



Pengembangan Tes Diagnostik Model Mental Tipe Predict-Observe-Explain (TDM-POE)
pada Materi Hukum Laju Reaksi

*Development of a Predict-Observe-Explain (TDM-POE) Mental Model Diagnostic Test on
Reaction Rate Law Material*

Oleh:

Irfan Hanif Abiyyu¹, Tuszie Widhiyanti^{1*}, Budiman Anwar¹

¹Departemen Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

*Correspondence email: tuszie@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen Tes Diagnostik Model mental tipe *Predict-Observe-Explain* (TDM-POE) pada materi hukum laju reaksi. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) yang dibatasi sampai tahap pengembangan produk awal. Instrumen yang digunakan berupa tabel kesesuaian indikator soal dengan kompetensi dasar, tabel kesesuaian soal dengan indikator soal dan kesesuaian jawaban dengan soal. Pengembangan soal-soal dilakukan berdasarkan pada indikator soal yang telah dilakukan analisis dan divalidasi oleh validator, sedangkan pengembangan jawaban yang benar dilakukan mengacu pada kajian beberapa buku teks *General Chemistry*. Rancangan awal TDM-POE-hukum laju reaksi terdiri dari 16 butir pertanyaan yang meliputi 7 butir soal tahap prediksi, 1 butir soal pada tahap observasi, dan 8 butir soal pada tahap eksplanasi. Hasil pengembangan instrumen tes diagnostik model mental tipe POE dinyatakan valid dengan beberapa perbaikan berdasarkan saran yang diberikan oleh tiga panelis yang terdiri dari dua orang doktor bidang Pendidikan Kimia, dan satu orang doktor bidang Kimia Fisika. Rancangan akhir TDM-POE-hukum laju reaksi terdiri dari 23 butir pertanyaan yang meliputi 7 butir soal tahap prediksi, 3 butir soal pada tahap observasi, dan 13 butir soal pada tahap eksplanasi.

ABSTRACT

This study aims to develop a *Predict - Observe - Explain* (TDM-POE) Mental Model Diagnostic Test instrument on the rate law. The method used is *Research and Development* (R & D) which is limited to the initial product development stage. The instruments used were in the form of a table of the suitability of the question indicators with basic competencies, a table of the suitability of the questions to the indicators of the questions and the suitability of the answers to the questions. The development of questions is carried out based on the question indicators that have been analyzed and validated by the validator, while the development of correct answers is carried out by referring to studies of several *General Chemistry* textbooks. The initial design of TDM-POE-the law of reaction rate consisted of 16 questions covering 7 items at the prediction stage, 1 item at the observation stage, and 8 items

Info artikel:

Diterima: 31 Oktober 2021
Direvisi: 17 November 2021
Disetujui: 17 Maret 2022
Terpublikasi online: 26 Maret 2022
Tanggal Publikasi : 1 April 2022

Kata Kunci:

Hukum laju reaksi, profil model mental, instrumen tes diagnostik model mental tipe POE

Key Words:

Reaction rate law, mental model profiles, POE Mental Model Diagnostic Test Instrument

at the explanation stage. The results of the development of the POE type mental model diagnostic test instrument were declared valid with several improvements based on the suggestions given by three panelists consisting of two doctorates in Chemistry Education, and a doctorate in Physical Chemistry. The final design of TDM-POE-the law of reaction rate consists of 23 questions which include 7 items in the prediction stage, 3 items at the observation stage, and 13 items at the explanation stage.

1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan ilmu yang mempelajari tentang materi dan sifatnya, perubahan materi, serta energi yang menyertai perubahan itu (Silberberg, 2015). Kimia juga merupakan ilmu yang menjelaskan fenomena kimiawi dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan pendidikan kimia di sekolah meliputi konsep dasar kimia yang harus dipahami siswa dan proses kimia yang ada di balik fenomena sehari-hari (Kolomuc, et al., 2011). Dalam proses pembelajaran, konsep kimia terbentuk dalam diri siswa secara berangsur-angsur melalui pengalaman dan interaksi mereka dengan alam sekitarnya.

