as a basis for developing diagnostic assessments and improving multirepresentation-based chemistry instruction.*

## **KEYWORDS**

*Mental models, Multirepresentation, reaction rate, four tier diagnostic test, reaction rate factors*



## 1. PENDAHULUAN

Kesulitan peserta didik dalam menghubungkan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik masih menjadi salah satu penyebab utama miskonsepsi dalam pembelajaran kimia. Padahal, pemahaman konsep kimia yang utuh hanya dapat dicapai apabila ketiga level representasi tersebut saling terintegrasi. Namun, implementasi multirepresentasi dalam pembelajaran kimia di sekolah masih lebih banyak menekankan representasi makroskopik dan simbolik, sedangkan representasi submikroskopik belum digunakan secara optimal<sup>[1]</sup>. Kondisi ini juga tercermin pada buku teks kimia Kurikulum Merdeka. Lusiana dan Aini (2025) melaporkan bahwa penyajian multirepresentasi pada materi kesetimbangan kimia masih belum konsisten dalam menghubungkan ketiga level representasi<sup>[2]</sup>. Temuan serupa dilaporkan oleh Busada dan Aini (2024) pada materi laju reaksi, di mana representasi submikroskopik masih kurang ditampilkan sehingga berpotensi menyebabkan kesalahan pemahaman konsep peserta didik<sup>[3]</sup>.

Keterbatasan integrasi multirepresentasi berdampak pada munculnya miskonsepsi yang bersifat berkelanjutan. Ebiati *et al.* (2020) menyatakan bahwa kesalahan konsep pada materi prasyarat dapat menghambat pembentukan konsep baru<sup>[4]</sup>. Pada konteks kimia, Jusniar *et al.* (2020) membuktikan bahwa miskonsepsi pada materi laju reaksi berdampak langsung terhadap miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia<sup>[5]</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa laju reaksi merupakan materi konseptual penting yang memerlukan pemahaman mendalam, terutama pada level submikroskopik. Oleh karena itu, identifikasi pemahaman peserta didik pada materi laju reaksi menjadi penting agar miskonsepsi tidak berlanjut pada materi berikutnya<sup>[6]</sup>.

Kemampuan peserta didik dalam menghubungkan multirepresentasi berkaitan erat dengan model mental yang dimiliki. Model mental merupakan representasi internal yang digunakan peserta didik untuk menjelaskan suatu konsep atau fenomena ilmiah<sup>[7]</sup>. Dalam pembelajaran kimia, model mental membantu peserta didik memahami konsep abstrak dan menghubungkan fenomena makroskopik dengan proses partikel pada level submikroskopik. Pikoli *et al.* (2022) menunjukkan bahwa kemampuan mentransformasikan konsep laju reaksi melalui multirepresentasi dipengaruhi oleh model mental peserta didik<sup>[8]</sup>. Selain itu, Dewi *et al.* (2018) menemukan bahwa sebagian besar peserta didik masih memiliki model mental alternatif pada materi termokimia<sup>[9]</sup>. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam membangun representasi konseptual yang sesuai secara ilmiah.

Berbagai penelitian telah menggunakan instrumen *one-tier*, *two-tier*, dan *three-tier* untuk mengidentifikasi miskonsepsi dan model mental peserta didik. Namun, instrumen *one-tier* dan *two-tier* dinilai belum mampu mendeteksi miskonsepsi secara mendalam<sup>[4]</sup>. Penggunaan *three-tier diagnostic test* memberikan hasil yang lebih akurat karena mempertimbangkan tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawabannya<sup>[10]</sup>. Meskipun demikian, instrumen *three-tier* masih memiliki keterbatasan dalam menggambarkan konsistensi antara jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan peserta didik, sehingga kategorisasi model mental belum dapat dijelaskan secara komprehensif.

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya, kajian mengenai model mental peserta didik pada materi laju reaksi menggunakan instrumen *four-tier diagnostic test* masih terbatas, khususnya dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada identifikasi miskonsepsi menggunakan instrumen *one-tier*, *two-tier*, dan *three-tier*, penelitian ini menggunakan *four-tier diagnostic test* untuk mendeskripsikan model mental peserta didik secara lebih komprehensif melalui analisis jawaban, alasan, dan tingkat keyakinan peserta didik. Penggunaan instrumen ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai kategori dan distribusi model mental peserta didik pada materi laju reaksi kelas XI fase F SMA.

Hasil wawancara dengan guru kimia di beberapa SMA di Sumatera Barat menunjukkan bahwa penerapan multirepresentasi dalam asesmen kimia masih belum optimal, baik pada tes formatif, sumatif, maupun diagnostik awal. Akibatnya, peserta didik mengalami kesulitan dalam menghubungkan ketiga level representasi kimia sehingga model mental yang terbentuk belum lengkap. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kategori dan distribusi model mental peserta didik pada materi laju reaksi menggunakan instrumen *four-tier diagnostic test* sebagai dasar dalam pengembangan pembelajaran kimia berbasis multirepresentasi.

