

**TES DIAGNOSTIK PREDIKSI-OBSERVASI-EKSPLANASI (POE) REAKSI KIMIA  
UNTUK MENGGALI MODEL MENTAL SISWA**

***THE CHEMICAL REACTION PREDICT-OBSERVE-EXPLAIN (POE) DIAGNOSTICS  
TEST FOR EXPLORING SUDENT'S MENTAL MODEL***

Siti Katmiati<sup>1</sup>, Chusnur Rahmi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No.229, Kota Bandung

<sup>2</sup>Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Lorong Ibnu Sina No.2, Kopelma Darussalam, Kota Banda Aceh

\*e-mail korespondensi: chusnur.rahmi@ar-raniry.ac.id

**Abstrak**

Model mental menggambarkan kemampuan konseptual siswa dalam memahami dan mempertautkan konsep kimia pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Guru perlu memeriksa model mental yang dikembangkan siswa untuk mengidentifikasi kesalahan konsep dalam pembelajaran. Model mental siswa dapat dieksplorasi secara luas menggunakan tes diagnostik. Untuk itu, penelitian ini mengembangkan sebuah instrumen tes diagnostik menggunakan metode prediksi-observasi-eksplanasi. Instrumen ini dapat digunakan guru untuk menggali model mental siswa pada konsep reaksi kimia. Penelitian ini menerapkan metode *Reaserch and Development* (R&D) meliputi kajian standar isi kurikulum 2013 dan representasi materi; penyusunan indikator, soal dan jawaban tes; validasi ahli; uji coba soal; dan uji coba identifikasi model mental siswa. Tes diagnostik POE-Reaksi Kimia terdiri atas 4 soal. Setiap soal terbagi menjadi 3 bagian yang menggali model mental siswa pada bagian prediksi, observasi, dan eksplanasi berbasis multipel representasi. Secara konten dan pedagogi, tes diagnostik POE-Reaksi Kimia dinyatakan valid oleh 6 dosen tim ahli. Berdasarkan hasil uji coba ditemukan bahwa Tes Diagnostik POE-Reaksi Kimia mempunyai aspek keterbacaan yang baik. Tes ini mampu menggali 10 tipe model mental siswa terhadap suatu reaksi kimia pada level makroskopik, submikroskopik dan simbolik.

**Kata kunci:** model mental, reaksi kimia, tes diagnostik POE

**Abstract**

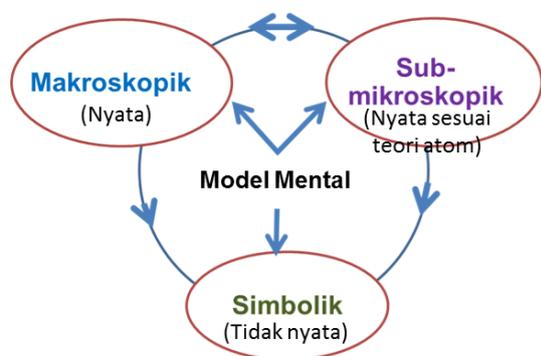
Mental models describe students' conceptual abilities in understanding and linking chemical concepts at the macroscopic, submicroscopic, and symbolic levels. Teachers need to examine the mental models that developed by students to identify misconceptions in learning. Students' mental models can be explored extensively using diagnostic tests. For this reason, this study developed a diagnostic test instrument using the prediction-observation-explanation method. This instrument can be used by teachers to explore students' mental models about chemical reactions. This study applied the Reaserch and Development (R&D) method, through content standards of 2013 curriculum and multiple representation about chemical reaction; indicators, items, and answers development; experts validation; legibility test; and trial of student's mental model identification. The POE-Chemical Reaction diagnostics test consist of 4 questions. Each question is divided into 3 parts that explore student's mental model at the prediction, observation, and explanation steps by regarding multiple representations. The test is declared pedagogically and contentally valid by 6 expert lecturer. Based on the result of trial test is found that the POE-Chemical Reaction Diagnostics Test has good readability. The test is able to explore 10 types of student's mental model about chemical reaction at the macroscopic, submicroscopic and symbolic levels.