Karakteristik khas kimia sebagai bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yaitu dapat dipelajari melalui tiga level representasi (Johnstone dalam Jansoon et al., 2009). Ketiga level representasi dalam kimia ialah level makroskopik, level sub-mikroskopik, dan level simbolik (Chandrasegaran, et al., 2007). Level makroskopik menggambarkan tentang fenomena yang dapat diamati oleh siswa ketika mengamati perubahan sifat materi, misalnya perubahan warna, perubahan suhu, pembentukan gas, pembentukan endapan, dan lain-lain. Level sub-mikroskopik menjelaskan ilmu kimia dari tingkat partikulatnya seperti atom, molekul, dan ion. Representasi ini tidak akan teramati langsung oleh siswa. Level simbolik menjelaskan suatu fenomena dengan menggunakan simbol-simbol yang terdapat dalam ilmu kimia, persamaan reaksi, diagram tingkat energi, diagram fasa, dan lain-lain.

Ketiga level representasi tersebut seringkali diistilahkan sebagai model mental. Model mental adalah representasi mental individu sebagai hasil dari proses kognitif. Siswa dan ilmuan menggunakan model mental ketika memikirkan atau menghubungkan dengan konsep sains (Esra, et al., 2016). Ketika pembelajaran berlangsung, siswa membangun model mental mereka sebagai hasil dari pemahaman saat pembelajaran (Harrison, et al., 1999). Semakin bertambah banyak informasi atau pengetahuan yang siswa terima ketika proses pembelajaran, maka model mental yang dimiliki siswa akan berbeda dengan model mental yang dimiliki siswa sebelum mendapatkan informasi atau pengetahuan tersebut. Model mental yang dimiliki siswa bersifat tidak stabil, tidak akurat, tidak konsisten, dan selalu berubah ketika lebih banyak informasi yang diperoleh atau diingat kembali. Model mental merepresentasikan pengetahuan dalam pikiran seseorang yang mereka gunakan untuk menggambarkan dan menjelaskan suatu fenomena (Jansoon, et al., 2009). Model mental memegang peranan penting dalam kimia, karena dapat membantu menjelaskan pemahaman mengenai level makroskopik yang terjadi (Coll, 2008). Model mental seseorang dapat diidentifikasi melalui interpretasi *expressed mental model*, yaitu model mental yang diekspresikan menggunakan lisan, tulisan, dan gambar (Coll, et al., 2003).

Di sekolah, mata pelajaran kimia dianggap sulit oleh sebagian besar siswa. Karakteristik kimia yang kompleks, berurutan, berjenjang, dan saling berkaitan membuat siswa membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memahami suatu konsep kimia dengan benar. Kegagalan siswa dalam belajar kimia dapat terjadi jika siswa tidak mampu memahami saling keterkaitan antara konsep yang lebih dasar atau konsep yang sederhana dengan konsep sesudahnya yang lebih rumit (Shanti, et al., 2016). Terdapat banyak kesulitan yang siswa miliki bukan karena kurangnya pemahaman mereka, namun cara berpikir sehari-hari siswa

bertentangan dengan penjelasan ilmiah dalam kelas (Settlage, et al., (2007). Salah satu bagian penting dalam pembelajaran kimia adalah siswa harus dapat memahami konsep kimia di berbagai tingkat representasi dan menghubungkannya, karena representasi kimia saling melengkapi (Johnstone dalam Jansoon, et al., 2009). Salah satu materi yang dinilai kompleks dan sulit oleh siswa adalah materi hukum laju reaksi.

Materi hukum laju reaksi merupakan rangkaian materi konsep laju reaksi. Materi laju reaksi membahas tentang molaritas suatu larutan, laju reaksi, faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, orde reaksi, tetapan laju reaksi, persamaan hukum laju reaksi, dan juga teori tumbukan. Dalam menyelesaikan soal-soal ini siswa harus mampu memahami konsep sederhana dari laju reaksi yaitu tentang molaritas, karena laju reaksi dapat ditentukan apabila kita mengetahui konsentrasi reaktan dan juga waktu yang diperlukan untuk bereaksi. Apabila siswa dapat menggunakan konsep ini, maka siswa dapat memahami dan menggunakan konsep ini untuk menyelesaikan soal yang lebih kompleks, misalnya menentukan persamaan laju reaksi, orde reaksi, dan lain sebagainya (Shanti, et al., 2016).

