



Profil Model Mental Siswa pada Konsep Dasar Laju Reaksi dengan Menggunakan Tes Diagnostik Model Mental Interview About Event

Profile of Students' Mental Models on the Basic Concept of Reaction Rate Using the Mental Model Diagnostic Test Interview About Events

Oleh:

Anita Tiarasani¹, Sri Mulyani^{1*}, Budiman Anwar¹

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

*Correspondence email: slimulyani@upi.edu

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh profil model metal siswa pada konsep dasar laju reaksi. Partisipan penelitian ini adalah tujuh orang siswa kelas XII IPA di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung dengan tiga kemampuan akademik yang berbeda, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Metode yang digunakan adalah kualitatif dengan analisis deskriptif menggunakan instrumen penelitian Tes Diagnostik Model *Mental Interview-About-Event* (IAE). Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa siswa kemampuan sedang dan rendah menjawab benar sebagian setelah diberi pertanyaan *probing* dalam menjelaskan perubahan laju rerata pengurangan reaktan dan laju rerata pembentukan produk, sedangkan siswa kemampuan tinggi menjawab salah walaupun telah diberi pertanyaan *probing*. Dalam menjelaskan laju rerata pembentukan produk banyak siswa yang mengalami miskonsepsi bahwa laju rerata pembentukan produk meningkat karena jumlah partikelnya meningkat. Dalam menjelaskan laju sesaat pada waktu tertentu dan waktu pada nol pada umumnya ditemukan bahwa siswa kemampuan tinggi, sedang, dan rendah *blank*, tidak dapat menjawab apapun mengenai laju sesaat meskipun sudah diberi pertanyaan *probing*. Dalam menjelaskan laju reaksi terdapat siswa kemampuan tinggi dan sedang yang menjawab benar dengan pertanyaan *probing* ketika membandingkan laju salah satu spesi untuk mencari spesi lainnya, tetapi tidak ada yang menjawab benar dalam menghubungkan laju reaksi, laju pengurangan reaktan, dan laju pembentukan produk.

ABSTRACT

The aim of this research is to obtain student's mental models profile on reaction rate concept. The research was conducted at a public senior high school in Bandung city involving seven students in XII Science class with three different of level of high, medium, and low ability. The method used is this research was qualitative with descriptive analysis method with *Mental Models Diagnostic Test-Interview-About-Events* (TDM-IAE) as the research instrument. Based on the results of the study, it

Info artikel:

Diterima: 19 Januari 2021
Direvisi: 22 Februari 2021
Disetujui: 15 Maret 2021
Terpublikasi online: 24 Maret 2021
Tanggal Publikasi: 1 April 2021

Kata Kunci:

konsep dasar laju reaksi, interview-about-event (IAE), model mental

Key Words:

Concept rate of reaction, interview-about-event (IAE), mental models.

was found that students with medium and low abilities answered partially correct responses after being given probing question in explaining the change in the average rate of reactant disappearance and rate product formation, while high abilities students answered specific misconceptions even though they were after given a probing question. In explaining the average rate of product formation, many students experienced a misconception that the average rate of product formation increased because the number of particles increased. In explaining the instantaneous rate at a certain time and time at zero, it is generally found that students with high, medium, and low abilities are blank, unable to answer anything about the instantaneous rate even though they have been asked a probing question. In explaining the reaction rate, there were high and medium ability students who answered correctly with probing questions when comparing the rate of one species to find another species, but none of them answered correctly in relating the rate of reaction, disappearance rate of reactant, and formation rate of product.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan belajar sains dalam suatu pembelajaran, seringkali dianggap rumit maupun sulit oleh siswa. Salah satunya yaitu kimia karena sering dipandang oleh siswa jika mempelajari kimia berarti mempelajari sesuatu yang abstrak. Siswa cenderung mengembangkan konsepsinya sendiri karena pembelajaran yang dialami belum mampu menghubungkan antara konsep dengan fenomena atau kejadian nyata dalam sehari-hari. Hal ini merupakan faktor dominan yang menyebabkan munculnya konsepsi siswa.

Untuk dapat menjelaskan fenomena kimia maka harus menggunakan multipel representasi yang berbeda-beda, yaitu level makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Ishartono *et al.*, 2015). Pada tingkat makroskopik, siswa mengamati peristiwa pada lingkungan sekitar atau melalui eksperimen laboratorium (Farida *et al.*, 2018). Representasi submikroskopik menjelaskan tingkat partikel dimana materi diuraikan sebagai susunan atom, molekul, dan ion (Safitri *et al.*, 2019). Sementara itu, representasi simbolik menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan sifat dan perilaku zat serta proses kimia pada tingkat molekuler (Talanquer, 2011). Representasi simbolik digunakan untuk merepresentasikan fenomena makroskopik dan submikroskopik dengan menggunakan persamaan kimia, persamaan matematika, grafik, mekanisme reaksi, dan analogi-analogi.