**Keywords:** mental model, chemical reaction, POE diagnostics test

## PENDAHULUAN

Pemahaman kimia mencakup tiga tingkatan representasi yang meliputi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Jansoon et al., 2009). Level makroskopik menyajikan fenomena kimia yang dapat diobservasi siswa baik menggunakan panca indra maupun alat bantu. Misalnya mengamati indikator terjadinya reaksi kimia melalui perubahan warna dan suhu, terbentuknya endapan dan gelembung gas. Level submikroskopik menjelaskan secara molekular mengapa fenomena dapat terjadi dan apa yang terjadi pada partikel seperti atom, molekul, dan ion. Pada dasarnya, level submikroskopik merupakan representasi nyata, akan tetapi tidak akan dapat diamati siswa secara langsung. Oleh karena itu dibutuhkan simbol-simbol kimia, model atom, persamaan reaksi, grafik, dan diagram yang disajikan pada level simbolik (Chandrasegaran et al., 2007; Jansoon et al., 2009; Talanquer, 2011). Ketiga level ini dikenal dengan multipel representasi, satu sama lain saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran.

Dalam pembelajaran kimia, siswa harus mampu memahami konsep dan menghubungkan ketiga level representasi. Hal inilah yang menyebabkan pembelajaran kimia pada domain kognitif begitu kompleks (Wang, 2007). Pemahaman konsep kimia pada ketiga level representasi dan kemampuan menghubungkannya dikenal sebagai model mental (Wiji, 2014).



Gambar 1. Hubungan multi representasi kimia dalam pembentukan model mental (W. Wiji et al., 2018.)

Model mental yang dimiliki setiap siswa bersifat unik dan berbeda satu dengan yang lainnya. Model mental dibentuk dan berkembang ketika proses pembelajaran. Model mental siswa dapat berubah seiring dengan semakin banyaknya pengetahuan yang diterima (Harrison et al., 1999).

Karakteristik model mental siswa yang tidak stabil, selalu berubah, dan tidak konsisten menyebabkan sulitnya guru mengidentifikasi dan memahami model mental siswa. Nahum et al. (2004) mengemukakan bahwa guru harus mengetahui model mental yang dibentuk siswanya. Hal ini dilakukan untuk memeriksa bahwa tidak berkembangnya pemahaman kimia yang cacat dalam pikiran siswa.

Menurut Wang (2007) model mental siswa dapat diungkap menggunakan tes diagnostik metode prediksi-observasi-eksplanasi. Tes diagnostik ini sangat tepat digunakan untuk mengidentifikasi model mental kimia siswa dengan mengakomodasi ketiga level representasi (Acar Sesen, 2013; Kala et al., 2013) Tes diagnostik ini mampu mengukur pengetahuan kimia secara komprehensif. Siswa dapat secara bebas dan leluasa mendeskripsikan model mentalnya. Model mental siswa perlu dianalisis supaya guru dapat mengetahui bagaimana pemahaman siswa terhadap konsep kimia pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Melalui analisis model mental, guru dapat mengidentifikasi munculnya miskonsepsi yang menghambat pembelajaran (Rahmi et al., 2020). Brandriet & Bretz (2014) menambahkan bahwa siswa yang mengembangkan model mental tidak ilmiah sangat berpotensi mengalami miskonsepsi dalam pembelajaran kimia.

Chandrasegaran et al. (2007) melaporkan bahwa siswa kesulitan dalam merepresentasikan zat kimia pada level makroskopik dan submikroskopik. Pemahaman representasi siswa pada level simbolik juga sangat minim. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Yaroch (1985) yang melaporkan bahwa siswa hanya memahami reaksi kimia pada level makroskopik dan simbolik. Siswa belum mampu menganalisis dan mendeskripsikan reaksi kimia secara submikroskopik. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya kemampuan siswa dalam merepresentasikan hubungan atom dalam

molekul. Siswa tidak paham makna setiap partikel yang terlibat dalam suatu reaksi kimia, walaupun telah menuliskan dan menyetarakan persamaan reaksi dengan benar. Hal ini sejalan dengan temuan Baah & Ampiah (2012) bahwa siswa tidak mampu menyetarakan persamaan reaksi pembakaran senyawa hidrokarbon. Siswa kesulitan menuliskan rumus senyawa sehingga tidak mampu memprediksi produk reaksi dengan benar. Siswa juga gagal menafsirkan suatu reaksi dalam bentuk persamaan simbol kimia.

