

Deskripsi Model Mental Peserta Didik Materi Hukum-Hukum Dasar Kimia Menggunakan Tes Diagnostik Four-Tier

Description of Students Mental Models of Basic Laws of Chemistry Material Using the Four-Tier Diagnostic Test

Diva Aulia¹ and Fajriah Azra^{1*}

¹ Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25171.

* bunda_syasfa@yahoo.com

Received on:

7th June 2025

Revised till:

10th November
2025

Accepted on:

18th November
2025

Publisher version

published on:

2th March 2026

ABSTRAK

Pemahaman konsep yang mendalam terhadap hukum-hukum dasar kimia sering kali menjadi tantangan bagi peserta didik. Gambaran dari pemahaman tersebut dapat dilihat melalui model mental yang dimiliki oleh peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan model mental peserta didik di salah satu SMA di Kota Padang pada materi hukum-hukum dasar kimia menggunakan tes diagnostik four-tier berbasis multirepresentasi kimia. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas X fase E di salah satu SMA di Kota Padang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Sampel diambil dengan teknik cluster sampling, yaitu kelas X E8 sebanyak 36 peserta didik. Instrumen yang digunakan meliputi tes diagnostik four-tier berbasis multirepresentasi kimia dan pedoman wawancara. Analisis data dilakukan dengan mengelompokkan jawaban peserta didik berdasarkan tingkat pemahaman konsep ke dalam kategori model mental, kemudian analisis statistik deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mental peserta didik terdiri atas Scientific Model (59,9%), Synthesis-Partial Understanding A (3,23%), Synthesis-Partial Understanding B (17,86%), Synthesis-Misconception (11,93%), dan Initial Model (6,87%). Model mental Scientific Model merupakan kategori dominan, dengan persentase kesesuaian hasil wawancara dan tes diagnostik mencapai 87,5%. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif sehingga terbentuk model mental peserta didik yang sesuai dengan konsep ilmiah.

KATA KUNCI

Model mental, instrumen tes diagnostik *four-tier*, multirepresentasi kimia, hukum-hukum dasar kimia.

ABSTRACT

Deep conceptual understanding of the basic laws of chemistry is often a challenge for students. This understanding can be seen through the mental models possessed by students. This study aims to describe the mental models of students in one of the high schools in Padang City on the material of the basic laws of chemistry using a four-tier diagnostic test based on chemical multirepresentations. This study uses a quantitative descriptive approach. The study population was all students of grade X phase E students at a high school in Padang City in the even semester of the 2024/2025 academic year. The sample was taken using a cluster sampling technique, namely class X E8 with 36 students. The instruments used included a four-tier diagnostic test based on chemical multirepresentations and interview guidelines. Data analysis was carried out by grouping students' answers based on the level of conceptual understanding into mental model categories, then descriptive statistical analysis. The results of the study showed that students' mental models consisted of the Scientific Model (59.9%), Synthesis-Partial Understanding A (3.23%), Synthesis-Partial Understanding B (17.86%), Synthesis-Misconception (11.93%), and Initial Model (6.87%). The Scientific Model was the dominant category, with a percentage of correspondence between interview and diagnostic test results reaching 87.5%. These findings can be a basis for teachers in designing more effective learning strategies to form students' mental models that are in line with scientific concepts.

KEYWORDS

Mental models, four-tier diagnostic test instruments, chemical multirepresentation, basic laws of chemistry

<https://doi.org/10.24036/ek.v7.i3.a619>

Diva Aulia¹ and Fajriah Azra^{1*}

2025 · Vol. 7, No. 3



1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan ilmu yang mencakup konsep-konsep dari yang sederhana hingga kompleks, serta dari yang konkret hingga abstrak. Karakteristik tersebut menyebabkan banyak peserta didik mengalami kesulitan dalam memahami konsep kimia^[1]. Kesulitan tersebut mendorong peserta didik menghafal fenomena, fakta, atau rumus tanpa memahami konsep yang mendasarinya sehingga pemahaman yang terbentuk bersifat dangkal dan tidak bertahan lama dalam memori jangka panjang^{[2][3]}.

Pemahaman konsep kimia yang mendalam memerlukan integrasi berbagai representasi kimia. Pembelajaran berbasis multirepresentasi yang mencakup tingkat makroskopik, submikroskopik, dan simbolik memungkinkan peserta didik membangun keterkaitan antarkonsep secara sistematis^[4]. Keterkaitan antarketiga representasi tersebut membentuk model mental yang lebih utuh^[5]. Model mental adalah representasi konseptual dalam pikiran individu yang membantu memahami suatu fenomena^[6]. Model mental yang berkembang secara ilmiah berkontribusi terhadap pemahaman konseptual yang lebih mendalam dan keterampilan berpikir kritis^[7]. Identifikasi model mental penting dilakukan dalam pembelajaran kimia. Identifikasi ini membantu guru mengenali kesulitan belajar peserta didik serta merancang strategi pembelajaran dan umpan balik yang sesuai^[8]. Dengan demikian, pemetaan model mental menjadi langkah strategis untuk memperbaiki kualitas pembelajaran kimia.