Inti dari setiap studi kinetik suatu reaksi adalah hukum laju (atau persamaan laju), yang menyatakan laju sebagai fungsi konsentrasi dan suhu (Silberberg, 2015). Harga hukum didasarkan pada eksperimen, jadi hipotesis apa pun tentang bagaimana reaksi terjadi pada tingkat molekul harus sesuai dengan hasil percobaan. Dalam mempelajari laju reaksi, banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahaminya sehingga memiliki banyak konsepsi alternatif (Özgecan, et al., 2012). Ini terbukti dari suatu penelitian yang telah dilakukan di beberapa SMA di Kota Gorontalo yang menunjukkan bahwa daya serap siswa pada saat menentukan orde reaksi, persamaan laju reaksi, dan tetapan laju reaksi memiliki persentase rata-rata masing-masing 36,5%, 20,8%, dan 18,3% (Shanti, et al., 2011). Penelitian lain yang dilakukan di salah satu SMA di Banjarmasin menemukan adanya miskonsepsi yang terjadi pada siswa, di antaranya siswa beranggapan bahwa pada reaksi yang memiliki orde nol berarti tidak ada reaksi yang terjadi (Ibnu, et al., 2017).

Diagnostik kesulitan belajar perlu dilakukan oleh guru jika guru ingin siswanya dapat mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) secara efisien melalui program pembelajaran remedi yang tepat sasaran. Salah satu yang dapat digunakan untuk menyelidiki pemahaman siswa adalah Tes Diagnostik Model mental tipe *Predict–Observe–Explain* (TDM–POE) (Ipek, et al., 2010). POE awalnya digunakan oleh White dan Gunstone pada tahun 1992 sebagai alat untuk mengungkapkan pemahaman siswa tentang konsep sains. Teknik POE mengharuskan siswa untuk melakukan tiga tugas. Pertama, siswa harus memprediksikan jawaban dari suatu fenomena atau masalah yang diberikan (*P: Predict*). Kedua, siswa harus menggambarkan apa yang mereka lihat (*O: Observe*). Ketiga, siswa harus menjelaskan jawaban hasil prediksi dan hasil pengamatan (*E: Explain*) (Costu, et al., 2010).

Depdiknas (2007) memberikan panduan berupa tujuh langkah diagnosis kesulitan belajar dengan urutan yang sulit diikuti. Langkah tersebut mencakup: (1) mengidentifikasi kompetensi dasar yang belum tercapai ketuntasannya; (2) menentukan kemungkinan sumber masalah; (3) menentukan bentuk dan jumlah soal yang sesuai; (4) menyusun kisi-kisi soal; (5) menulis soal; (6) mereview soal; dan (7) menyusun kriteria penilaian.

Langkah pertama, mengidentifikasi kompetensi dasar yang belum tercapai ketuntasannya, membuat guru bingung. Hal ini disebabkan guru belum melakukan tes tetapi sudah diminta untuk mengidentifikasi kompetensi dasar yang belum dicapai ketuntasannya oleh siswa. Karena tidak adanya langkah-langkah sistematis yang harus diikuti dan panjangnya tahap dalam menyiapkan tes diagnostik, maka diperlukan suatu penelitian mengenai

pengembangan instrumen Tes Diagnostik Model mental tipe *Predict-Observe-Explain* (TDM-POE) untuk mengungkap profil model mental siswa pada materi hukum laju reaksi kimia.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Tahapan-tahapan dalam metode R&D meliputi sepuluh tahap, yaitu: 1) penelitian dan pengumpulan informasi; 2) perencanaan; 3) pengembangan produk pendahuluan; 4) uji coba pendahuluan; 5) revisi produk utama; 6) uji coba produk utama; 7) revisi produk operasional; 8) uji coba operasional; 9) revisi produk akhir; dan 10) diseminasi dan implementasi (Borg, et al., 1983). Namun pada penelitian ini, langkah-langkah penelitian dan pengembangan hanya dilaksanakan sampai tahap ketiga, yaitu pengembangan produk pendahuluan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan waktu dan keahlian peneliti untuk melakukan tahap-tahap selanjutnya.