Tes diagnostik prediksi-observasi-eksplanasi sangat sesuai untuk digunakan sebagai tes evaluasi hasil belajar siswa pada kurikulum 2013. Tes diagnostik ini mengakomodasi setiap langkah pendekatan pembelajaran saintifik yakni mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan. Tes diagnostik prediksi-observasi-eksplanasi terbagi menjadi 3 bagian yakni (1) tahap prediksi yang melatih siswa mengasosiasi fenomena dengan konsep kimia, (2) tahap observasi yang melatih siswa mengamati fenomena kimia, menanya dan mengumpulkan data dari hasil observasi, dan (3) tahap eksplanasi yang melatih siswa menyampaikan hasil pengamatan dan kesimpulan berdasarkan analisis, serta mengkomunikasikan dan menghubungkan data-data yang telah ditemukan.

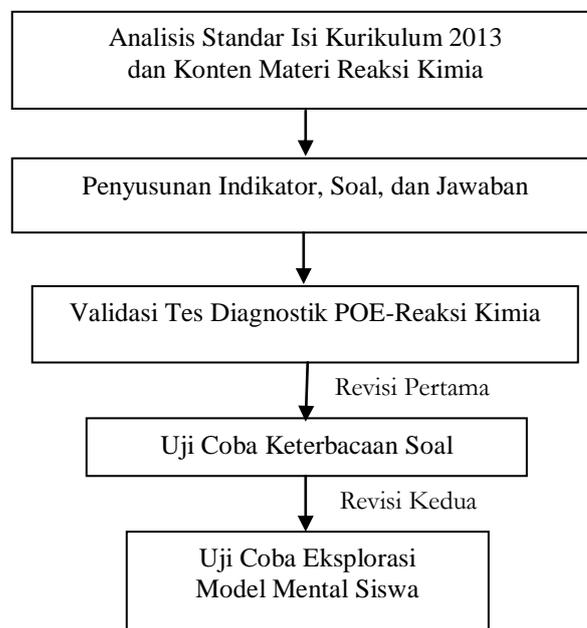
Mencermati uraian di atas, maka perlu dikembangkan instrumen tes diagnostik yang dapat mengeksplorasi model mental siswa. Untuk itu, penelitian ini mengembangkan sebuah instrumen tes diagnostik prediksi-observasi-eksplanasi yang dapat membantu guru dalam menggali model mental siswa pada materi reaksi kimia.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* melalui modifikasi model Sukmadinata (2012) yang meliputi tahap pengembangan tes, validasi, revisi pertama, uji coba tahap awal, revisi kedua, dan uji coba diperluas. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Tahap awal dilakukan dengan mengkaji standar isi kurikulum 2013 pada Kompetensi Dasar (KD) 3.11 kimia kelas X untuk menentukan kedudukan, keluasan, dan kedalaman materi reaksi kimia. Analisis konten dilakukan dengan mengkaji representasi materi reaksi kimia menggunakan 6 buku teks kimia

dasar. Hasil analisis standar isi dan konten dijadikan sebagai acuan peneliti dalam menyusun indikator, soal, dan jawaban tes diagnostik.



Gambar 2. Alur Pengembangan Tes Diagnostik POE-Reaksi Kimia

Tes diagnostik POE-Reaksi Kimia selanjutnya divalidasi oleh 6 dosen pakar pendidikan kimia dan kimia. Tim ahli memperhatikan kesesuaian indikator soal terhadap KD, soal terhadap indikator, dan jawaban terhadap soal. Saran dan komentar tim ahli digunakan untuk memperbaiki instrumen awal yang telah dikembangkan.

Tes diagnostik yang telah divalidasi kemudian diuji coba secara terbatas pada 10 siswa kelas XI salah satu SMA Negeri di kota Bandung untuk melihat aspek keterbacaan setiap soal. Hasil uji coba dianalisis secara deskriptif kualitatif untuk memperbaiki kualitas redaksi soal. Pada tahap terakhir, dilakukan uji coba tes Diagnostik POE-Reaksi Kimia yang diperluas terhadap 30 siswa untuk mengetahui kemampuan tes dalam menggali model mental kimia siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian terhadap standar isi kurikulum 2013 kimia SMA menunjukkan bahwa materi reaksi kimia tercakup pada KD 3.11 yang mengharuskan siswa mampu menerapkan konsep persamaan reaksi. Siswa dituntut untuk mampu mendeskripsikan reaksi kimia melalui persamaan reaksi. Hasil kajian konten

menunjukkan bahwa 6 buku teks kimia dasar (Brown, 2015; Chang, 2004; McMurry & Fay, 2012; Silberberg, 2007; Whitten et al., 2014.; Zumdahl & DeCoste, 2010) menyajikan materi reaksi kimia pada tiga level representasi. Reaktan dan produk dalam suatu reaksi kimia dinyatakan dengan sebuah persamaan reaksi yang setara.