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan asesmen diagnostik untuk mendeskripsikan model mental peserta didik pada materi faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari tahun ajaran 2025/2026 di salah satu SMA di Sumatera Barat, Indonesia. Sampel penelitian terdiri atas 36 peserta didik kelas XI F4 fase F yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan pertimbangan bahwa peserta didik telah mempelajari materi faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.

Instrumen penelitian berupa tes diagnostik *four-tier* yang diadaptasi dari instrumen yang dikembangkan oleh Putri dan Aini [11]. Instrumen asli terdiri atas enam butir soal, namun pada penelitian ini hanya digunakan beberapa butir soal yang sesuai dengan indikator materi faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Adaptasi instrumen dilakukan dengan menambahkan tingkat keyakinan pada jawaban konsep dan alasan sehingga instrumen berkembang menjadi *four-tier diagnostic test*. Setiap butir soal disusun berdasarkan tiga level representasi kimia, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik.

Instrumen *four-tier* terdiri atas empat tingkatan, yaitu: (1) jawaban konsep, (2) tingkat keyakinan terhadap jawaban pada tier pertama, (3) alasan yang mendasari jawaban pada tier pertama, dan (4) tingkat keyakinan terhadap alasan pada tier ketiga. Bentuk instrumen berupa jawaban pilihan disertai uraian alasan dan tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawaban yang diberikan. Kisi-kisi instrumen disusun berdasarkan *learning progression* materi laju reaksi dan indikator multirepresentasi kimia yang digunakan dalam pengembangan instrumen.

Instrumen yang telah diadaptasi selanjutnya divalidasi melalui *expert judgement* untuk meninjau kesesuaian isi, kejelasan bahasa, dan keterkaitan soal dengan indikator pembelajaran pada materi faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.

Data hasil tes dianalisis menggunakan teknik pengkodean berdasarkan kategori tingkat pemahaman yang dikembangkan oleh Kania (2020) seperti disajikan pada Tabel 1. Kategori tersebut dijelaskan pada Tabel 2 meliputi *Sound Understanding* (SU), *Partial Understanding* (PU), *Partial Understanding with Alternative Conception* (PU-AC), *Synthesis-Misconception* (MC), *No Understanding* (NU), dan *No Response* (NR). Selanjutnya, kategori tingkat pemahaman dipetakan ke dalam kategori model mental, yaitu *Scientific Model* (SM), *Synthesis-Partial Understanding A* (SY-A), *Synthesis-Partial Understanding B* (SY-B), *Misconception Model* (MC), dan *Initial Model* (IM). Kategori *Sound Understanding* (SU) termasuk ke dalam kategori model mental *Scientific Model* (SM), sedangkan *Partial Understanding* (PU) termasuk ke dalam kategori *Synthesis-Partial Understanding A* (SY-A) [12].

Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan menghitung persentase setiap kategori model mental menggunakan rumus:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

dengan  $P$  adalah persentase kategori model mental,  $f$  adalah frekuensi peserta didik pada setiap kategori, dan  $N$  adalah jumlah seluruh peserta didik.

Tabel 1. Pengkodean *four-tier* [12]

Tingkat (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	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	Y	TR

B menunjukkan jawaban benar, S menunjukkan jawaban salah, Y menunjukkan yakin, T menunjukkan tidak yakin, dan TR menunjukkan tidak memberikan respons (*tidak respon*).

Table 2. Kriteria Tingkat Pemahaman<sup>[12]</sup>

Kategori Model Mental	Tingkat Pemahaman
<i>Initial Model (IM)</i>	<i>No Response (NC)</i> / Tidak menjawab
	<i>No Understanding (NU)</i> / Tidak paham
<i>Synthesis-Partial Understanding A (SY-A)</i>	<i>Partial Understanding (PU)</i> / Pemahaman parsial
<i>Synthesis-Partial Understanding B (SY-B)</i>	Partial Understanding with Alternative Conception (PU-AC)/ Pemahaman sebagian dengan konsep alternatif
<i>Synthesis-Misconception (MC)</i>	Misconception (MC)/ Miskonsepsi
<i>Scientific Model (SM)</i>	Sound Understanding (SU)/ Paham

Selain tes tertulis, wawancara terstruktur dilakukan terhadap seluruh peserta didik untuk mengonfirmasi jawaban serta menggali pemahaman peserta didik pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Wawancara juga bertujuan untuk mengidentifikasi kesulitan peserta didik dalam memahami konsep faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi. Data hasil wawancara dianalisis secara tematik melalui tahap reduksi data, kategorisasi, dan penarikan kesimpulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis model mental peserta didik dilakukan

berdasarkan jawaban pada instrumen *four-tier diagnostic test* yang diklasifikasikan ke dalam kategori tingkat pemahaman, yaitu *No Response (NR)*, *No Understanding (NU)*, *Partial Understanding (PU)*, *Partial Understanding with Alternative Conception (PU-AC)*, *Misconception (MC)*, dan *Sound Understanding (SU)*. Kategori tingkat pemahaman tersebut kemudian dipetakan ke dalam kategori model mental, yaitu *Initial Model (IM)*, *Synthesis-Partial Understanding A (SY-A)*, *Synthesis-Partial Understanding B (SY-B)*, *Misconception Model (MC)*, dan *Scientific Model (SM)*. Distribusi kategori model mental peserta didik disajikan pada Tabel 3.