Hukum-hukum dasar kimia merupakan salah satu materi yang menuntut pemahaman konseptual dan kuantitatif secara simultan. Materi ini menjadi fondasi bagi pemahaman konsep kimia lanjutan. Fakta di lapangan menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam membedakan dan menerapkan hukum-hukum tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi ini masih rendah, yaitu sebesar 48,15%^[9].

Studi pendahuluan di salah satu SMA di Kota Padang juga menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami hukum-hukum dasar kimia yang dianggap abstrak, kompleks, dan penuh perhitungan, serta dalam proses pembelajaran belum menerapkan multirepresentasi kimia secara utuh, terutama tingkat submikroskopik. Kondisi tersebut berdampak pada lemahnya pemahaman konsep lanjutan dan menunjukkan perlunya analisis model mental peserta didik secara mendalam.

Berbagai penelitian telah menggunakan tes diagnostik multi-tier untuk mengidentifikasi model

mental peserta didik. Instrumen two-tier, three-tier, dan four-tier digunakan untuk mengungkap pemahaman konseptual, miskonsepsi, serta tingkat keyakinan terhadap jawaban^[10]. Penelitian menggunakan tes two-tier menunjukkan persentase model mental ilmiah sebesar 12,85% pada materi larutan elektrolit dan nonelektrolit^[11], 3,58% pada materi asam-basa^[8], 34,4% pada materi laju reaksi^[12], dan 17% pada materi ikatan kimia^[13]. Penelitian dengan tes *three-tier* juga menunjukkan rendahnya model mental ilmiah, yaitu 12,46%^[14]. Hasil serupa ditemukan melalui pertanyaan terbuka pada materi laju reaksi (8,82%)^[15], sementara satu studi pada teori asam-basa menunjukkan hasil yang lebih tinggi, yaitu 72%^[16]. Tes diagnostik *four-tier* yang dinilai lebih efektif telah digunakan dalam beberapa penelitian, dengan hasil model mental ilmiah sebesar 9,72% pada materi hidrolisis garam^[4], 18,05% pada materi larutan penyangga^[17], dan 15,18% pada materi efek rumah kaca^[10].

Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa model mental ilmiah peserta didik pada berbagai materi kimia masih tergolong rendah. Tes diagnostik *four-tier* dinilai lebih efektif karena mampu mengungkap tingkat pemahaman dan keyakinan peserta didik secara lebih mendalam serta miskonsepsi yang terjadi^[18]. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada materi selain hukum-hukum dasar kimia dan belum mengkaji topik tersebut menggunakan tes diagnostik *four-tier* pada konteks sekolah di Kota Padang. Keterbatasan ini menunjukkan adanya celah penelitian dalam pemetaan model mental peserta didik pada materi hukum-hukum dasar kimia menggunakan instrumen *four-tier* berbasis multirepresentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan model mental peserta didik pada materi hukum-hukum dasar kimia di salah satu SMA di Kota Padang tahun ajaran 2024/2025. Identifikasi model mental dilakukan menggunakan instrumen tes diagnostik *four-tier* berbasis multirepresentasi kimia yang mengelompokkan model mental ke dalam lima kategori dan wawancara peserta didik. Fokus penelitian dibatasi pada lima tujuan pembelajaran, yaitu hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum perbandingan berganda, hukum perbandingan volume, dan hipotesis Avogadro.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yang bertujuan menggambarkan model mental peserta didik pada materi hukum-hukum dasar kimia. Populasi penelitian adalah seluruh peserta didik kelas X fase E di salah satu SMA di Kota Padang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, dengan sampel sebanyak 36 peserta didik dari kelas X E8. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *cluster sampling*. Instrumen penelitian terdiri atas instrumen tes dan non-tes.

Instrumen tes berupa tes diagnostik *four-tier* berbasis multirepresentasi kimia yang terdiri dari 12 soal. Instrumen ini dikembangkan pada penelitian sebelumnya dan telah dinyatakan valid, reliabel, serta memenuhi kriteria instrumen yang baik^[19]. Instrumen non tes berupa wawancara yang digunakan untuk memperkuat temuan hasil tes. Analisis data dilakukan

melalui dua tahap. Pertama, mengelompokkan jawaban peserta didik berdasarkan tingkat pemahaman konsep ke dalam lima kategori model mental. Kedua, melakukan analisis statistik deskriptif berupa persentase untuk melihat distribusi model mental peserta didik. Kriteria model mental peserta didik berdasarkan tingkat pemahaman konsep dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Model Mental Peserta

Model Mental	Tingkat Pemahaman Konsep	Tingkatan Soal (Tier)			
		1	2	3	4
<i>Scientific Model (Sc)</i>	<i>Sound Understanding (SU)</i>	B	Y	B	Y
<i>Synthesis- Partial Understanding A (Sy-A)</i>	<i>Partial Understanding (PU)</i>	B	T	B	Y
		B	Y	B	T
		B	T	B	T
<i>Synthesis- Partial Understanding B (Sy-B)</i>	<i>Partial Understanding with Alternative Conception (PU-AC)</i>	B	Y	S	Y
		B	T	S	Y
		B	Y	S	T
		B	T	S	T
		S	Y	B	Y
		S	T	B	Y
		S	Y	B	T
		S	T	B	T
<i>Synthesis- Misconception (SM)</i>	<i>Misconception (MC)</i>	S	Y	S	Y
<i>Initial Model (I)</i>	<i>No Response (NC)</i>	S	Y	S	T
		S	T	S	Y
		S	T	S	T
		<i>No understanding (NU)</i>	S	TR	S

Sumber: Kania dkk, 2020^[10].