Hasil kajian kurikulum dan konten selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam merumuskan 4 indikator soal yaitu: a) mendeskripsikan reaksi kimia yang menghasilkan gas, b) mendeskripsikan reaksi kimia yang mengalami perubahan temperatur, c) mendeskripsikan reaksi kimia yang menghasilkan perubahan warna, dan d) mendeskripsikan reaksi kimia yang membentuk endapan. Berdasarkan indikator tersebut, kemudian dikembangkan 4 soal tes yang mengikuti pola prediksi, observasi, eksplanasi. Keempat soal menggunakan reaktan yang berbeda. Contoh soal tes diagnostik POE-Reaksi Kimia disajikan pada Gambar 3.

Pada soal prediksi, siswa diminta memperkirakan hasil reaksi padatan tertentu dengan larutan asam kuat, dan memberikan alasan yang mendukung prediksinya. Tahap ini mengakomodasi berkembangnya model mental siswa pada level submikroskopik. Pada soal observasi, siswa menyaksikan demonstrasi percobaan yang disajikan dalam video singkat. Tahap ini mengakomodasi berkembangnya model mental siswa pada level makroskopik. Siswa menguji prediksinya dengan mengamati fenomena kimia dan menuliskan hasil pengamatannya. Pada soal eksplanasi, siswa dituntut untuk mampu menjelaskan reaksi kimia dengan menghubungkan tiga level representasi kimia. Bagian eksplanasi terdiri atas beberapa pertanyaan yang disusun untuk mengeksplorasi model mental siswa secara mendalam terhadap reaksi kimia.

#### Soal Prediksi

Seorang siswa mereaksikan padatan kalsium karbonat 0,2 gram dengan 10 mL larutan asam klorida 2 M.

- a. Prediksikan apa yang akan terjadi? Berikan alasan Anda!

#### Soal Observasi

- b. Perhatikan dengan seksama video percobaan berikut untuk menguji prediksi Anda. Catatlah hasil pengamatan Anda (amati setiap perubahan yang terjadi)!

#### Soal Eksplanasi

- c. Sebutkan partikel yang menyusun setiap zat pada reaktan?  
d. Partikel apa saja yang akan berinteraksi menghasilkan produk?  
e. Sebutkan partikel yang menyusun setiap zat pada produk?  
f. Tuliskan persamaan reaksi secara keseluruhan?  
g. Tunjukkan bahwa persamaan yang setara mematuhi Hukum Lavoisier?

Gambar 3. Soal Tes pada Indikator Mendeskripsikan Reaksi Kimia yang Menghasilkan Gas

Soal Tes Diagnostik POE-Reaksi Kimia yang telah disusun selanjutnya dicermati kesesuaiannya terhadap indikator dan jawaban berdasarkan KD kurikulum 2013 oleh tim ahli. Validasi dilakukan oleh 6 dosen pakar kimia dan pendidikan kimia. Instrumen dikatakan valid jika mampu mengukur apa yang seharusnya diukur (Sugiyono, 2013). Validitas yang diukur adalah validitas isi yang meliputi kesesuaian indikator terhadap KD pada standar isi kurikulum 2013, validasi butir soal tes terhadap indikator soal, dan validasi jawaban terhadap soal tes. Hasil validasi isi terhadap tes yang dikemangkan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Tes Diagnostik POE-Reaksi Kimia

Aspek yang Dinilai	Penilaian Validator					
	1	2	3	4	5	6
Kesesuaian KI, KD, dan indikator soal	Valid					
Kesesuaian soal dan indikator soal	Valid dengan revisi pada redaksi kalimat soal, perubahan soal prediksi untuk indikator ketiga, dan penambahan item soal eksplanasi					
Kesesuaian jawaban dan soal	Valid dengan revisi pada jawaban eksplanasi yang menjelaskan partikel pada level submikroskopik					