Penggunaan level makroskopis, submikroskopis, dan simbolis secara simultan dapat mengurangi miskonsepsi siswa pada materi kimia apabila ketiga level tersebut dihubungkan akan berkontribusi pada konstruksi pengertian dan pemahaman siswa terhadap fenomena kimia. Oleh karena itu, representasi kimia tersebut memiliki peranan yang penting dalam pembelajaran kimia. Namun, dalam memahami ilmu kimia, siswa kerap mengalami kesulitan yang ditandai dengan ketidakmampuan siswa dalam memahami konsep-konsep kimia dengan benar. Penyebab kesulitan ini berasal dari munculnya anggapan guru bahwa kemampuan konseptual siswa semata-mata ditunjukkan oleh kemampuan menyelesaikan konsep algoritmik (Yanto *et al.*, 2013). Selain itu, bahan ajar yang digunakan tidak menyajikan konsep dengan mengaitkan ketiga level representasi kimia yakni makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Pernyataan ini dicerminkan pada penelitian yang terdahulu yang menunjukkan bahwa pada pembelajaran kimia pada materi laju reaksi yang berlangsung selama ini terbatas pada dua level representasi, yaitu makroskopis dan simbolik. Namun pada level submikroskopis, berdasarkan analisis bahan ajar yang digunakan guru, belum disertai

representasi submikroskopis yang dapat membantu siswa memahami konsep kimia (Nastiti *et al.*, 2012).

Penelitian sebelumnya mencatat siswa mengalami kesulitan dalam mempertautkan ketiga level representasi dalam kimia. Rendahnya kemampuan siswa tersebut diduga disebabkan karena level ini bersifat abstrak dan tidak dialami siswa. Salah satu kesulitan yang dialami siswa adalah pada materi konsep dasar laju reaksi. Materi laju reaksi, merupakan gabungan dari pengetahuan abstrak yang berupa persamaan laju reaksi, orde reaksi yang memerlukan latihan hitungan, faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, dan teori tumbukan (Muliaman *et al.*, 2020).

Kesulitan siswa ini sesuai dengan penelitian Praktik Pengalaman Lapangan di SMA Negeri 4 Kota Jambi, bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi laju reaksi. Informasi tersebut diperoleh melalui observasi dengan menyebarkan kuesioner kepada sejumlah siswa kelas XI IPA di SMAN Negeri 4 Kota Jambi. Hasilnya menunjukkan bahwa 80% siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi laju reaksi, dan seluruhnya (100%) tidak mampu mengelompokkan contoh bentuk konsep laju reaksi berdasarkan tingkat representasinya (Syahri *et al.*, 2017). Kesulitan tersebut akhirnya menyebabkan siswa terus menerus menghafal ketika proses pembelajaran berlangsung, hafalan tersebut mampu bertindak sebagai penghalang untuk pembelajaran bermakna (Li *et al.*, 2014).

Agar pembelajaran kimia berjalan dengan baik dan tujuan pembelajaran dapat tercapai, maka diperlukan guru yang mampu mengarahkan siswa untuk dapat memahami dan mengaitkan ketiga level representasi. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melakukan perbaikan strategi pembelajaran kimia yang disesuaikan dengan materi yang akan diberikan. Terdapat beberapa faktor yang dapat diperbaiki, seperti sarana-prasarana belajar, suasana dan keadaan kelas, kemampuan guru dalam menyampaikan materi, serta pengetahuan guru tentang pola pikir siswa dalam memahami materi terutama materi kimia. Untuk mampu memahami ide-ide kompleks dengan lebih baik ketika diminta untuk mengungkapkan hubungan antara level makroskopik dan submikroskopik, siswa harus memiliki kemampuan menerjemahkan satu tingkat representasi ke tingkat representasi lainnya dan mengoordinasikan penggunaannya dalam mewakili pengetahuan ilmiah (Treagust *et al.*, 2013).

Kemampuan siswa dalam mengkonstruksi pemahaman dan kebermaknaan konsep kimia dengan mempertautkan ketiga level representasi tersebut tercermin dalam model mental (Wiji *et al.*, 2016). Setiap tingkat representasi ini saling terhubung erat dan menjadi dasar yang kuat dalam membentuk model mental siswa. Pemanfaatan tiga tingkat representasi kimia beserta keterkaitannya sangat esensial dalam proses pembelajaran, karena dapat meningkatkan pemahaman seseorang terhadap suatu konsep, sehingga model mental yang terbentuk menjadi lebih komprehensif. Model mental siswa adalah salah satu cara untuk memahami isi dan struktur pengetahuan siswa tentang konsep ilmiah, serta mencerminkan keyakinan dan interpretasi siswa terhadap suatu konsep (Lajium, 2013). Selain itu, model mental adalah representasi internal yang dibentuk ketika siswa menghadapi masalah tertentu, dan dapat disimpan dalam memori jangka panjang untuk diaplikasikan ketika mendapat tugas tertentu (McClary *et al.*, 2011).