Keterangan :

B : Benar

S : Salah

Y : Yakin

T : Tidak yakin

TR : Tidak respon

Setelah proses pengelompokan model mental, dilakukan wawancara semi-terstruktur terhadap seluruh peserta tes diagnostik, yaitu 36 orang. Wawancara ini bertujuan untuk mengonfirmasi jawaban peserta dan menilai kesesuaian temuan dengan hasil tes diagnostik. Selain itu, wawancara digunakan untuk menggali pemahaman mendalam mengenai materi prasyarat,

kemampuan multirepresentasi kimia, dan kesulitan peserta didik dalam memahami hukum-hukum dasar kimia. Informasi ini memperkuat interpretasi model mental sehingga hasil yang diperoleh menjadi lebih komprehensif dan valid.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil tes diagnostik *four-tier* menunjukkan bahwa peserta didik disalah satu SMA di Kota Padang memiliki beragam model mental dalam memahami materi hukum-hukum dasar kimia, yang dianalisis berdasarkan lima tujuan pembelajaran sesuai Kurikulum Merdeka. Rekapitulasi hasil identifikasi model mental peserta didik disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Model Mental Peserta Didik Untuk Setiap Tujuan Pembelajaran

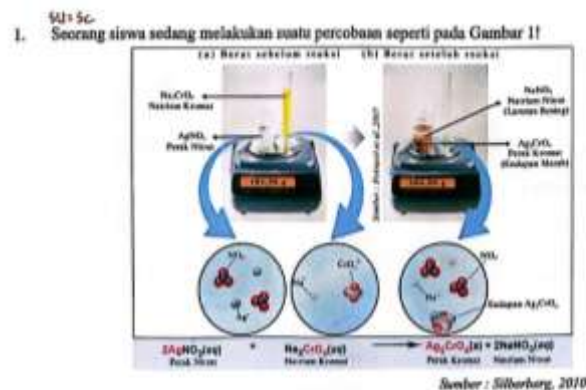
Tujuan Pembelajaran	Persentase Model Mental				
	Sc (%)	Sy-A (%)	Sy-B (%)	SM (%)	I (%)
Hukum kekekalan massa	49,99	1,38	22,21	22,21	4,16
Hukum perbandingan tetap	84,72	0,00	5,55	2,77	6,94
Hukum perbandingan berganda	54,62	8,33	25,00	7,40	4,62
Hukum perbandingan volume	62,03	6,48	21,29	3,69	6,47
Hipotesis Avogadro	48,61	0,00	15,27	23,60	12,49
Rata-rata	59,9	3,23	17,86	11,93	6,87

Berdasarkan Tabel 2, mayoritas peserta didik telah berada pada model mental ilmiah (*Scientific Model*) pada materi hukum-hukum dasar kimia, dengan persentase rata-rata sebesar 59,9%. Temuan ini menunjukkan bahwa peserta didik memiliki pemahaman konseptual yang cukup baik, terutama pada materi hukum perbandingan tetap yang menunjukkan dominasi model mental ilmiah dan minimnya miskonsepsi. Namun demikian, variasi distribusi model mental pada setiap tujuan pembelajaran menunjukkan bahwa tidak semua konsep kimia dipahami secara merata. Materi seperti hipotesis Avogadro masih menjadi tantangan, ditunjukkan oleh tingginya persentase peserta didik yang berada dalam kategori miskonsepsi (*Synthesis-Misconception*) dan *Initial Model*. Pada kategori *Initial Model*, peserta didik menunjukkan kebingungan dalam membedakan hukum-hukum dasar, seperti antara Hukum Proust dengan Hipotesis Avogadro, atau antara Hukum Gay-Lussac dengan Hipotesis Avogadro, sehingga jawaban yang diberikan tidak sesuai dengan konsep yang benar. Hal ini mengindikasikan bahwa konsep yang bersifat abstrak dan berada pada tingkat submikroskopis masih sulit dipahami oleh sebagian besar peserta didik.

Keberadaan model mental pada kategori *synthesis* menjadi temuan penting karena menunjukkan pemahaman peserta didik yang belum sepenuhnya utuh. Peserta didik dalam kategori ini memahami sebagian

konsep dengan benar, namun pemahaman tersebut masih tercampur dengan informasi atau pemikiran yang keliru. Temuan ini sejalan dengan teori perkembangan pemahaman konsep, yang menyatakan bahwa peserta didik cenderung membentuk pemahaman yang parsial, terutama pada materi yang memerlukan keterkaitan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik^[20]. Kesalahan konseptual sering kali terjadi akibat ketidaksesuaian antara konsep yang dipahami oleh peserta didik dengan konsep ilmiah yang sebenarnya. Ketidaksesuaian tersebut dapat disebabkan oleh jenis representasi yang digunakan dalam proses pembelajaran^[21]. Oleh karena itu, diperlukan intervensi pembelajaran yang lebih terarah, seperti pendekatan multirepresentasi dan menekankan keterkaitan representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Pendekatan ini diharapkan mampu memperkuat konstruksi model mental peserta didik sehingga lebih konsisten dengan konsep ilmiah yang sebenarnya.