Table 3. Hasil analisis Model Mental per Butir Soal

No Soal	Frekuensi dan Kategori Model Mental										
	I		SY-A		SY-B		MC		SM		
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	
1	a	0	0%	4	11%	14	39%	3	8%	15	42%
	b	3	8%	1	3%	14	39%	10	28%	8	22%
	c	7	19%	2	6%	11	31%	2	6%	14	39%
2	a	3	8%	5	14%	5	14%	1	3%	22	61%
	b	4	11%	5	14%	8	22%	4	11%	15	42%
	c	4	11%	5	14%	8	22%	6	17%	13	36%
3	a	5	14%	6	17%	11	31%	4	11%	10	28%
	b	5	14%	6	17%	15	42%	3	8%	7	19%
	a	4	11%	4	11%	16	44%	9	25%	3	8%
4	b	5	14%	6	17%	7	19%	4	11%	14	39%
	c	6	17%	4	11%	8	22%	5	14%	13	36%

Berdasarkan Tabel 3, distribusi model mental peserta didik menunjukkan variasi pada setiap level representasi kimia. Kategori *Scientific Model* cenderung mendominasi pada beberapa representasi makroskopik, seperti soal nomor 2a dengan persentase sebesar 61%, sedangkan kategori *Synthesis-Partial Understanding B* mendominasi pada beberapa representasi simbolik dan submikroskopik, seperti soal nomor 4a sebesar 44% dan soal nomor 3b sebesar 42%. Temuan ini menunjukkan

bahwa sebagian peserta didik telah memahami konsep laju reaksi secara umum, tetapi belum mampu mengintegrasikan representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik secara konsisten.

Secara umum, peserta didik lebih mudah memahami konsep pada level makroskopik dibandingkan level simbolik dan submikroskopik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran kimia yang diterima peserta didik masih lebih menekankan fenomena yang dapat diamati

secara langsung dibandingkan visualisasi partikel dan hubungan simbolik. Padahal, pemahaman konsep kimia yang utuh memerlukan kemampuan menghubungkan ketiga level representasi secara simultan. Kesulitan dalam mentransformasikan informasi antar representasi dapat menyebabkan terbentuknya model mental parsial dan miskonsepsi konsep. Kozma dan Russell menyatakan bahwa representasi submikroskopik menuntut kemampuan visualisasi abstrak dan interpretasi simbolik yang lebih kompleks dibandingkan representasi makroskopik<sup>[13]</sup>.

### 3.1 Model Mental Peserta Didik pada Faktor Konsentrasi (Soal 1)

Pada butir soal pertama, peserta didik diminta menganalisis konsep faktor konsentrasi melalui tiga level representasi kimia, yaitu makroskopik (1a), simbolik (1b), dan submikroskopik (1c). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kategori *Scientific Model* dominan pada soal nomor 1a dan 1c dengan persentase masing-masing sebesar 42% dan 39%. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik telah memahami bahwa peningkatan konsentrasi menyebabkan laju reaksi berlangsung lebih cepat. Namun, dominasi kategori *Scientific Model* pada beberapa butir soal tidak selalu sejalan dengan kategori model mental pada butir soal lainnya. Fenomena serupa juga ditemukan oleh Rahmadani dan Azra<sup>[14]</sup>, bahwa kategori model mental dominan dapat berbeda pada setiap representasi konsep yang diujikan.

Pada soal nomor 1b, kategori *Synthesis-Partial Understanding B* memiliki persentase tertinggi sebesar 39%, diikuti kategori *Misconception* sebesar 28%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik telah memahami konsep dasar faktor konsentrasi, tetapi belum mampu menjelaskan alasan ilmiah secara tepat. Peserta didik umumnya dapat menentukan jawaban benar pada salah satu tingkatan, baik pada tier konsep maupun tier alasan, tetapi tidak mampu menghubungkan jawaban tersebut dengan teori tumbukan. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik masih bersifat parsial dan belum terintegrasi secara utuh pada level makroskopik, simbolik, dan submikroskopik<sup>[8]</sup>.

Kategori *Synthesis-Partial Understanding B* menggambarkan bahwa peserta didik memiliki sebagian konsep yang benar, tetapi masih disertai konsep alternatif<sup>[14]</sup>. Salah satu contoh jawaban peserta didik pada kategori ini ditunjukkan pada Gambar 2. Peserta didik telah menjawab benar pada tier pertama, tetapi belum mampu memberikan alasan yang sesuai dengan konsep tumbukan

efektif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Alqadri<sup>[15]</sup> yang menyatakan bahwa model mental sintetis pada materi laju reaksi ditunjukkan oleh peserta didik yang memahami pengaruh konsentrasi atau suhu terhadap laju reaksi, tetapi belum mampu menjelaskan mekanisme tumbukan partikel secara ilmiah.