Keberadaan model mental ini memiliki peran penting karena berkontribusi pada pembentukan pemahaman yang mendalam. Apabila pemahaman siswa optimal, maka kemampuan berpikir kritis dan berpikir tingkat tinggi juga dapat dikembangkan dengan baik. Model mental yang utuh berguna bagi siswa untuk memprediksi fenomena kimia,

memberikan alasan, mendeskripsikan, menjelaskan, mengeksplorasi ide-ide baru, dan menyajikan data. Model mental seseorang dapat terlihat melalui ekspresi dan perilaku yang mencerminkan pemahamannya terhadap suatu konsep tertentu, sehingga tiap pembelajar tentu memiliki model mental yang berbeda karena perspektif ilmiah mereka terhadap suatu fenomena cenderung beragam (Kurnaz *et al.*, 2015). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor instruksi formal (penjelasan guru), buku pelajaran, bahasa, lingkungan sosial, dan instuisi. Selain itu, faktor lainnya yaitu Pengalaman individu yang akan membentuk representasi pribadi dan konotasi yang berasal dari desain instruksional pada objek atau fenomena tertentu (Derman *et al.*, 2019). Oleh karena itu, guru perlu mengkaji model mental siswa dalam upaya memperbaiki kualitas pembelajaran kimia. Guru harus mengetahui bagaimana siswa membentuk model mental. Hal ini penting untuk memastikan berkembangnya model mental kimia yang utuh. Ketika mengajarkan tentang suatu fenomena tertentu guru menggunakan model mentalnya untuk menjelaskan suatu fenomena kepada siswa. Selanjutnya, siswa akan membangun model mental individu mereka sendiri dan mencoba menggunakannya untuk memahami fenomena ilmiah yang ditemui selama pengajaran (Tumay, 2014).

Ada berbagai cara lain yang dapat dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai model mental, antara lain tes pilihan ganda dua Tingkat (*Two Tier Multiple Choice Test*), pertanyaan terbuka, wawancara dengan pertanyaan penuntun, wawancara dengan menggunakan gambar atau model, wawancara dengan disajikan masalah, *Interview About Event* (IAE) dan model serta *Prediction-Observation-Explanation* (POE) (Wang, 2007). Dalam penelitian ini cara yang dilakukan adalah dengan IAE. IAE merupakan suatu teknik diagnostik yang digunakan untuk meneliti pemahaman siswa terhadap konsep tertentu ketika dihadapkan pada masalah atau fenomena (Wang, 2007). Teknik wawancara ini memungkinkan untuk mengajukan pertanyaan langsung kepada siswa agar mereka dapat menjelaskan dengan lebih rinci jika terdapat jawaban yang kurang jelas, sehingga dapat memberikan integritas pada konsep siswa.

IAE telah diteliti sebelumnya mengenai konsep larutan dan pelarutan pada siswa Thailand. Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui uji ini, lebih banyak siswa mampu menggambarkan pemahaman mereka terhadap larutan dan pelarutan pada berbagai tingkatan representasi (Jansoon *et al.*, 2009). Adapun penelitian lainnya pada salah satu konsep laju reaksi yaitu pengaruh sifat reaktan terhadap laju reaksi, hasil enunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap laju reaksi ini pada tingkat submikroskopik paling rendah dibandingkan dengan tingkatan lainnya (Handayanti *et al.*, 2015).

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kualitatif dengan analisis deskriptif, dan instrumen TDM-IAE yang sudah divalidasi. Profil model mental siswa dianalisis berdasarkan pola jawaban siswa. Partisipan penelitian terdiri dari tujuh orang siswa kelas XII di salah satu SMA Negeri Kota Bandung yang sudah mempelajari Konsep Dasar laju reaksi. Siswa tersebut terdiri dari dua siswa berkemampuan tinggi, tiga siswa berkemampuan sedang, dan dua orang siswa berkemampuan rendah. Siswa dipilih berdasarkan hasil tes formatifnya dan rekomendasi dari guru kimianya di sekolah.

Tahap utama dilakukan studi literatur mengenai karakteristik ilmu kimia, model mental, analisis multipel representasi sehingga diperoleh label konsep, dan analisis miskonsepsi pada konsep dasar laju reaksi. Tahap pelaksanaan wawancara dilakukan secara individu dimulai dengan memberikan kartu fokus IAE pada siswa yang berisi fenomena