Peserta didik dikategorikan memiliki model mental *Scientific Model* apabila memberikan jawaban yang benar secara ilmiah serta menunjukkan keyakinan terhadap alasan yang diberikan^[10]. Salah satu jawaban peserta didik ditunjukkan pada Gambar 1 pada topik hukum kekekalan massa dengan kategori *Scientific Model*.



Gambar 1
 Dari reaksi pada percobaan di gambar 1 tersebut, ilmuwan mendapatkan kesimpulan bahwa massa kedua sampel tersebut sebelum dan setelah reaksi adalah 104,5 g. Dari kesimpulannya tersebut, ilmuwan ternyata telah menguji salah satu hukum dasar kimia yaitu...

- A. Hukum Kekekalan Massa
- B. Hukum Perbandingan Tetap
- C. Hukum Perbandingan Berganda
- D. Hukum Perbandingan Volume
- E. Hipotesis Avogadro

Keyakinan terhadap pilihan jawaban:

- A. Yakin
- B. Tidak Yakin

Alasan :

- A. Dalam suatu reaksi kimia, massa zat sebelum reaksi sama dengan massa zat setelah reaksi
- B. Dalam suatu reaksi kimia, jumlah volume zat sebelum reaksi sama dengan volume zat setelah reaksi
- C. Dalam senyawa kimia apa pun, unsur-unsur selalu digabungkan dalam perbandingan massa yang pasti dan sederhana.
- D. Dalam senyawa kimia apa pun, unsur-unsur selalu digabungkan dalam perbandingan massa yang tetap

Keyakinan terhadap pilihan alasan:

- A. Yakin
- B. Tidak Yakin

Gambar 1. Jawaban Peserta Didik Kategori *Scientific Model*


Berdasarkan Gambar 1, peserta didik mampu menjawab soal terkait hukum kekekalan massa dengan benar dan memberikan alasan yang sesuai konsep ilmiah. Peserta didik juga menunjukkan tingkat keyakinan yang tinggi terhadap jawaban dan alasannya, yang mengindikasikan bahwa mereka memiliki model mental yang utuh, ditandai oleh pemahaman konsep yang benar serta keyakinan terhadap jawaban dan alasannya^[10]. Soal nomor 1 menguji pemahaman peserta didik terhadap hukum kekekalan massa melalui representasi percobaan, di mana massa total sampel sebelum dan sesudah reaksi tetap sebesar 104,5 gram. Hal ini sesuai dengan prinsip hukum kekekalan massa yang menyatakan bahwa massa

zat dalam sistem tertutup tidak berubah selama reaksi kimia, karena materi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan^[22]. Dengan kata lain, atom-atom hanya mengalami penyusunan ulang tanpa perubahan jumlah massa total.

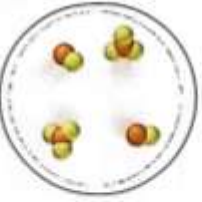
Model mental *Synthesis-Partial Understanding A* ditunjukkan oleh peserta didik yang mampu menjawab benar pertanyaan utama dan alasan, namun belum memiliki keyakinan penuh terhadap keduanya. Contoh respons peserta didik yang tergolong dalam kategori *Synthesis-Partial Understanding A* pada topik hukum perbandingan berganda ditunjukkan pada Gambar 2.

PU = 5Y - R


4. Perhatikan gambar 4 dibawah ini!



Sumber A



Sumber B



Sumber C

Gambar 4 Sumber : Silberberg, 2010

Pada gambar 4 terlihat 3 ilustrasi beberapa molekul pada gambar A, B dan C. Ketiga ilustrasi tersebut adalah ilustrasi dari senyawa bromin (orange) dan fluorin (kuning). Dari ketiga gambar ilustrasi pada gambar 4, hukum perbandingan berganda ditunjukkan pada...

A. Gambar A
 B. Gambar B ✓
 C. Gambar C
 D. Gambar B dan C
 E. Gambar A dan B

5Y - A

Keyakinan terhadap pilihan jawaban:
 A. Yakin
 B. Tidak Yakin

Alasan :
 A. Karena terdapat dua jenis senyawa yang disusun oleh satu jenis atom yang sama, dimana atom penyusun tersebut merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana.
 B. Karena terdapat dua jenis senyawa yang disusun oleh dua jenis atom yang sama, dimana salah satu atom penyusunnya memiliki jumlah yang sama dan atom penyusun yang lainnya merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana. ✓
 C. Karena terdapat dua jenis senyawa yang disusun oleh dua jenis atom yang sama, dimana atom-atom penyusunnya memiliki jumlah sama dan merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana
 D. Karena terdapat tiga jenis senyawa yang disusun oleh dua jenis atom yang sama, dimana salah satu atom penyusunnya memiliki jumlah yang sama dan atom penyusun yang lainnya merupakan perbandingan bilangan bulat dan sederhana