Selain kategori pemahaman parsial, ditemukan pula kategori *Misconception* sebesar 28% pada soal nomor 1b. Peserta didik pada kategori ini memberikan jawaban dan alasan yang salah, tetapi disertai tingkat keyakinan yang tinggi. Salah satu contoh jawaban peserta didik pada kategori miskonsepsi ditunjukkan pada Gambar 1. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik masih mempertahankan konsep alternatif yang tidak sesuai dengan konsep ilmiah. Kondisi tersebut dapat menyebabkan miskonsepsi berlanjut pada materi kimia berikutnya, terutama karena konsep laju reaksi berkaitan erat dengan materi kesetimbangan kimia<sup>[5]</sup>. Alqadri<sup>[15]</sup> juga menjelaskan bahwa miskonsepsi pada pembelajaran kimia sering muncul akibat ketidakmampuan peserta didik menghubungkan berbagai representasi konsep secara konsisten.

Kesulitan peserta didik dalam menjelaskan hubungan antara konsentrasi dan frekuensi tumbukan efektif menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih cenderung berfokus pada level makroskopik dan simbolik dibandingkan representasi submikroskopik<sup>[2], [3], [16]</sup>. Padahal, pemahaman konsep kimia yang utuh memerlukan kemampuan mengintegrasikan ketiga level representasi secara simultan<sup>[7]</sup>. Pikoli et al.<sup>[8]</sup> menyatakan bahwa kemampuan mentransformasikan konsep antar representasi sangat menentukan pembentukan model mental ilmiah peserta didik.

Jawaban peserta didik pada instrumen tertulis juga telah dikonfirmasi melalui wawancara. Hasil wawancara menunjukkan kesesuaian antara jawaban tertulis dan jawaban lisan peserta didik. Temuan ini menunjukkan bahwa peserta didik menjawab sesuai dengan pemahaman konseptual yang dimilikinya, sehingga kategori model mental yang diperoleh melalui instrumen *four-tier diagnostic test* dapat menggambarkan kondisi pemahaman peserta didik secara lebih akurat. Penggunaan instrumen bertingkat seperti *four-tier diagnostic test* dinilai lebih efektif dalam mengidentifikasi miskonsepsi dibandingkan instrumen *one-tier*, *two-tier*, maupun *three-tier* karena mampu membedakan tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawaban dan alasan yang diberikan<sup>[4], [10], [12]</sup>.

Apakah anda yakin terhadap alasan anda?

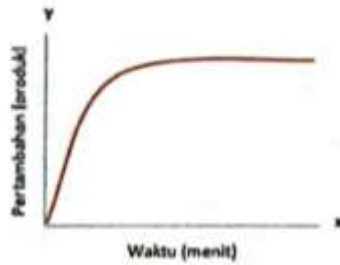
ya



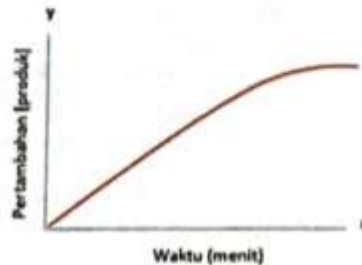
- b. Pilihlah kurva laju reaksi yang tepat untuk masing-masing reaksi pada gambar 1.1 dan gambar 1.2 di atas!

Gambar 1.3 Kurva laju reaksi 1

Gambar 1.4 Kurva laju reaksi 2



Kurva 1



Kurva 2

Laju reaksi gambar 1.1 untuk kurva ... 2 1

Laju reaksi gambar 1.2 untuk kurva ... 1 2

Apakah anda yakin terhadap jawaban anda?

ya



Jelaskan alasan anda!

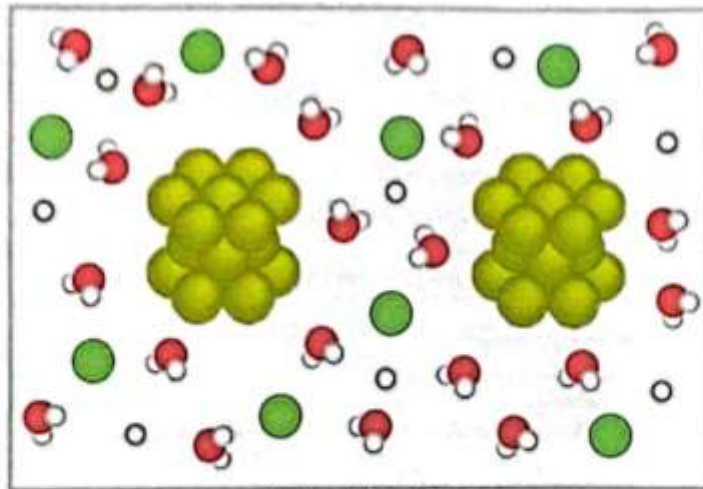
..... karena gambar 1 dengan kurva 2 da terbakarnya lebih lama  
..... gambar 2 dengan kurva 1 da terbakarnya lebih cepat

Apakah anda yakin terhadap alasan anda?