Tahap penelitian dan pengumpulan informasi dimulai dari analisis kedalaman dan keluasan materi dengan cara melakukan analisis kurikulum 2013 pada Kompetensi Dasar (KD) 3.7 kimia kelas XI yang mengacu pada Permendikbud No 24 Tahun 2016 tentang KI dan KD, analisis multipel representasi materi hukum laju reaksi dari berbagai buku *textbook* kimia, kajian literatur mengenai tes diagnostik model mental POE, dan analisis miskonsepsi berdasarkan literatur terkait. Tahap perencanaan dimulai dari perumusan indikator soal berdasarkan KD 3.7 kimia kelas XI. Setelah indikator soal telah dirumuskan, maka selanjutnya adalah penentuan fenomena yang akan diangkat untuk dikembangkan dalam bentuk perumusan soal dan jawaban yang diinginkan. Setelah itu, kemudian menyusun format instrumen kesesuaian indikator soal yang telah disusun dengan kompetensi dasar 3.7, format instrumen kesesuaian soal dengan indikator, serta kesesuaian jawaban dengan soal. Setelah indikator soal, soal dan jawaban telah disusun, kemudian instrumen tersebut divalidasi oleh ahli dengan memperhatikan tiga aspek, yaitu kesesuaian indikator soal dengan KD 3.7 Kimia kelas XI, kesesuaian soal dengan indikator, dan kesesuaian jawaban dengan soal. Pengkajian data hasil validasi serta saran perbaikan dari setiap validator akan digunakan untuk merevisi indikator soal, pertanyaan, dan jawaban yang diinginkan sehingga diperoleh hasil revisi instrumen tes diagnostik model mental dengan POE.

Objek penelitian ini adalah instrumen tes diagnostik model mental tipe *Predict-Observe-Explain* (POE) pada materi hukum laju reaksi yang berisi konsep-konsep penentuan orde reaksi, konstanta laju, dan hukum laju reaksi. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ada dua yaitu format validasi kesesuaian indikator soal dengan KD 3.7 kimia kelas XI serta format validasi kesesuaian soal dengan indikator soal dan kesesuaian jawaban dengan soal. Data yang diperoleh dari hasil validasi kesesuaian variable-variabel dalam instrumen penelitian ini kemudian dianalisis. Selama pengolahan data, setiap komentar dan saran yang dibuat oleh setiap validator akan dikaji secara deskriptif. Hasil kajian dianalisis kembali untuk memperoleh indikator soal, soal dan jawaban dengan tipe *Predict-Observe-Explain* (POE) pada materi hukum laju reaksi. Validitas dalam penelitian ini adalah validitas internal, yaitu jika terdapat kesesuaian antara komponen instrumen dengan instrumen secara keseluruhan, maka instrumen tersebut dapat dikatakan valid (Arikunto, 1996).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kedalaman dan keluasan materi hukum laju reaksi dimulai dari analisis kurikulum 2013 pada KD 3.7 kimia kelas XI yang mengacu pada Permendikbud No 24 Tahun 2016 tentang KI dan KD, analisis multipel representasi materi hukum laju reaksi dari berbagai buku

textbook kimia, kajian literatur mengenai tes diagnostik model mental POE, dan analisis miskonsepsi berdasarkan literatur terkait.