mengenai intensitas warna yang dihasilkan dari reaksi penguraian nitrogen pentaoksida dan data konsentrasi setiap spesi pada berbagai waktu pada Lampiran 1. Setelah siswa memahami fenomena tersebut, selanjutnya siswa diberi pertanyaan utama mengenai perubahan laju reaksinya seiring berjalannya waktu dengan menggunakan gambar partikel, grafik, dan perhitungan. Jika siswa belum optimal menjawab pertanyaan utama, maka siswa diberi pertanyaan *probing* umum. Kemudian, jika model mental siswa belum tergalinya maka siswa diberikan pertanyaan *probing* khusus. Pada tahap akhir, hasil wawancara kemudian ditranskripsi, diinterpretasi, dan dibuat pola jawaban siswa untuk mengetahui model mentalnya. Pengelompokan model mental siswa berdasarkan penelitian yang dilakukan Abraham (1994).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Profil Model Mental Siswa Konsep Laju Pengurangan Reaktan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa siswa tidak ada yang dapat secara utuh menjelaskan perubahan laju pengurangan reaktan dengan mempertautkan ketiga level representasi. Profil model mental siswa pada konsep ini adalah paham sebagian dan memuat miskonsepsi spesifik (PS/MS) dan miskonsepsi spesifik (MS). Hanya pada tahap ini siswa banyak yang menjawab benar. Beberapa siswa menjawab dengan benar bahwa laju pengurangan reaktan menurun seiring berjalannya waktu. Namun, siswa tidak dapat menjelaskan hubungan teori tumbukan dengan laju pengurangan reaktan. Siswa menjelaskan bahwa dari data yang ada konsentrasi reaktan menurun seiring berjalannya waktu, ditandai dari warna coklat yang dihasilkan semakin pekat, yang artinya konsentrasi produk meningkat. Hal ini akan menyebabkan jumlah partikel reaktan berkurang, sehingga laju pengurangan reaktan menurun seiring berjalannya waktu. Siswa tidak dapat menjelaskan alasan mengapa dengan berkurangnya partikel membuat laju pengurangan reaktan semakin menurun. Meskipun beberapa siswa sudah diberi pertanyaan *probing* mengenai bagaimana tumbukan pada reaktan tersebut, siswa tidak dapat menjelaskan hubungan jumlah tumbukan dengan laju pengurangan reaktan.

Temuan lainnya adalah siswa kurang tepat dalam mengidentifikasi partikel yang ada pada masing-masing wadah dan mengabaikan perbandingan koefisien pada persamaan kimia yang setara dalam menggambarkan partikel di dalam wadah. Siswa 1 menjelaskan bahwa pada wadah 1 dan wadah 2 terdapat partikel NO_2 dan O_2 karena N_2O_5 yang ada akan terurai menjadi NO_2 dan O_2 , sehingga pada wadah 1 dan wadah 2 hanya berbeda dalam jumlah partikel NO_2 dan O_2 saja. Tampaknya siswa 1 kebingungan mengenai reaksi satu arah dan kesetimbangan. Selain itu tidak ada siswa yang dapat menggambarkan jumlah partikel dalam wadah dengan perbandingan yang tepat. Temuan ini dibuktikan dari hasil wawancara ketika siswa ditanya mengenai “ gambarkan partikel apa saja yang ada pada masing-masing wadah?” pada Gambar 1.

Level submikroskopik

Siswa 1

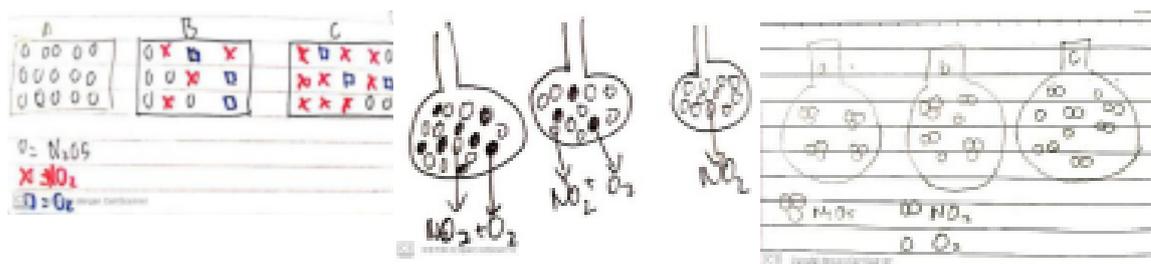
(siswa kemampuan tinggi)

Siswa 4

(siswa kemampuan sedang)

Siswa 6

(siswa kemampuan rendah)



Gambar 1. Jawaban siswa berdasarkan kemampuan akademik mengenai gambar partikel dalam wadah pada reaksi $2\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$.

Jika siswa membuat pemisalan delapan N_2O_5 pada awal reaksi pada wadah 1, maka pada wadah 2 terdapat empat N_2O_5 , delapan NO_2 , dan dua O_2 . Selanjutnya, pada wadah 3 terdapat dua partikel N_2O_5 , enam belas partikel NO_2 , dan tiga partikel O_2 . Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh McMurry (2003) pada penguraian N_2O_5 , setiap 4 mol NO_2 terbentuk dan 2 mol N_2O_5 berkurang untuk setiap O_2 yang terbentuk. Oleh karena itu, laju pembentukan O_2 adalah seperempat dari laju pembentukan NO_2 dan setengah dari laju penguraian N_2O_5 . Siswa tidak teliti dalam mengidentifikasi partikel yang ada pada wadah 3, menganggap bahwa tidak ada lagi partikel N_2O_5 . Pada kartu fokus IAE di waktu 700 detik masih ada partikel N_2O_5 yang bersisa, sehingga pada wadah 3 masih terdapat partikel N_2O_5 .