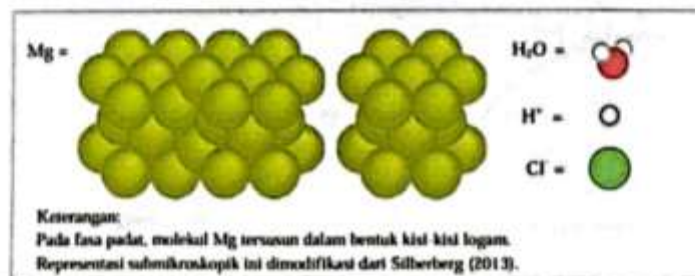
ya



Gambar 1. Jawaban Peserta Didik pada Kategori Model Mental *Misconception* pada Konsep Faktor Konsentrasi



Gambar 2.4 (Ilustrasi 2)



Pasangkanlah ilustrasi yang tepat untuk menggambarkan reaksi antara larutan HCl dengan Mg serbuk dan Mg lempengan! Tentukan ilustrasi mana yang memiliki waktu reaksi lebih cepat!

*gambar 2.4 ilustrasi 2* ✓

Apakah anda yakin terhadap jawaban anda? ✓

*yakin*

Jelaskanlah alasan anda berdasarkan teori tumbukan!

*kd mg serbuk luas permukaan lebih besar R dari pada mg lempengan* ✗

Apakah anda yakin terhadap alasan anda? ✓

*yakin*

Gambar 2. Jawaban Peserta Didik pada Model Mental *Synthesis-Partial Understanding B*

### 3.2 Model Mental Peserta Didik pada Faktor Luas Permukaan (Soal butir 2)

Pada soal nomor 2, peserta didik diminta menganalisis pengaruh luas permukaan terhadap laju reaksi melalui representasi grafik dan visualisasi partikel. Soal nomor 2b secara khusus menyajikan kurva laju reaksi untuk menentukan perbedaan reaksi antara Mg serbuk dan Mg lempeng. Berdasarkan Tabel 3, kategori model mental dominan pada soal nomor 2 berada pada kategori *Scientific Model*, yaitu sebesar 61% pada soal 2a, 42% pada soal 2b, dan 36% pada soal 2c. Hasil ini

menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah memahami bahwa luas permukaan yang lebih besar dapat meningkatkan frekuensi tumbukan efektif sehingga laju reaksi berlangsung lebih cepat.

Meskipun demikian, pada soal nomor 2b dan 2c masih ditemukan kategori *Synthesis-Partial Understanding B* masing-masing sebesar 22%. Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik telah memahami konsep faktor luas permukaan, tetapi belum mampu menghubungkan konsep tersebut dengan representasi grafik dan simbolik secara tepat.

Berdasarkan hasil wawancara, beberapa peserta didik mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan kurva dan mengaitkannya dengan konsep laju reaksi. Peserta didik umumnya mampu menjelaskan konsep secara verbal, tetapi belum mampu menentukan kurva yang sesuai untuk reaksi menggunakan Mg serbuk dan Mg lempeng.

Temuan ini menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mentransformasikan konsep antar representasi kimia. Kozma dan Russell <sup>[13]</sup> menyatakan bahwa kemampuan menghubungkan representasi makroskopik, simbolik, dan submikroskopik merupakan komponen penting dalam pembentukan pemahaman konseptual kimia. Kesulitan tersebut juga sejalan dengan penelitian Busada dan Aini <sup>[3]</sup> yang menyatakan bahwa representasi submikroskopik dan multirepresentasi dalam bahan ajar kimia masih belum disajikan secara optimal. Akibatnya, peserta didik lebih terbiasa memahami konsep pada level makroskopik dibandingkan menghubungkannya dengan representasi simbolik maupun visualisasi partikel.

Selain itu, ditemukan bahwa beberapa peserta didik memberikan alasan yang benar, tetapi salah dalam memilih kurva yang sesuai. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki pemahaman konsep secara parsial, namun belum mampu mengintegrasikan informasi pada berbagai bentuk representasi. Putri dan Aini <sup>[11]</sup> menyatakan bahwa kemampuan memahami multirepresentasi sangat memengaruhi keberhasilan peserta didik dalam menyelesaikan soal kimia berbasis representasi visual dan simbolik.

### 3.3 Soal butir 3

Pada soal nomor 3, peserta didik diminta menganalisis faktor suhu pada pembentukan gas H<sub>2</sub>S melalui representasi makroskopik, simbolik, grafik, dan submikroskopik. Soal disajikan dalam konteks kehidupan sehari-hari, yaitu fenomena bau gas H<sub>2</sub>S yang tercium lebih tajam saat cuaca panas dibandingkan saat teduh. Selain itu, peserta didik juga diminta menggambarkan kurva laju reaksi serta menentukan ilustrasi partikel reaktan yang sesuai berdasarkan teori tumbukan.