Berdasarkan Tabel 1, hasil validasi diperoleh bahwa Tes diagnostik POE-Reaksi kimia dinyatakan valid secara konten dan pedagogi. Validator menyarankan perbaikan redaksi kalimat, misalnya pada soal prediksi kata “*mereaksikan*” diganti dengan kata “*mencampurkan*”. Peneliti menambahkan pertanyaan “*Tuliskan persamaan ion bersih*” pada soal eksplanasi sesuai dengan saran validator untuk mengeksplorasi pemahaman submikroskopik siswa terhadap reaksi kimia. Peneliti juga mengganti reaktan pada soal ketiga

dengan larutan timbal (II) nitrat dan kalium iodida supaya perubahan warna dari reaksi dapat diamati dengan jelas. Dengan demikian, tes diagnostik POE-Reaksi kimia layak untuk diujicobakan kepada siswa.

Tes diagnostik POE-Reaksi kimia yang telah dinyatakan valid dan direvisi sesuai dengan saran validator, kemudian diuji coba secara terbatas pada 10 siswa kelas XI. Hasil ujicoba ditentukan berdasarkan analisis jawaban siswa terhadap soal tes. Hasil ujicoba menunjukkan bahwa tingkat keterbacaan redaksi soal tergolong baik dan dapat dipahami siswa. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan siswa dalam menjawab soal prediksi, observasi, dan eksplanasi. Siswa juga mampu memberikan penjelasan yang mengarah pada kebenaran jawaban. Pada soal eksplanasi, ditemukan siswa yang belum mampu menjawab dengan benar. Walaupun demikian, peneliti tetap membutuhkan soal tersebut untuk menggali kemampuan kognitif siswa dalam menghubungkan tiga level representasi kimia.

Tes diagnostik POE-Reaksi kimia selanjutnya diuji coba secara meluas untuk melihat performanya dalam mengeksplorasi model mental siswa. Hasil ujicoba tersebut menunjukkan bahwa tes diagnostik ini dapat mengungkap model mental siswa terhadap reaksi kimia pada tiga level representasi. Model mental siswa dikelompokkan berdasarkan analisis terhadap kemiripan jawaban. Tipe model mental siswa yang berhasil diungkap untuk indikator soal pertama dan kedua disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Model Mental Siswa pada Konsep Reaksi Kimia yang Menghasilkan Gas

Fenomena Kimia	Tipe Model Mental	Jumlah Siswa
Reaksi padatan kalsium karbonat dengan larutan asam klorida	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang menghasilkan gas pada level submikroskopik dan simbolik	9
	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang menghasilkan gas, walaupun memahami sebagian konsep pada level submikroskopik dan simbolik	12
	Mampu menyetarakan persamaan reaksi yang menghasilkan gas dan menuliskan rumus kimia senyawa dengan benar,	9

tetapi tidak mampu menjelaskannya pada level submikroskopik secara lengkap

Hasil uji coba eksplorasi model mental terhadap 30 siswa ditemukan 3 tipe model mental pada konsep reaksi kimia yang menghasilkan gas dan perubahan temperatur. Sebanyak 9 siswa tidak mampu menjelaskan reaksi padatan kalsium karbonat dengan larutan asam klorida (Tabel 2) sedangkan 3 siswa tidak mampu menjelaskan reaksi larutan natrium hidroksida dengan larutan asam sulfat (Tabel 3) baik pada level submikroskopik maupun simbolik. Hal ini juga terjadi pada 12 siswa (Tabel 2) dan 6 siswa (Tabel 3) dengan tipe model mental kedua meskipun mereka sudah memahami sebagian konsep reaksi yang menghasilkan gas dan perubahan temperatur pada level submikroskopik dan simbolik. Siswa mampu tetapi tidak konsisten menuliskan rumus kimia reaktan dan produk yang terlibat dalam reaksi. Siswa gagal menguraikan ion poliatomik menjadi partikel yang lebih kecil. Siswa juga gagal menuliskan setiap partikel ion yang bereaksi dan menghasilkan produk reaksi. Siswa tidak mampu menuliskan muatan ion sehingga gagal dalam membuktikan berlakunya Hukum Lavoisier pada persamaan reaksi setara.