3.2 Profil Model Mental Siswa Konsep Laju Pembentukan Produk

Pada konsep ini ditemukan dua tipe model mental, yaitu paham sebagian dan memiliki spesifik miskonsepsi (PS/MS) dan miskonsepsi spesifik (MS). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa siswa menganggap laju pembentukan produk meningkat seiring berjalannya waktu. Siswa menjelaskan pada kartu fokus IAE konsentrasi produk meningkat, sehingga jumlah partikel meningkat, dan jumlah tumbukan antarpartikel produk meningkat. Oleh karena itu laju pembentukan produk meningkat seiring berjalannya waktu. Temuan ini ditemukan pada dua orang siswa kemampuan tinggi dan sedang. Konsentrasi produk memang akan meningkat seiring berjalannya waktu, maka jumlah partikel produk akan meningkat dan jumlah tumbukan akan meningkat. Namun, pada reaksi satu arah untuk mengetahui laju pembentukan produk maka ditinjau dari konsentrasi reaktan. Pada reaksi satu arah konsentrasi reaktan akan berkurang karena menghasilkan produk. Produk yang dihasilkan pun akan semakin sedikit karena dipengaruhi oleh konsentrasi reaktan. Hal ini sejalan dengan pernyataan dari peneliti sebelumnya bahwa saat reaktan dikonsumsi konsentrasi reaktan menurun, frekuensi

tumbukan yang terjadi semakin sedikit, sehingga laju reaksi akan menurun atau laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi reaktan, maka dari itu laju reaksi menurun seiring berjalannya waktu (Wijayadi, et al., 2017).

Konsep laju pengurangan reaktan dan laju pembentukan produk di atas menjelaskan perubahan laju dari sisi kualitatif dihubungkan dengan partikel-partikel yang bereaksi, siswa membuktikan hal tersebut melalui perhitungan dan grafik laju rerata pengurangan reaktan dan laju rerata pembentukan produk. Pemahaman siswa yang keliru mengenai laju pembentukan produk menyebabkan siswa salah dalam menggambarkan grafik laju rerata pembentukan produk terhadap waktu.

3.3 Profil Model Mental Siswa pada Konsep Laju rerata

Pemahaman siswa pada level makroskopik dan simbolik diketahui dengan cara membuktikan menurunnya laju pengurangan reaktan dan laju pembentukan produk melalui perhitungan laju rerata setiap interval waktu. Pada konsep ini ditemukan tipe model mental miskonsepsi spesifik (MS) dan tidak paham (TP). Siswa mengalami miskonsepsi dalam menghitung laju pengurangan reaktan, karena tidak menyertakan tanda minus (-) dalam menuliskan rumus laju pengurangan reaktan, sehingga menggunakan selisih dari konsentrasi awal dan akhir agar diperoleh kuantitas laju yang positif, temuan ini ditemukan pada siswa 3 pada Gambar 2. Siswa 6 sudah menggunakan selisih dari konsentrasi akhir dan awal dalam menghitung laju rerata. Namun, siswa 6 tidak menyertakan tanda minus pada rumus laju pengurangan reaktan, sehingga dalam perhitungan tampak membingungkan karena hasil yang diperoleh seharusnya bernilai negatif, temuan ini dibuktikan pada Gambar 2.

Level makroskopik dan simbolik

Siswa 3 (siswa kemampuan sedang)	Siswa 6 (siswa kemampuan rendah)																	
$V = \frac{\Delta C}{\Delta t}$ <p><i>P = Laju (molar / s) ΔC = Selisih konsentrasi (molar) (dikurangi) Δt = selisih waktu</i></p> $C_A = C_{A_{awal}} - C_{A_{akhir}}$ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{0,0030}{100}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{0,00009}{100}$</td> <td style="text-align: center;">M/s</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{0,000032}{100}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{0,000032}{100}$</td> <td style="text-align: center;">M/s</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$\frac{0,000072}{100}$</td> <td style="text-align: center;">$\frac{0,000072}{100}$</td> <td style="text-align: center;">M/s</td> </tr> </table> <p style="text-align: right;"><i>laju laju laju</i></p>	$\frac{0,0030}{100}$	$\frac{0,00009}{100}$	M/s	$\frac{0,000032}{100}$	$\frac{0,000032}{100}$	M/s	$\frac{0,000072}{100}$	$\frac{0,000072}{100}$	M/s	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">$V = \frac{\Delta \text{konstran}}{\Delta t}$</th> <th style="text-align: center;">$V = \frac{\Delta \text{konstran}}{\Delta t}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$= \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$</td> <td style="text-align: center;">$= \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$= \frac{0,0142 - 0,0169}{100}$</td> <td style="text-align: center;">$= \frac{0,0169 - 0,0142}{100}$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$= \frac{0,0027}{100}$</td> <td style="text-align: center;">$= \frac{0,0027}{100}$</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><i>laju melambak</i></p>	$V = \frac{\Delta \text{konstran}}{\Delta t}$	$V = \frac{\Delta \text{konstran}}{\Delta t}$	$= \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$	$= \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$	$= \frac{0,0142 - 0,0169}{100}$	$= \frac{0,0169 - 0,0142}{100}$	$= \frac{0,0027}{100}$	$= \frac{0,0027}{100}$
$\frac{0,0030}{100}$	$\frac{0,00009}{100}$	M/s																
$\frac{0,000032}{100}$	$\frac{0,000032}{100}$	M/s																
$\frac{0,000072}{100}$	$\frac{0,000072}{100}$	M/s																
$V = \frac{\Delta \text{konstran}}{\Delta t}$	$V = \frac{\Delta \text{konstran}}{\Delta t}$																	
$= \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$	$= \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$																	
$= \frac{0,0142 - 0,0169}{100}$	$= \frac{0,0169 - 0,0142}{100}$																	
$= \frac{0,0027}{100}$	$= \frac{0,0027}{100}$																	