Berdasarkan Tabel 3, kategori model mental dominan pada soal nomor 3a dan 3b adalah *Synthesis-Partial Understanding B* dengan persentase masing-masing sebesar 31% dan 42%, sedangkan kategori *Scientific Model* hanya sebesar 28% pada soal 3a dan 19% pada soal 3b. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah mengetahui bahwa suhu memengaruhi laju reaksi, tetapi belum mampu menjelaskan mekanisme tumbukan partikel secara utuh dan konsisten pada berbagai representasi kimia.

Pada soal nomor 3a, peserta didik diminta menjelaskan mengapa bau gas H<sub>2</sub>S lebih tajam saat cuaca panas serta menggambarkan kurva laju reaksinya.

Banyak peserta didik mampu menjawab bahwa suhu tinggi mempercepat reaksi, tetapi belum mampu menjelaskan bahwa peningkatan suhu menyebabkan energi kinetik partikel meningkat sehingga frekuensi tumbukan efektif menjadi lebih besar. Sebagian peserta didik juga mengalami kesulitan dalam menggambarkan bentuk kurva laju reaksi yang sesuai dengan kondisi panas dan teduh. Kondisi ini menunjukkan bahwa peserta didik memahami konsep secara umum, tetapi belum mampu menghubungkan representasi verbal, grafik, dan simbolik secara tepat.

Pada soal nomor 3b, peserta didik diminta menentukan ilustrasi submikroskopik yang sesuai untuk kondisi suhu panas dan teduh serta menjelaskan pengaruh suhu berdasarkan teori tumbukan. Persentase *Synthesis-Partial Understanding B* yang tinggi sebesar 42% menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan terbesar pada representasi submikroskopik. Berdasarkan hasil wawancara, peserta didik menyatakan bahwa mereka jarang menemukan soal berbasis visualisasi partikel dalam pembelajaran kimia. Akibatnya, peserta didik cenderung memahami konsep hanya pada level makroskopik tanpa mampu menjelaskan perilaku partikel pada tingkat submikroskopik.

Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih lebih menekankan representasi makroskopik dan simbolik dibandingkan representasi submikroskopik <sup>[1], [16]</sup>. Padahal, pemahaman konsep kimia yang utuh memerlukan kemampuan menghubungkan ketiga level representasi secara simultan <sup>[13]</sup>. Pikoli et al. <sup>[17]</sup> menyatakan bahwa kemampuan mentransformasikan konsep antar representasi sangat menentukan pembentukan model mental ilmiah peserta didik. Kesulitan serupa juga ditemukan oleh Rahmadani dan Azra <sup>[14]</sup> serta Redhana et al. <sup>[18]</sup>, yang menunjukkan bahwa model mental sintesis masih dominan pada materi kimia abstrak karena peserta didik belum mampu mengintegrasikan konsep dengan visualisasi partikel secara ilmiah.

### 3.4 Soal butir 4

Pada soal nomor 4, peserta didik diminta menganalisis faktor katalis melalui fenomena penguraian H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> setelah penambahan MnO<sub>2</sub>. Soal disajikan dalam bentuk narasi kontekstual yang dilengkapi gambar fenomena sebelum reaksi, saat reaksi, dan setelah reaksi berlangsung. Selain itu, peserta didik diminta menjelaskan peran MnO<sub>2</sub>, pengaruh katalis terhadap energi aktivasi, serta menentukan kurva energi aktivasi yang sesuai setelah penambahan katalis.

Berdasarkan Tabel 3, pada soal nomor 4a kategori *Synthesis-Partial Understanding B* memiliki persentase tertinggi sebesar 44%, sedangkan kategori *Scientific Model* hanya sebesar 8%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik belum mampu memahami konsep katalis secara ilmiah. Pada soal nomor 4a, peserta

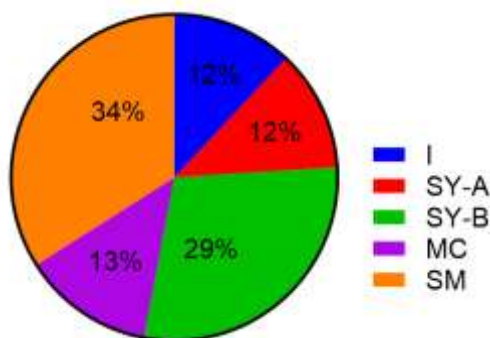
didik diminta menentukan apakah  $MnO_2$  ikut bereaksi dan berubah menjadi produk baru. Banyak peserta didik menganggap bahwa  $MnO_2$  habis bereaksi karena terjadi perubahan visual berupa gelembung dan semburan uap putih pada percobaan. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik masih menafsirkan fenomena makroskopik secara langsung tanpa memahami mekanisme katalis pada tingkat partikel.