Model mental yang lebih baik pada konsep reaksi yang menghasilkan gas ditunjukkan oleh 9 siswa (Tabel 2) yang sudah mampu menuliskan rumus kimia reaktan dan produk, serta menyetarakan persamaan reaksi dengan benar pada level simbolik. Akan tetapi, siswa belum mampu menuliskan muatan ion dan menguraikan spesi-spesi yang terlibat dalam reaksi secara submikroskopik. Siswa mampu menuliskan interaksi antar partikel tetapi tidak mampu menuliskan persamaan ion bersih. Siswa sudah mampu menunjukkan bahwa persamaan reaksi padatan kalsium karbonat dengan larutan asam klorida yang setara memenuhi hukum Lavoisier melalui perbandingan jumlah atom sejenis pada reaktan dan produk.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa 21 siswa mengembangkan model mental yang konsisten pada level simbolik saja, namun berubah-ubah pada level submikroskopik dalam menjelaskan reaksi larutan natrium hidroksida dengan larutan asam sulfat. Siswa mampu menuliskan rumus kimia dan partikel penyusun reaktan dan produk dengan benar. Akan tetapi, mereka gagal dalam menjelaskan interaksi antar

partikel dan persamaan ion bersih. Meskipun demikian, siswa dapat menyetarakan reaksi yang menghasilkan perubahan temperatur dan membuktikan berlakunya hukum Lavoisier. Sebanyak 3 siswa tidak mampu menjelaskan reaksi larutan natrium hidroksida dengan larutan asam sulfat pada level submikroskopik dan simbolik. Sedangkan 6 siswa hanya mampu menuliskan rumus kimia reaktan dan produk dengan tidak konsisten. Siswa tidak memahami bahwa reaktan merupakan senyawa ionik yang tersusun atas kation dan anion. Siswa juga tidak mampu menuliskan partikel penyusun produk dan muatan ion. Akibatnya, kesembilan siswa ini tidak mampu menunjukkan persamaan reaksi setara yang mematuhi hukum Lavoisier.

Tabel 3. Model Mental Siswa pada Konsep Reaksi Kimia yang Menghasilkan Perubahan Temperatur

Fenomena Kimia	Tipe Model Mental	Jumlah Siswa
Reaksi larutan natrium hidroksida dengan larutan asam sulfat	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang menghasilkan perubahan temperatur pada level submikroskopik dan simbolik	3
	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang menghasilkan perubahan temperatur, walaupun memahami sebagian konsep pada level submikroskopik dan simbolik	6
	Mampu menyetarakan persamaan reaksi yang menghasilkan perubahan temperatur dan menuliskan rumus kimia senyawa dengan benar, tetapi tidak mampu menjelaskannya pada level submikroskopik secara lengkap	21

Pada konsep reaksi kimia yang menghasilkan perubahan warna, tes diagnostik POE-Reaksi Kimia mampu mengungkap dua tipe model mental. Tabel 4 menunjukkan bahwa 9 siswa tidak mampu dalam menjelaskan reaksi larutan kalium kromat dengan larutan asam klorida pada level submikroskopik maupun simbolik. Siswa tidak mampu menuliskan rumus kimia reaktan larutan timbal (II) nitrat, partikel ion-ion penyusun reaktan dan produk, dan muatan ion dengan benar. Siswa juga tidak mampu menjelaskan interaksi yang terjadi antar partikel. Hal ini menyebabkan siswa tidak

mampu menunjukkan bahwa persamaan reaksi setara mematuhi hukum Lavoisier.

Tabel 4. Model Mental Siswa pada Konsep Reaksi Kimia yang Menghasilkan Perubahan Warna

Fenomena Kimia	Tipe Model Mental	Jumlah Siswa
Reaksi larutan kalium kromat dengan larutan asam klorida	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang menghasilkan perubahan warna pada level submikroskopik dan simbolik	9
	Mampu menyetarakan persamaan reaksi yang menghasilkan perubahan gas dan menuliskan rumus kimia senyawa dengan benar, tetapi tidak mampu menjelaskannya pada level submikroskopik	21

Pada tipe model mental kedua, sebanyak 21 siswa sudah mampu menuliskan rumus kimia dan partikel penyusun reaktan dan produk dalam bentuk ionnya dengan benar, meskipun ada siswa yang masih keliru menuliskan muatan ion. Siswa mampu menuliskan persamaan reaksi setara dan membuktikan berlakunya hukum Lavoisier dengan benar. Akan tetapi, siswa gagal dalam menjelaskan interaksi antar partikel untuk menghasilkan produk reaksi pada level submikroskopik. Siswa juga keliru dalam menuliskan persamaan ion bersih.