Keyakinan terhadap pilihan alasan:
 A. Yakin
 B. Tidak Yakin

Gambar 2. Jawaban Peserta Didik Kategori *Synthesis-Partial Understanding A*

Berdasarkan Gambar 2, peserta didik menjawab benar bahwa gambar B merupakan representasi hukum perbandingan berganda. Alasan yang disampaikan juga tepat, yaitu bahwa terdapat dua jenis senyawa yang tersusun dari dua jenis atom yang sama, di mana salah satu jenis atom memiliki jumlah yang sama dan atom lainnya memiliki perbandingan bilangan bulat sederhana. Meskipun demikian, peserta didik menunjukkan tingkat keyakinan yang rendah terhadap jawaban dan alasan tersebut. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pemahaman peserta didik mengenai hukum perbandingan berganda belum sepenuhnya utuh dan masih berada pada tahap perkembangan konsep.

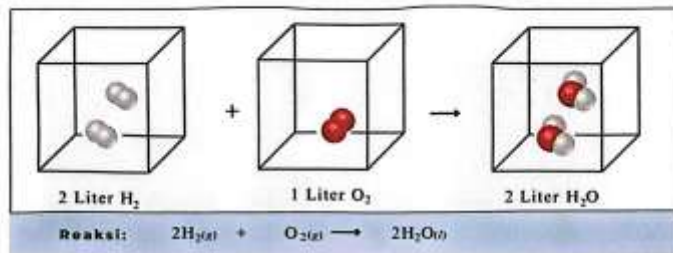
Model mental *Synthesis-Partial Understanding B* ditunjukkan oleh peserta didik yang memiliki pengetahuan ilmiah yang benar namun belum lengkap, serta masih meragukan pemahaman yang dimilikinya^[10]. Salah satu contoh jawaban peserta didik kategori *Synthesis-Partial Understanding B* yang terdapat pada topik hukum perbandingan tetap. Pada contoh tersebut, peserta didik mampu menghitung dengan benar bahwa 84 g uraninit yang mengandung 74 g uranium akan berbanding dengan 102 kg uraninit yang mengandung sekitar 89,8 kg uranium. Namun, peserta didik memilih alasan yang tidak tepat, yaitu hukum perbandingan berganda dan persentase massa uranium sebesar 88%, serta menunjukkan tingkat keyakinan tinggi terhadap

alasan yang keliru tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mereka terhadap hukum perbandingan tetap masih kurang, terutama dalam mengaitkan hasil perhitungan dengan prinsip dasar bahwa unsur-unsu dalam suatu senyawa selalu bergabung dalam perbandingan massa yang tetap, terlepas dari jumlah zat yang bereaksi^[23]. Meskipun perhitungan mereka benar, kesalahan dalam memilih alasan yang sesuai menunjukkan adanya miskonsepsi terhadap konsep hukum perbandingan tetap. Peserta didik perlu kecermatan dan logika yang baik untuk dapat memecahkan soal-soal hukum perbandingan tetap^[24]. Keberhasilan peserta didik dalam menyelesaikan soal perhitungan berdasarkan hukum perbandingan tetap menunjukkan bahwa mereka mampu menerapkan

konsep secara matematis. Namun demikian, hasil wawancara mengungkapkan bahwa pemahaman tersebut cenderung bersifat hafalan dan belum didukung oleh pemahaman konseptual yang mendalam. Peserta didik juga kerap menggeneralisasi secara keliru isi dari satu hukum kimia ke hukum lainnya, sebagaimana terlihat pada soal ini.

Model mental *Synthesis-Misconception* ditunjukkan oleh peserta didik yang memilih jawaban dan alasan yang tidak tepat, namun tetap meyakini keduanya^[10]. Contoh respons peserta didik yang termasuk kategori *Synthesis-Misconception* pada topik hukum perbandingan volume ditunjukkan pada Gambar 3.

5. Perhatikan gambar 5 dibawah ini !



Gambar 5

Dalam reaksi tersebut jika 2 L gas H_2 direaksikan dengan gas O_2 untuk menghasilkan 2 L H_2O maka gas O_2 yang habis bereaksi adalah 1 L. Jika direaksikan 10 L gas H_2 , berapa gas O_2 yang direaksikan untuk menghasilkan 10 L gas H_2O ?

- A. 2 L
- B. 5 L
- C. 10 L
- D. 15 L
- E. 20 L

Keyakinan terhadap pilihan jawaban:

- A. Yakin
- B. Tidak Yakin

Alasan :

- A. Dalam senyawa kimia apa pun, unsur-unsur selalu digabungkan dalam proporsi massa yang pasti.
- B. Jika dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, massa satu unsur dikombinasikan dengan massa tetap yang kedua berada dalam perbandingan bilangan bulat kecil
- C. Ketika gas bereaksi pada suhu dan tekanan yang sama, volume penggabungannya berada dalam perbandingan bilangan bulat sederhana
- D. Pada suhu dan tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan jumlah gas

Keyakinan terhadap pilihan alasan:

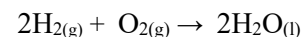
- A. Yakin
- B. Tidak Yakin

Gambar 3. Jawaban Peserta Didik Kategori *Synthesis-Misconception*

Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa peserta didik memilih jawaban yang salah untuk pertanyaan utama, yaitu gas O_2 yang dibutuhkan untuk menghasilkan 10 L gas H_2O adalah 15 L, dan meyakini jawabannya. Selain itu, peserta juga memilih alasan yang keliru, yakni pada suhu dan tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan jumlah gas, dan yakin terhadap alasan tersebut. Jawaban yang tepat untuk soal ini adalah opsi B (5 L). Untuk mencari volume gas O_2 yang dibutuhkan untuk menghasilkan 10 L gas H_2O Jika diketahui volume $\text{H}_2\text{O} = 10$ L, maka:

$$\text{Volume O}_2 = \frac{1}{2} \times 10 \text{ L} = 5 \text{ L}$$

pada suhu dan tekanan yang sama, digunakan hukum Gay-Lussac. Berdasarkan reaksi:



Dari reaksi kita tahu bahwa 1 mol (atau 1 volume) O_2 menghasilkan 2 mol (atau 2 volume) H_2O . Lalu gunakan perbandingan volume, karena suhu dan tekanan tetap, maka volume gas juga mengikuti perbandingan koefisien di dalam persamaan.

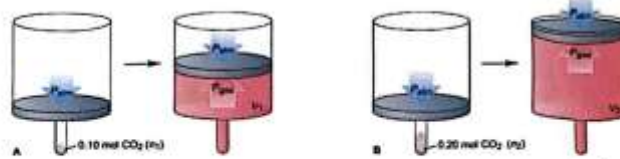
$$\frac{\text{Volume O}_2}{\text{Volume H}_2\text{O}} = \frac{1}{2}$$

Alasan yang tepat adalah opsi C, yaitu bahwa ketika gas bereaksi pada suhu dan tekanan yang sama, volume gas yang berpartisipasi dalam reaksi bergabung dalam perbandingan bilangan bulat sederhana. Jawaban dan alasan yang dipilih peserta didik tersebut menunjukkan adanya miskonsepsi terhadap konsep Hukum Gay-Lussac mengenai perbandingan volume gas dalam reaksi kimia. Alasan yang dipilih peserta didik juga memperlihatkan adanya kebingungan dalam membedakan hukum dasar, karena mereka cenderung menyamakan Hukum Gay-Lussac dengan Hipotesis Avogadro, padahal keduanya memiliki fokus konsep yang berbeda. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa 77,78% peserta didik memberikan jawaban salah pada soal terkait hukum Gay-Lussac, yang disebabkan oleh

kurangnya pemahaman bahwa bilangan bulat sederhana juga merepresentasikan koefisien gas dalam persamaan reaksi^[9]. Penelitian lain juga menunjukkan kecenderungan peserta didik untuk menghafal representasi submikroskopik dan simbolik yang disajikan dalam bentuk deskripsi kata-kata, tanpa memahami keterkaitannya dengan proses reaksi yang sebenarnya^[25].

Kategori model mental *Initial Model* ditunjukkan ketika peserta didik tidak mampu memberikan jawaban dan alasan yang benar, serta tidak memiliki keyakinan atau tidak merespons tingkat keyakinan terhadap jawabannya^[10]. Salah satu contoh jawaban peserta didik seperti ditunjukkan pada Gambar 4 merupakan kategori *Initial Model* yang terdapat pada topik hipotesis avogadro.

3. **NU = 1**
Perhatikan ilustrasi pada gambar 3!



Sumber : Silberberg, 2010

Gambar 3

Dari kedua percobaan pada gambar 3 dapat dilihat pada gambar bagian A sebanyak 0,1 mol $\text{CO}_2(g)$ dimasukkan ke dalam tabung, saat CO_2 tadi berubah menjadi gas maka akan mendorong piston keatas hingga $P_{\text{gas}} = P_{\text{atm}}$ dan akan terlihat jika gas menempati volume tertentu.

Pada gambar bagian B juga dapat terlihat, ketika 0,2 mol $\text{CO}_2(g)$ dimasukkan ke dalam tabung, saat CO_2 berubah menjadi gas maka akan mendorong piston keatas hingga $P_{\text{gas}} = P_{\text{atm}}$ dan akan terlihat jika gas menempati volume tertentu.

Dari kedua percobaan tersebut dapat dilihat jika semakin banyak jumlah mol yang kita masukkan maka volumenya juga akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan...