Pada soal nomor 4b, kategori *Scientific Model* meningkat menjadi 39%, sedangkan kategori *Misconception* sebesar 11%. Soal ini meminta peserta didik menjelaskan fungsi  $MnO_2$  sebagai katalis dan pengaruhnya terhadap energi aktivasi. Sebagian peserta didik telah memahami bahwa  $MnO_2$  berfungsi mempercepat reaksi dengan menurunkan energi aktivasi. Namun, masih ditemukan peserta didik yang beranggapan bahwa katalis bekerja dengan meningkatkan suhu atau menambah jumlah pereaksi. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap konsep energi aktivasi masih belum sepenuhnya ilmiah.

Pada soal nomor 4c, kategori *Scientific Model* sebesar 36%, sedangkan kategori *Synthesis-Partial*

*Understanding B* sebesar 22%. Pada bagian ini peserta didik diminta menentukan kurva energi aktivasi yang tepat setelah penambahan  $MnO_2$ . Sebagian peserta didik mampu memilih kurva dengan energi aktivasi lebih rendah, tetapi belum mampu menjelaskan alasan ilmiah secara lengkap. Hal ini menunjukkan bahwa peserta didik cenderung memahami bentuk visual kurva, tetapi belum memahami hubungan antara energi aktivasi, tumbukan efektif, dan laju reaksi secara konseptual.

Kesulitan peserta didik pada soal nomor 4 menunjukkan bahwa konsep katalis dan energi aktivasi masih menjadi konsep abstrak yang sulit dipahami karena melibatkan hubungan antara fenomena makroskopik, simbolik, dan submikroskopik. Alqadri<sup>[15]</sup> menyatakan bahwa miskonsepsi pada materi kimia umumnya muncul akibat ketidakmampuan peserta didik menghubungkan berbagai representasi konsep secara konsisten. Selain itu, penggunaan instrumen *four-tier diagnostic test* pada penelitian ini terbukti mampu mengidentifikasi tingkat keyakinan peserta didik terhadap jawaban dan alasan yang diberikan, sehingga miskonsepsi dapat terdeteksi lebih mendalam dibandingkan instrumen *one-tier*, *two-tier*, maupun *three-tier*<sup>[4], [6], [10], [12]</sup>



Gambar 3. Persentase Model Mental pada Setiap Kategori

Secara keseluruhan, berdasarkan Gambar 3, kategori model mental peserta didik didominasi oleh *Scientific Model* sebesar 34%, diikuti *Synthesis-Partial Understanding B* sebesar 29%, *Misconception* sebesar 13%, serta kategori *Initial Model* dan *Synthesis-Partial Understanding A* masing-masing sebesar 12%. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun kategori *Scientific Model* memiliki persentase tertinggi, sebagian besar peserta didik (66%) masih belum memiliki model mental ilmiah secara utuh. Dominasi kategori *Synthesis-Partial Understanding B* menunjukkan bahwa peserta didik telah memahami sebagian konsep laju reaksi, tetapi masih mengalami kesulitan dalam mengintegrasikan representasi makroskopik, simbolik, grafik, dan submikroskopik secara konsisten.

Berdasarkan analisis pada soal nomor 1 hingga 4, kategori *Scientific Model* cenderung lebih tinggi pada soal yang melibatkan representasi makroskopik dan

konsep yang lebih familiar, seperti faktor konsentrasi dan luas permukaan. Sebaliknya, pada soal yang melibatkan visualisasi partikel, teori tumbukan, representasi submikroskopik, dan energi aktivasi, kategori *Synthesis-Partial Understanding B* lebih dominan. Kondisi ini menunjukkan bahwa peserta didik umumnya mampu memahami fenomena kimia secara umum, tetapi belum mampu menjelaskan mekanisme reaksi pada tingkat partikel secara ilmiah. Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran kimia masih perlu lebih menekankan penggunaan multirepresentasi secara eksplisit agar peserta didik mampu menghubungkan fenomena makroskopik dengan representasi simbolik dan submikroskopik sehingga dapat membangun model mental ilmiah secara lebih komprehensif<sup>[1], [8], [13], [15]</sup>

## 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model mental peserta didik pada materi faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi masih bervariasi. Kategori model mental yang paling dominan adalah Scientific Model sebesar 34%, diikuti Synthesis-Partial Understanding B sebesar 29%. Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian peserta didik telah memahami konsep laju reaksi dengan baik, tetapi sebagian besar lainnya masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan representasi makroskopik, simbolik, grafik, dan submikroskopik secara utuh.

Kesulitan peserta didik terutama ditemukan pada soal yang melibatkan visualisasi partikel, teori tumbukan, dan energi aktivasi. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran kimia masih perlu lebih menekankan penggunaan multirepresentasi untuk membantu peserta didik membangun model mental ilmiah secara lebih baik. Selain itu, penggunaan four-tier diagnostic test dapat membantu mengidentifikasi model mental dan miskonsepsi peserta didik secara lebih mendalam sehingga dapat digunakan sebagai dasar perbaikan pembelajaran kimia.