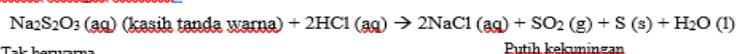
Materi hukum laju reaksi kimia menurut Permendikbud Nomor 24 Tahun 2016 dipelajari pada KD 3.7 kelas XI SMA/ sederajat. Analisis konten dan analisis multipel representasi didasarkan atas kajian Pustaka dari lima buku textbook kimia, yaitu 1) buku *Chemistry: Tenth Edition* yang ditulis oleh Whitten, K.W. et al. (2013); 2) buku *General Chemistry: Principles and Modern Application Eleventh Edition* yang ditulis oleh Petrucci, R.H. et al. (2017); 3) buku *Chemistry: Tenth Edition* yang ditulis oleh Chang, R. (2010), 4) buku *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change. Seventh Edition* yang ditulis oleh Silberberg, M.S. (2015), serta 5) buku *Chemistry: The Central Science, Twelfth Edition* yang ditulis oleh Brown, T.L. et al. (2012). Analisis miskonsepsi dilakukan berdasarkan kajian literatur jurnal nasional maupun internasional. Hasil analisis kedalaman dan keluasan materi diperoleh tiga konsep utama yang terkait dengan hukum laju reaksi yaitu persamaan hukum laju reaksi, orde reaksi, dan juga tetapan laju reaksi. Hasil tersebut diturunkan menjadi tiga indikator soal yaitu: 1) menentukan persamaan hukum laju; 2) menentukan orde reaksi, dan 3) menentukan tetapan laju reaksi berdasarkan analisis yang diperoleh melalui pengamatan suatu data hasil percobaan.

Berdasarkan hasil validasi secara keseluruhan, semua validator menyatakan bahwa indikator soal yang dikembangkan sesuai dengan kompetensi dasar. Namun ada beberapa saran terkait indikator soal. Validator menyarankan bahwa urutan indikator soal yang lebih dapat menggambarkan hubungan antar soal adalah penentuan orde reaksi, menentukan tetapan laju, dan menentukan hukum laju. Hal ini dikarenakan ketika siswa diminta untuk menyelesaikan suatu soal, langkah yang dilakukan adalah menentukan orde reaksi, menentukan tetapan laju, dan merumuskan hukum laju reaksinya. Berdasarkan indikator yang telah dikembangkan, maka rancangan awal TDM-POE-Hukum Laju dikembangkan dengan satu siklus POE dengan jumlah soal berjumlah 16 soal yang terdiri dari 7 soal pada tahap prediksi, 1 soal pada tahap observasi, dan 8 soal pada tahap eksplanasi. Fenomena yang diangkat dalam instrumen ini yaitu fenomena reaksi antara larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dan larutan asam klorida (HCl). Contoh pertanyaan dapat dilihat dalam gambar 1.

Percobaan A

Seorang laboran melakukan percobaan pada suhu tetap (25°C) dengan cara mencampurkan sebanyak 5 mL larutan HCl 2M dengan 50 mL larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0.2 M.

Persamaan kimia antara larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dan larutan asam klorida (HCl) adalah sebagai berikut :



Persamaan hukum laju pada reaksi tersebut adalah :

$$v = k [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]^x [\text{HCl}]^y$$

Reaksi tersebut berlangsung selama 22,5 detik dengan laju reaksinya adalah $0,0444 \text{ M.s}^{-1}$.

Berdasarkan fenomena di atas, dapatkan anda menjelaskan apa yang dimaksud dengan laju reaksi?

PREDIKSI :

1. Jika kita melakukan percobaan kedua (Percobaan B) dengan menaikkan konsentrasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dua kali lipat menjadi 0,4 M, prediksikan laju reaksinya jika dibandingkan dengan percobaan A?

Gambar 1. Contoh Pertanyaan dalam Rancangan Awal TDM-POE-Hukum Laju Reaksi.

Pada bagian awal tes terdapat suatu fenomena reaksi antara larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dengan larutan HCl pada kondisi tertentu yang disebut “Percobaan A”, sehingga terdapat pertanyaan pendahuluan tentang laju reaksi. Pada tahap prediksi, siswa diminta untuk memprediksi apa yang akan terjadi pada laju reaksinya jika salah satu konsentrasi reaktannya dinaikkan dua kali lipat. Siswa diminta untuk memprediksi kaitan antara perubahan konsentrasi reaktan dengan hukum laju reaksi yang sudah diketahui. Siswa juga diminta untuk memprediksi nilai orde reaksi masing-masing reaktan sebelum melakukan percobaan dan nilai konstanta laju (k) pada reaksi tersebut.