- A. Hukum Lavoisier
- B. Hukum Dalton
- C. Hukum Proust
- D. Hukum Gasy Lussac
- E. Hipotesis Avogadro

Keyakinan terhadap pilihan jawaban:

- A. Yakin
- B. Tidak Yakin

Alasan :

- A. Ketika gas bereaksi pada suhu dan tekanan yang tetap, volume penggabungannya berada dalam perbandingan bilangan bulat sederhana.
- B. Ketika gas bereaksi pada suhu dan volume yang tetap, tekanan penggabungannya berada dalam perbandingan bilangan bulat sederhana.
- C. Pada suhu dan tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan jumlah gas.
- D. Pada suhu dan tekanan tetap, volume gas berbanding terbalik dengan jumlah gas

Keyakinan terhadap pilihan alasan:

- A. Yakin
- B. Tidak Yakin

Gambar 4. Jawaban Peserta Didik Kategori *Initial Model*

Berdasarkan Gambar 4, peserta didik memilih jawaban yang salah, yaitu semakin banyak jumlah mol maka volume semakin besar, dan mengaitkannya secara keliru dengan Hukum Proust. Alasan yang dipilih juga tidak tepat, yaitu bahwa volume penggabungan gas berada dalam perbandingan bilangan bulat sederhana, dan peserta didik tidak memiliki keyakinan terhadap jawabannya. Padahal secara empiris, penambahan jumlah mol gas memang menyebabkan peningkatan

volume, sesuai dengan Hipotesis Avogadro yang menyatakan bahwa pada suhu dan tekanan tetap, volume gas berbanding lurus dengan jumlah mol^[23]. Dengan demikian, jawaban dan alasan yang benar adalah opsi E dan C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap Hipotesis Avogadro belum utuh, karena mereka cenderung menghafal konsep tanpa memahami makna yang terkandung di dalamnya. Temuan ini semakin menguatkan bahwa peserta didik

mengalami kebingungan dalam membedakan Hukum Proust dan Hipotesis Avogadro, sehingga jawaban yang diberikan tidak sesuai dengan konsep yang seharusnya.

Selanjutnya dilakukan wawancara terhadap 36 peserta didik untuk mengonfirmasi kesesuaian jawaban tes diagnostik dengan pemahaman mereka. Hasil wawancara menunjukkan bahwa banyak peserta didik kesulitan dalam perhitungan, membedakan hukum-hukum dasar kimia, memahami konteks soal, serta mengaitkan tiga level representasi kimia. Meskipun sebagian peserta didik telah melihat representasi makroskopik dan submikroskopik melalui media pembelajaran, mereka belum memahami makna representasi tersebut secara mendalam, termasuk materi prasyarat seperti konsep dasar kimia, struktur atom, dan reaksi kimia. Persentase kesesuaian jawaban tes dengan jawaban wawancara peserta didik pada TP 1 adalah sebesar 91,5%, pada TP 2 sebesar 88,6%, pada TP 3 sebesar 83%, pada TP 4 sebesar 88,6%, dan pada TP 5 sebesar 85,8%. Secara keseluruhan, rata-rata kesesuaian jawaban peserta didik adalah sebesar 87,5%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik menjawab berdasarkan pemahaman. Namun, sebagian kecil menunjukkan ketidaksesuaian yang dipengaruhi oleh faktor lainnya. Variasi model mental peserta didik dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti penjelasan guru, pengalaman belajar, penggunaan bahasa, serta kemampuan memahami hubungan sebab-akibat^[26]. Belum optimalnya penerapan tiga level representasi, khususnya pada level submikroskopik, menyebabkan peserta didik kesulitan memahami konsep kimia secara utuh dan cenderung menghafal tanpa pemahaman mendalam.

Berdasarkan hasil analisis model mental peserta didik pada materi hukum-hukum dasar kimia di salah satu SMA di Kota Padang, informasi ini dapat dijadikan sebagai dasar evaluasi serta pertimbangan dalam pemilihan media, model, metode, dan strategi pembelajaran ke depan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah mengintegrasikan tiga level representasi kimia (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik) secara utuh dalam setiap proses pembelajaran. Khususnya pada level submikroskopik, pemahaman peserta didik dapat ditingkatkan melalui pemanfaatan media pembelajaran seperti PowerPoint, molymod, atau animasi digital yang tidak tampak secara langsung. Dengan demikian, peserta didik diharapkan mampu memahami konsep kimia yang abstrak secara lebih komprehensif dan mengembangkan model mental ilmiah (*Scientific Model*).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa peserta didik di salah satu SMA di Kota Padang memiliki model mental yang beragam pada materi hukum-hukum dasar kimia. Model mental yang paling dominan adalah *Scientific Model* dengan persentase 59,9%, diikuti oleh *Synthesis-Partial Understanding B* (17,86%), *Synthesis-Misconception* (11,93%), *Synthesis-Partial Understanding A* (6,87%), dan *Initial Model* (6,87%). Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah memahami konsep

sesuai dengan model ilmiah, meskipun masih terdapat kelompok peserta didik yang mengalami miskonsepsi atau memiliki pemahaman yang belum sepenuhnya lengkap.