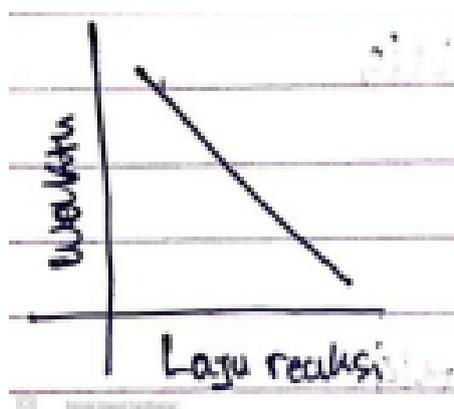
Gambar 2. Jawaban Siswa 3 dan 6 mengenai perhitungan laju rerata pengurangan reaktan.

Selain itu, siswa diminta untuk menggambarkan grafik laju rerata pengurangan reaktan terhadap selang waktu dari hasil perhitungan yang diperoleh, sehingga dapat diketahui kecenderungan laju reaksinya seiring berjalannya waktu. Berdasarkan penelitian ditemukan bahwa masih terdapat siswa yang kebingungan menentukan sumbu x dan sumbu y. Hal ini sejalan dengan temuan saat wawancara pada Gambar 3.

Level makroskopik dan simbolik

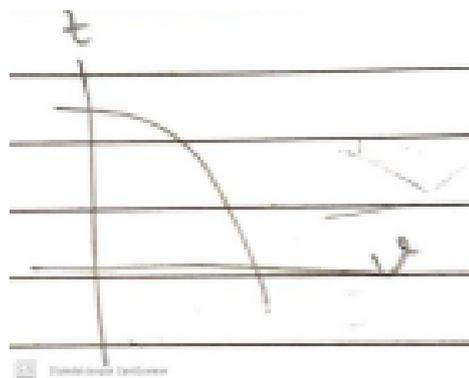
Siswa 6

(siswa kemampuan rendah)



Siswa 7

(siswa kemampuan rendah)



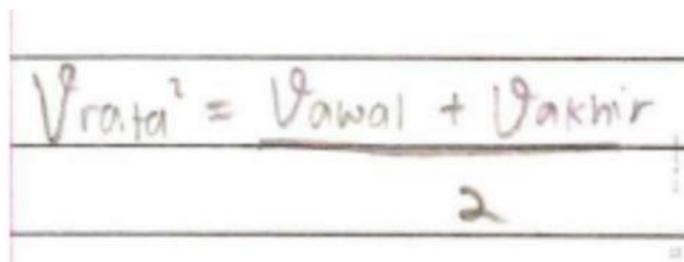
Gambar 3. Grafik laju rerata pengurangan reaktan terhadap selang waktu menurut siswa kemampuan rendah.

Selain itu siswa lainnya tidak memahami rumus laju rerata pengurangan reaktan, yaitu arti $\Delta[\text{konsentrasi}]$ dan Δt yang menunjukkan konsentrasi akhir dikurangi konsentrasi awal, dan waktu akhir dikurangi waktu awal. Hal ini menyebabkan siswa langsung membagi konsentrasi dengan waktu yang diinginkan, sehingga nilai laju yang diperoleh salah seperti pada Gambar 4. Hal ini dibuktikan dari temuan hasil wawancara: Siswa 1: "Data yang dibutuhkan adalah konsentrasi dan waktu. Konsentrasi dan waktunya nanti dibagi"

$$\frac{0,0256}{10} = 2,56 \cdot 10^{-3}$$

Gambar 4. Perhitungan laju rerata menurut siswa 1.

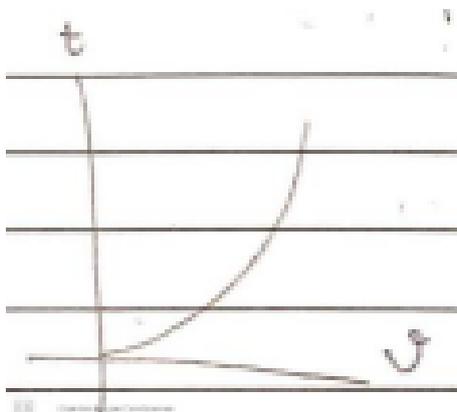
Selain itu, beberapa siswa tidak mengetahui definisi laju rerata, namun mampu menghitung laju rerata. Hal ini menyebabkan siswa miskonsepsi ketika ditanya laju rerata, yaitu total laju dibagi dengan jumlah data. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak dapat menghubungkan level makroskopik dengan simbolik, hal ini dialami oleh siswa 6. Temuan ini dibuktikan dari hasil wawancara pada Gambar 5.



$$V_{rata-rata} = \frac{V_{awal} + V_{akhir}}{2}$$

Gambar 5. Perhitungan laju rerata menurut siswa.