Pada tahap prediksi ini pula terdapat soal yang menampilkan hasil percobaan penentuan orde reaksi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Berdasarkan data tersebut siswa diminta untuk memprediksi orde reaksi reaktan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan memprediksi hasil yang akan diperoleh jika dilakukan percobaan yang sama pada reaktan HCl. Pada tahap observasi siswa ditunjukkan hasil percobaan berbagai perubahan konsentrasi HCl, sehingga pada tahap eksplanasi siswa menjelaskan hasil percobaan tersebut dan membandingkan hasil percobaan berbagai perubahan konsentrasi HCl dengan hasil percobaan berbagai perubahan konsentrasi $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ untuk melihat pengaruh perubahan konsentrasi reaktan terhadap laju reaksi.

Pada tahap eksplanasi, untuk menentukan orde reaksi masing-masing reaktan menggunakan metode grafik laju terhadap konsentrasi. Siswa diminta menyajikan data percobaan yang telah diketahui ke dalam grafik sehingga dapat menemukan perbedaan bentuk grafik percobaan HCl dengan grafik percobaan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Pada tahap ini siswa mengetahui orde reaksi masing-masing reaktan sehingga siswa diminta menjelaskan makna orde reaksi tersebut dan dapat melengkapi bunyi hukum laju tersebut. Siswa juga diminta untuk menjelaskan cara menentukan nilai konstanta laju (k) pada percobaan tersebut.

Hasil validasi rancangan awal instrumen TDM-POE-Hukum Laju sudah sesuai atau valid dengan beberapa saran dan masukan dari validator seperti pertanyaan pendahuluan tidak perlu ada, tidak perlu memberikan data pada tahap *Predict*, dan menyarankan untuk menggunakan metode laju awal untuk penentuan orde reaksi dibandingkan grafik data hasil percobaan dikarenakan penggunaan grafik data hasil percobaan kurang praktis dan jarang digunakan oleh siswa, sedangkan metode laju awal lebih praktis dan sering digunakan oleh siswa untuk menyelesaikan soal.

Masukan-masukan yang diperoleh dari validator kemudian dikaji, dianalisis, serta dijadikan dasar pengembangan instrumen TDM-POE-Hukum Laju sehingga menghasilkan rancangan akhir soal TDM-POE-Hukum Laju, perbandingan rancangan awal dan akhir tersebut tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Rancangan Awal dan Akhir TDM-POE-Hukum Laju.

	Rancangan Awal TDM-POE-Hukum Laju	Rancangan Akhir TDM-POE-Hukum Laju
Jumlah Soal	16 Soal	23 Soal
Rincian Soal	7 soal tahap <i>predict</i> , 1 soal tahap <i>observe</i> , dan 8 soal tahap <i>explain</i>	7 soal tahap <i>predict</i> , 3 soal tahap <i>observe</i> , dan 13 soal tahap <i>explain</i>
Siklus POE	1 siklus	1 siklus
Fenomena	Reaksi antara $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan HCl	Reaksi antara $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ dan HCl
Pertanyaan Pendahuluan	Ada	Tidak Ada
Persamaan Hukum Laju	Diketahui di soal	Tidak diketahui di soal

	Rancangan Awal TDM-POE-Hukum Laju	Rancangan Akhir TDM-POE-Hukum Laju
Penentuan Orde Reaksi	Metode grafik data hasil percobaan	Metode laju awal