Tabel 5. Model Mental Siswa pada Konsep Reaksi Kimia yang Membentuk Endapan

Fenomena Kimia	Tipe Model Mental	Jumlah Siswa
Reaksi larutan natrium karbonat dengan larutan kalsium klorida	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang membentuk endapan pada level submikroskopik dan simbolik	24
	Tidak mampu menjelaskan reaksi yang membentuk endapan walaupun memahami sebagian konsep pada level submikroskopik dan simbolik	6

Dalam menjelaskan konsep reaksi kimia yang membentuk endapan, ditemukan dua kelompok profil model mental menggunakan tes diagnostik POE-Reaksi Kimia (Tabel 5).

Kelompok pertama ditemukan 24 siswa yang hanya mampu menjelaskan reaksi pada level makroskopik saja. Siswa belum mampu menjelaskan bagaimana reaksi larutan natrium karbonat dengan larutan kalsium klorida pada level simbolik dan submikroskopik. Sedangkan 6 siswa lainnya hanya mampu menuliskan rumus kimia reaktan dan produk secara simbolik saja namun tidak konsisten. Kegagalan siswa dalam menyebutkan muatan setiap spesi penyusun reaktan dan produk ditemukan pada kedua tipe model mental. Siswa juga tidak mampu menjelaskan interaksi antar partikel dan persamaan ion bersih sehingga gagal menyetarakan persamaan reaksi yang membuktikan berlakunya hukum Lavoisier.

Baah & Ampiah (2012) menyatakan bahwa kegagalan siswa dalam menuliskan rumus kimia reaktan dengan benar berakibat pada sulitnya mereka memprediksikan produk yang dihasilkan pada suatu reaksi kimia. Kegagalan siswa menuliskan muatan spesi-spesi yang terlibat dalam reaksi, partikel yang berinteraksi menghasilkan produk, dan persamaan ion bersih menyebabkan siswa tidak mampu menyetarakan reaksi sesuai dengan Hukum Lavoisier. Yitbarek (2011) menyatakan bahwa siswa harus mampu menuliskan rumus kimia reaktan dan produk dengan benar. Dalam menyetarakan persamaan reaksi, setiap jenis atom pada sisi reaktan maupun produk harus memiliki jumlah yang sama. Hal ini dibutuhkan untuk mematuhi berlakunya Hukum Lavoisier dalam penyetaraan reaksi.

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa tes diagnostik POE-Reaksi kimia mampu mengungkapkan 10 tipe model mental siswa pada konsep reaksi kimia yang menghasilkan gas, perubahan temperatur, warna, dan endapan. Siswa memiliki pemahaman yang baik pada level makroskopik. Akan tetapi, umumnya siswa belum mampu memahami materi reaksi kimia pada level submikroskopik dan simbolik. Temuan ini didukung oleh beberapa hasil penelitian terdahulu yang melaporkan rendahnya kemampuan siswa dalam merepresentasikan reaksi kimia pada level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Baah & Ampiah, 2012; Chandrasegaran et al., 2007; Yaroch, 1985).

Hasil ujicoba diperluas membuktikan bahwa tes diagnostik POE-Reaksi Kimia yang dikembangkan pada penelitian ini memiliki performa yang sangat baik dalam mengeksplorasi model mental siswa. Siswa

dapat mendeskripsikan model mentalnya dengan bebas dan leluasa melalui jawaban. Hal ini sesuai dengan pendapat Wang (2007) yang menyatakan bahwa tes diagnostik POE sangat tepat digunakan untuk mengidentifikasi model mental kimia siswa. Tes ini diklaim mampu mengungkap pemahaman konsep siswa pada ketiga level representasi kimia meliputi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Acar Sesen, 2013; Kala et al., 2013).