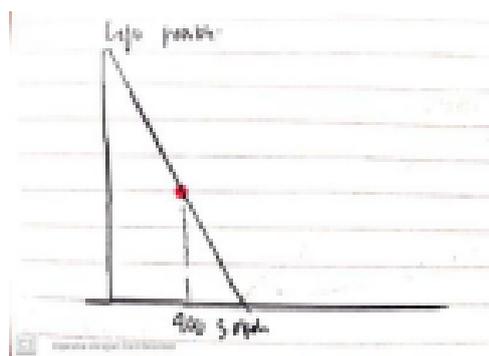
Selanjutnya, siswa diminta untuk menggambar grafik laju rerata pembentukan produk terhadap selang waktu. Siswa yang memiliki pemahaman bahwa laju pembentukan produk harusnya meningkat menggambar grafik yang meningkat seiring berjalannya waktu, selain itu siswa tersebut tidak dapat menentukan sumbu x dan sumbu y pada grafik dengan tepat. Temuan ini dibuktikan dari hasil wawancara pada Gambar 6.



Gambar 6. Perhitungan laju rerata menurut siswa 6.

3.4 Profil Model Mental Siswa pada Konsep Laju sesaat

Siswa diminta menghitung laju sesaat untuk fenomena yang ada. Siswa dituntut untuk menjelaskan pada level makroskopik dan level simbolik. Temuan yang diperoleh adalah siswa menggunakan grafik laju reaksi terhadap waktu dalam menentukan garis singgung, hal ini ditemukan pada siswa 4 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik laju reaksi terhadap waktu untuk menghitung laju sesaat menggunakan metode garis singgung menurut siswa 4.

Lebih lanjut siswa menjelaskan bahwa titik merah pada Gambar 7 menunjukkan laju sesaat yang ditentukan dengan cara seperti Gambar 8.

$$\text{Laju sesaat} = \frac{\text{Laju reaksi} \times 900}{\text{waktu } 900 \text{ s}}$$

Gambar 8. Cara menghitung laju sesaat menurut siswa 8.

Berdasarkan jawaban siswa pada Gambar 8, terlihat bahwa siswa tidak memahami cara menghitung laju sesaat. Laju sesaat pada waktu tertentu dapat dihitung dari kemiringan garis singgung grafik konsentrasi terhadap waktu pada waktu tertentu. Seiring waktu, kemiringan garis singgung setiap waktu akan menurun, ini menunjukkan bahwa laju reaksi menurun seiring berjalannya waktu (Aliyah, 2020).

Temuan lainnya adalah siswa yang menghitung laju sesaat dengan membagi perubahan konsentrasi dengan waktu tertentu secara langsung dari data yang tersedia. Hal ini merupakan miskonsepsi, karena laju sesaat harus ditentukan menggunakan metode grafik, dengan membuat garis singgung pada kurva konsentrasi terhadap waktu. Laju sesaat ditentukan dari kemiringan garis tangen pada kurva konsentrasi terhadap waktu. Titik saat garis tangen menyentuh kurva adalah titik laju sesaat (Pettruci *et al.*, 2017)

Selain menentukan laju sesaat pada waktu tertentu, siswa diminta menentukan laju sesaat pada awal reaksi, atau disebut laju awal. Temuan yang diperoleh adalah terdapat siswa yang menjelaskan bahwa laju awal adalah laju sebelum reaksi dimulai. Ini ditemukan pada siswa 4 saat proses wawancara, meskipun akhirnya siswa 4 mengganti jawabannya menjadi laju pada saat detik nol. Siswa yang memiliki miskonsepsi laju sesaat dengan membagi konsentrasi dengan waktu pada detik tertentu langsung, akan mengalami hal yang serupa pada laju awal ini, yaitu membagi konsentrasi dengan waktu nol, sehingga diperoleh nilai laju nol.

Banyak siswa yang menjawab tidak tahu dan baru mendengar mengenai laju sesaat. Hal ini dapat disebabkan karena di sekolah siswa tidak memahami jenis-jenis laju reaksi yang ada. Pada buku bahan ajar yang digunakan siswa, yaitu buku Unggul Sudarmo Kelas

XI Kurikulum 2013 terdapat beberapa soal latihan mengenai laju sesaat yang artinya siswa sudah mulai diperkenalkan laju sesaat melalui latihan-latihan soal yang ada. Laju reaksi adalah salah satu materi dasar kimia yang belum utuh dibahas di tingkat sekolah menengah, ditambah lagi materi prasyarat yang harus dikuasai cukup banyak, yaitu senyawa kimia, konsentrasi, tekanan, stoikiometri, interpretasi data dan grafik lainnya (Fahmi, et al., 2017).