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa indikator soal yang menjadi dasar pengembangan soal pada tes diagnostik model mental POE pada materi hukum laju reaksi adalah: (1) menentukan orde reaksi berdasarkan analisis yang diperoleh melalui pengamatan suatu data hasil percobaan; (2) menentukan tetapan laju reaksi berdasarkan analisis yang diperoleh melalui pengamatan suatu data hasil percobaan; dan (3) menentukan persamaan hukum laju reaksi berdasarkan analisis yang diperoleh melalui pengamatan suatu data hasil percobaan. Pada rancangan awal pengembangan instrumen soal tes diagnostik model mental tipe POE pada materi hukum laju reaksi untuk mengungkap konsep penentuan orde reaksi, konstanta laju, dan hukum laju reaksi menggunakan fenomena reaksi antara larutan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) dan larutan asam klorida (HCl) dikembangkan ke dalam 16 butir soal yang terdiri dari 7 butir soal tahap prediksi, 1 butir soal tahap observasi, dan 8 butir soal pada tahap eksplanasi. Pengembangan rancangan awal instrumen tersebut menggunakan metode grafik sebagai dasar penentuan orde reaksi, tetapan laju, dan hukum laju reaksi. Pada rancangan akhir pengembangan instrumen soal tes diagnostik model mental tipe POE pada materi hukum laju reaksi untuk mengungkap konsep penentuan orde reaksi, konstanta laju, dan hukum laju reaksi dikembangkan ke dalam 23 butir soal yang terdiri dari 7 soal pada tahap prediksi, 3 soal pada tahap observasi, dan 13 soal pada tahap eksplanasi. Instrumen tes diagnostik model mental ini menggunakan metode laju awal sebagai dasar penentuan orde reaksi, konstanta laju, dan hukum laju reaksi berdasarkan data hasil percobaan. Berdasarkan hasil tersebut maka terdapat saran untuk penelitian selanjutnya dapat mengembangkan instrumen TDM-POE-Hukum Laju ini menggunakan fenomena yang berbeda untuk mendapatkan profil model mental yang lebih beragam dan melanjutkan penelitian instrumen yang telah dikembangkan ini ke tahap selanjutnya, yaitu tahap uji coba ke siswa untuk melihat efektivitas instrumen tes diagnostik untuk mendapatkan profil model mental.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

6. REFERENSI

- Arikunto, S. (1996). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Produk*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Borg, W.R., & Gall, M.D. (1983). *Educational Research an Introduction*. New York: Longman, Inc.
- 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 Reaction Using Multiple Levels of Representation. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (3), 293-307.
- Coll, R. (2008). Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding. *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 22-45.
- Coll. R. & Treagust, D.F. (2003). Investigation of Secondary School, Undergraduate, and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.
- Costu, B. Ayas, A. & Niaz, M. (2010). Promoting Conceptual Change in First Year Students' Understanding of Evaporation. *Chemistry Education Research and Practice*, 11, 5-16.

- Esra, H.Y. & Demirkol, H. (2016). Identifying Mental Models of Students for Physical and Chemical Change. *Journal of Baltic Science Education*, 17(6), 986-1004.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (1999). Learning about Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry. *Science Education*, 84(3), 352 - 381.
- Ibnu, F.S. & Irhasyuarna, I. (2017). Misconception of Reaction Rates on High School Level in Banjarmasin. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 7(1), 54-61.
- Ipek, H. et al. (2010). Using POE Strategy to Investigate Student Teachers' Understanding About The Effect of Substance Type on Solubility. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 648-653.
- Jansoon, N., Coll, R. & Samsook, E. (2009) Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental & Science Education*.4(2),147-168.
- Kolomuc, A., & Tekin, S. (2011). Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*. 3(2), 84-101.
- Lampiran Nomor 9 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar
- Özgecan, T.K & Boz, Y. (2012). Cooperative Learning Instruction for Conceptual Change in the Concepts of Chemical Kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 221-236.
- Settlage, J & Southerland, S.A. (2007). *Teaching Science to Every Child: Using Culture as a Starting Point*. New York: Routledge.
- Shanti, N.W., Weny, J.A.M. & Lukman, A.R.L., (2016). Pemetaan Struktur Pengetahuan Siswa untuk Mengukur Kemampuan Pemahaman Konsep Laju Reaksi. *Jurnal Entropi Inovasi Penelitian, Pendidikan, dan Pembelajaran Sains*, 11(1), 74-83.
- Silberberg, M.S. (2015). *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. Seventh Edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.