REFERENSI

- [1] Eliyawati E, Agustin RR, Sya'bandari Y, Putri RAH. Smartchem: An Android Application for Learning Multiple Representations of Acid-Base Chemistry. *Journal Science Learning*. 2020;3(3).
- [2] Kholidanata F, Wiji W, Yuliani G. Profil Model Mental Siswa Pada Materi Hidrolisis Garam Berdasarkan Strategi Evaluasi Model Predict-Observe-Explain (POE). *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia*. 2023;11(2).
- [3] Sandi A, Neviyarni N. Ingatan II: Pengorganisasian, Lupa dan Model-Model Ingatan. *Edukatif Jurnal Ilmu Pendidikan*. 2021;3(1).
- [4] Jelita NP, Azra F. Deskripsi Model Mental Peserta Didik Menggunakan Tes Diagnostik Four-Tier pada Materi Hidrolisis Garam di SMAN 1 Lengayang. *Edukimia*. 2024;6(3).
- [5] Yoni AAS, Suja IW, Karyasa IW. Profil Model Mental Siswa Sma Kelas X Tentang Konsep-Konsep Dasar Kimia Pada Kurikulum Sains Smp. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*. 2019;2(2).
- [6] Jansoon N, Coll RK, Somsook E. Understanding Mental Models of Dilution International Journal of Environmental & Science Education Understanding Mental Models of Dilution In Thai Students. *International Journal Environmental Science Education*. 2014;4(2).
- [7] Murni HP, Azhar M, Ulianas A. Mental Models and Understanding Student of Grade XI High School in the Reaction Rate Material. *Internasional Journal Of Progressive Science and Technologies (IJPSAT)* 2019;13(2).
- [8] Redhana IW, Sudria IB, Suardana IN, Suja IW, Putriani VD. Students' mental models in acid-base topic. *Journal Physics Conference Series*. 2020;1521(4).
- [9] Norjana R., Santosa, Joharmawan R. Identifikasi Tingkat Pemahaman Konsep Hukum-Hukum Dasar Kimia Dan Penerapannya Dalam Stoikiometri Pada Siswa Kelas X Ipa Di MAN 3 Malang. *Jurnal Pembelajaran Kimia*. 2016;1(2).
- [10] Ismi Kania V, Samsudin A, Hadiana Aminudin A, Rachmadtullah R, Jermstipparsert K, Nurtanto M. Multitier of Greenhouse Effect (MoGE) Instrument Development to Identify Middle School Students' Mental Model in Thailand with Rasch Analysis. *Internasional Journal of Advanced Science and Technology*. 2020;29(7).
- [11] Suari NNJ. Profil Model Mental Siswa Tentang Larutan Elektrolit Dan Nonelektrolit. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*. 2019;2(2).
- [12] Pikoli M, Sukertini K, Isa I. Analisis Model Mental Siswa dalam Mentransformasikan Konsep Laju Reaksi Melalui Multipel Representasi. *Jambura Journal Education Chemistry*. 2022;4(1).

- [13] Hasanah D, Wiji W, Mulyani S, Widhiyanti T. Students' Mental Model Profiles on Chemical Bonding Concept Using a Two-Tier Mental Model Diagnostic Test (TDM-Two-Tier). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 2023;9(11).
- [14] Suja IW, Sudiana IK, Redhana IW, Sudria IBN. Mental Model of Prospective Chemistry Teachers on Electrolyte and Nonelectrolyte Solutions. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2021;1115(1).
- [15] Sodanango PY, Munzil M, Sumari S. Analisis Model Mental Peserta Didik SMA dalam Memahami Konsep Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Teori Penelitian, dan Pengembangan*. 2021;6(10).
- [16] Anggun Variasi Islami AS. Pemetaan Model Mental Mahasiswa. *Jurnal Edukasi Sains*. 2019;1(2).
- [17] Ramadhani F, Azra F, Description Of Students' Mental Models On Buffer Solution Materials Using Four-Tier Diagnostic Tests. *Chimica Didactica Acta*. 2024;12(02).
- [18] Kustiarini FT, Susanti VH E, Saputro ANC. Penggunaan Tes Diagnostik Three-Tier Test Alasan Terbuka untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Larutan. *Jurnal Pendidikan Kimia* 2019;8(2).
- [19] Fadhillah T, Azra F. Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Four-Tier Hukum Dasar Kimia untuk Mengidentifikasi Model Mental Peserta Didik. *Edukimia*. 2024;6(3).
- [20] Permatasari MB, Rahayu S, Dasna IW. Chemistry Learning Using Multiple Representations: A Systematic Literature Review. *Journal Science of Learning*. 2022;5(2).
- [21] Santi AN is, Rahayu M. Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Larutan Elektrolit dan Non Elektrolit Menggunakan Instrumen Multirepresentasi Four-Tier Diagnostic Test Berbasis Piktorial. *UNESA Journal of Chemical Education*. 2022;11(3).
- [22] Petrucci HR dkk. *Kimia Dasar Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern*. Jakarta: Erlangga; 2011.
- [23] Brady, James E., Neil D. Jespersen, and Alison Hyslop. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter*. 6th ed. New York: John Wiley and Sons; 2012.
- [24] Fajriani GN, Sopandi W, Kadarohman A. Miskonsepsi Siswa Yang Menggunakan Teks Perubahan Konseptual Mengenai Hukum-Hukum Dasar Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia*. 2019;3(1).
- [25] Nurlaila N. Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik dengan Menggunakan Media Animasi dengan Pendekatan Submikroskopik Pada Pembelajaran Ikatan Kimia di Kelas X IPA. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 2018;1(1).
- [26] Lin JW, Chiu MH. The Mismatch Between Students' Mental Models Of Acids/Bases And Their Sources And Their Teacher's Anticipations Thereof. *International Journal Science Education*. 2010;32(12).