Tes diagnostik POE-Reaksi Kimia dapat digunakan sebagai instrumen tes untuk mengevaluasi hasil belajar siswa. Seluruh langkah pendekatan pembelajaran saintifik pada kurikulum 2013 dapat diintegrasikan dalam 3 bagian tes. Pada tahap prediksi, siswa dilatih untuk mengasosiasikan suatu fenomena dengan konsep reaksi kimia. Pada tahap observasi, siswa dilatih mengamati fenomena reaksi kimia yang menghasilkan gas, endapan, perubahan suhu dan warna melalui video percobaan; menanya lalu mengumpulkan data-data berdasarkan hasil pengamatannya. Pada tahap eksplanasi, siswa dilatih untuk mengkomunikasikan dan mengasosiasikan hasil pengamatan, data-data, dan kesimpulan berdasarkan hasil analisisnya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh simpulan bahwa Tes diagnostik POE-Reaksi Kimia yang dikembangkan berbasis multipel representasi mampu menggali model mental siswa pada bagian prediksi, observasi, dan eksplanasi. Tes dinyatakan valid secara konten dan pedagogi oleh 6 dosen ahli. Hasil uji coba menunjukkan bahwa tes memiliki aspek keterbacaan yang baik. Tes diagnostik POE-Reaksi Kimia mampu menggali model mental siswa dalam merepresentasikan reaksi kimia yang menghasilkan gas dan endapan, reaksi kimia yang mengalami perubahan warna dan temperatur pada level makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Tes ini diharapkan dapat digunakan oleh guru sebagai instrumen penilaian kognitif dalam mengeksplorasi pemahaman konsep siswa pada 3 level representasi kimia guna mengidentifikasi munculnya miskonsepsi dan kesulitan dalam pembelajaran.

**DAFTAR RUJUKAN**

- Acar Sesen, B. (2013). Diagnosing Pre-Service Science Teachers' Understanding Of Chemistry Concepts By Using Computer-Mediated Predict-Observe-Explain Tasks. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3).
- Baah, R., & Ampiah, J. G. (2012). Senior High School Students' Understanding and Difficulties with Chemical Equations. *International Journal of Scientific Research in Education*, 5(3).
- Brandriet, A. R., & Bretz, S. L. (2014). The Development Of The Redox Concept Inventory As A Measure Of Students' Symbolic And Particulate Redox Understandings and Confidence. *Journal of Chemical Education*, 91(8).
- Brown, T. L. (2015). Chemistry The Central of Science. In *Pearson Education*.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). The Development Of A Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument For Evaluating Secondary School Students' Ability To Describe And Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels Of Representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(3).
- Chang, R. (2004). Kimia Dasar: Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1. In *Land Economics*.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating A Grade 11 Student's Evolving Conceptions Of Heat And Temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1).
- 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).
- Kala, N., Yaman, F., & Ayas, A. (2013). The Effectiveness Of Predict-Observe-Explain Technique In Probing Students' Understanding About Acid-Base Chemistry: A Case For The Concepts Of Ph, Poh, And Strength. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(3).
- McMurry, J. E., & Fay, R. C. (2012). Chemistry Sixth Edition. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Nahum, T. L., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Bar-Dov, Z. (2004). Can Final Examinations Amplify Students' Misconceptions In Chemistry? *Chem. Educ. Res. Pract.*, 5(3).
- Rahmi, C., Wiji, W., & Mulyani, S. (2020). Model Mental Miskonsepsi Pada Konsep Kesetimbangan Kelarutan. *Lantanida Journal*, 8(1). 8
- Silberberg, M. S. (Martin S. (2007). *Principles of general chemistry*.
- Sugiyono. (2013). Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D). In *Bandung: Alfabeta*.
- Sukmadinata, N. S. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan*. Remaja Rosdakarya.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet." *International Journal of Science Education*, 33(2).
- Wang, C.-Y. (2007). The Role Of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, And Mental Models In General Chemistry Students' Understanding About Molecular Polarity. *Disertasi*, 70(3-A).
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L. (Merlin L., & Stanley, G. G. (George G. (2014). *Chemistry*.
- Wiji. (2014). Pengembangan Desain Perkuliahan Kimia Sekolah Berbasis Model Mental Untuk Meningkatkan Pemahaman Materi Subyek Mahasiswa Calon Guru Kimia. *Disertasi*. <http://repository.upi.edu>
- Wiji, W., Rahmi, C., Mulyani, S., & Widhiyanti, T. (2018). The Development Of Diagnostics Test For Eliciting Students' mental Model About Solubility Equilibria. *Jurnal Pengajaran MIPA*.
- Yarroch, W. L. (1985). Student Understanding Of Chemical Equation Balancing. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5).
- Zumdahl, S. S., & DeCoste, D. J. (2010). *Introductory Chemistry: A Foundation*. 74.