## REFERENSI

- [1] M. T. Tima and H. Sutrisno, "Peningkatan Efikasi Diri Siswa Pada Materi Kesetimbangan Kimia Setelah Dibelajarkan Dengan Problem Solving Berbasis Multiple Representasi," *J. Pendidik. Kim. Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 70–77, 2020.
- [2] L. Lusyana and F. Q. Aini, "Evaluasi Penyajian Multirepresentasi pada Buku Teks Kimia Kurikulum Merdeka pada Materi Kesetimbangan Kimia," *JagoMIPA J. Pendidik. Mat. dan IPA*, vol. 5, no. 1, pp. 223–235, Jan. 2025, doi: 10.53299/jagomipa.v5i1.1304.
- [3] Silvi Busada and Faizah Qurrata Aini, "Analisis Multirepresentasi Buku Teks Kimia Kurikulum Merdeka pada Materi Laju Reaksi," *J. Pendidik. MIPA*, vol. 14, no. 4, pp. 950–958, Dec. 2024, doi: 10.37630/jpm.v14i4.2036.
- [4] E. Ebiati, A. Asrial, and M. H. Effendi-Hasibuan, "Sensitivity of two-tier and three-tier tests in detecting student's misconceptions of chemical bonding," *J. Pendidik. Kim.*, vol. 12, no. 2, pp. 79–87, Aug. 2020, doi: 10.24114/jpkim.v12i2.19405.
- [5] J. Jusniar, E. Effendy, E. Budiasih, and S. Sutrisno, "Misconceptions in rate of reaction and their impact on misconceptions in chemical equilibrium," *Eur. J. Educ. Res.*, vol. 9, no. 4, pp. 1405–1423, Oct. 2020, doi: 10.12973/eur-jer.9.4.1405.
- [6] M. Arifah, J. Jusniar, and M. Anwar, "Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Tiga Tingkat untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Pokok Laju Reaksi,"

- Chem. Educ. Rev.*, vol. 6, no. 1, p. 2597, 2022, doi: 10.26858/ceer.v6i1.13315.
- [7] F. R. Amalia, S. Ibnu, H. R. Widarti, and H. Wuni, "Jurnal Pendidikan IPA Indonesia Students' Mental Models Of Acid And Base Concepts Taught Using The Cognitive Apprenticeship Learning Model," vol. 7, no. 2, pp. 187–192, 2018, doi: 10.15294/jpii.v7i2.14264.
- [8] M. Pikoli, K. Sukertini, and I. Isa, "Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi," *Jambura J. Educ. Chem.*, vol. 4, no. 1, pp. 8–12, 2022, doi: 10.34312/jjec.v4i1.13515.
- [9] K. M. Dewi, W. Suja, I. Dewa, and K. Sastrawidana, "Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha | 45 Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha," 2018.
- [10] Z. Nuraslamia Al-fatimah, M. Isnaini, and P. Jati Laksono, "Pengembangan instrumen tes diagnostik three-tier multiple choice untuk mendeteksi miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia," 2021, doi: 10.30738/wd.v9i1.9972.
- [11] Y. A. Putri and F. Q. Aini, "Development of a test instrument using multiple representations to assess students understanding: A Rasch Model Analysis," *J. Pijar Mipa*, vol. 18, no. 2, pp. 183–193, 2023, doi: 10.29303/jpm.v18i2.4721.
- [12] V. Ismi Kania, A. Samsudin, A. Hadiana Aminudin, R. Rachmadtullah, K. Jermsttiparsert, and M. Nurtanto, "Multitier of Greenhouse Effect (MoGE) Instrument Development to Identify Middle School Students' Mental Model in Thailand with Rasch Analysis," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 7, pp. 3223–3237, 2020.
- [13] R. B. Kozma and J. Russell, "Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena," *J. Res. Sci. Teach.*, vol. 34, no. 9, pp. 949–968, 1997, doi: 10.1002/(sici)1098-2736(199711)34:9<949::aid-tea7>3.3.co;2-f.
- [14] S. Rahmadani and F. Azra, "Student's Mental Model using Four-Tier Diagnostic Test on Acid-Base," *J. Educ. Chem.*, vol. 7, no. 1, pp. 29–42, Aug. 2025, doi: 10.21580/jec.2025.7.1.24160.
- [15] Z. Alqadri, "Mental Models and Conceptual Change in Chemistry: A Literature-Based Perspective on Learning Challenges," *J. Educ. Sci.*, vol. 9, no. 2, pp. 811–826, 2025, doi: 10.31258/jes.9.2.p.811-826.
- [16] M. T. Tima and H. Sutrisno, "Peningkatan Efikasi Diri Siswa Pada Materi Kesetimbangan Kimia Setelah Dibelajarkan Dengan Problem Solving Berbasis Multiple Representasi," *J. Pendidik. Kim. Indones.*, vol. 4, no. 2, pp. 70–77, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPK/index>
- [17] M. Pikoli, K. Sukertini, I. Isa, P. P. Kimia, and J. Kimia, "Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi," *Jambura J.*

- Educ. Chem.*, vol. 4, no. 1, p. 2022.
- [18] I. W. Redhana, I. B. Sudria, I. N. Suardana, I. W. Suja, and V. D. Putriani, "Students' mental models in acid-base topic," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, May 2020. doi: 10.1088/1742-6596/1521/4/042092.