3.5 Profil Model Mental Siswa pada Konsep Laju Reaksi

Pada konsep ini siswa diminta menghitung laju reaksi, menghubungkan laju reaksi, laju pengurangan reaktan, dan laju pembentukan produk. Siswa dituntut untuk memiliki pemahaman pada level makroskopik dan level simbolik. Tipe model mental siswa pada konsep ini adalah miskonsepsi spesifik (MS) dan tidak paham (TP). Hanya dua orang siswa yang menjawab benar mengenai definisi laju reaksi, sedangkan siswa lainnya mengalami miskonsepsi mengenai pengertian laju reaksi. Temuan tersebut dibuktikan dari hasil wawancara:

- S1: “Kecepatan suatu reaksi”.
- S2: “Laju berkurangnya konsentrasi pereaksi per satuan waktu”
- S3: Laju reaksi bedanya konsentrasi per satuan waktu”

Temuan lainnya adalah tidak ada siswa yang menjawab benar dalam menghubungkan laju reaksi, laju pengurangan reaktan, dan laju pembentukan produk, meskipun siswa sudah diberi pertanyaan *probing* untuk melihat persamaan kimianya. Hal ini membuat siswa tidak dapat menghitung nilai laju reaksi. Laju reaksi diperoleh dari membagi laju relatif salah satu spesi dengan koefisien zat dalam persamaan kimia yang setara (Brady et al., 2014). Selain itu, pernyataan lainnya mengenai laju reaksi adalah perubahan konsentrasi reaktan atau produk per satuan (Silberberg, 2015).

Temuan lainnya adalah hanya dua orang siswa (siswa 3 dan siswa 5) yang dapat membandingkan laju rerata salah satu spesi dengan spesi lainnya dengan melibatkan koefisien dari persamaan kimia yang setara, sedangkan siswa lainnya menjawab salah. Hal ini karena di sekolah siswa cenderung menghitung laju rerata pengurangan reaktan atau laju rerata pembentukan produk saja.

4. SIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa profil model mental siswa pada konsep laju penguraian reaktan, laju pembentukan produk, dan laju rerata adalah paham sebagian dan memiliki miskonsepsi spesifik (PS/MS) dan miskonsepsi spesifik (MS), yaitu siswa mengalami miskonsepsi ketika menggambarkan partikel-partikel dalam wadah yang menunjukkan penjelasan pada level submikroskopik dan simbolik. Kemudian, siswa mengalami miskonsepsi bahwa laju pembentukan produk meningkat seiring berjalannya waktu, yang disebabkan karena konsentrasi produk meningkat. Selain itu, siswa mengalami miskonsepsi dalam menentukan rumus laju pengurangan reaktan karena tidak menambahkan tanda minus serta menggunakan selisih konsentrasi awal dan akhir. Pada konsep laju sesaat dan laju reaksi model mental siswa adalah miskonsepsi spesifik (MS) dan tidak paham (TP). Siswa menggunakan grafik laju reaksi terhadap waktu untuk membuat garis singgung pada laju sesaat. Selain itu, kebanyakan siswa membagi langsung konsentrasi zat dengan waktu tertentu untuk memperoleh laju sesaat. Berdasarkan temuan pada model mental, sebaiknya pada pembelajaran konsep dasar laju reaksi guru perlu membedakan istilah laju rerata, laju sesaat, dan laju awal dan cara menentukannya. Selain itu profil model mental siswa pada konsep dasar laju reaksi dapat digunakan untuk

menentukan strategi pembelajaran, dan media pembelajaran yang berpedoman pada multipel representasi, sehingga pemahaman siswa akan utuh dan tidak menimbulkan miskonsepsi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

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

6. REFERENSI

- Derman, A., Koçak, N., Eilks, I. 2019. Insights into Components of Prospective Science Teachers' Mental Models and Their Preferred Visual Representations of Atoms. *Education Sciences*, 9(2): 1-19
- Fahmi, F., Irhasyurna, Y. (2017). "Misconceptions of Reaction Rates on High School Level in Banjarmasin". *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSRJRME)*. 7 (1), 54-61.
- Farida, I., Liliarsari, L., Sopandi, W., Widyantoro, D. H. (2017). A web-based model to enhance competency in the interconnection of multiple levels of representation for pre-service teachers. *Ideas for 21st Century Education*, 359-362.
- Handayanti, Y., Setiabudi, A., & Nahadi, N. (2015). Analisis profil model mental SISWA SMA pada materi laju reaksi. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 1(1), 107.
- Ishartono, B., Ashadi dan Susilowati, E. (2015). Implementasi Model Pembelajaran Problem Solving Berbantuan Peer Tutoring Dilengkapi Hierarki Konsep untuk Meningkatkan Kualitas Proses dan Hasil Belajar Materi Stoikiometri pada Siswa Kelas X IPA 6 SMAN 1 Sukoharjo Tahun Pelajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Kimia (JPK)*, 4(1),10-19.
- Kurnaz, M. A., Eksi, C. 2015. An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 15(3): 787-795.
- Li, W.S.S., Arshad, M.Y., 2014, 'Application of Multiple Representation Levels in Redox Reactions among Tenth Grade Chemistry Teachers', *Journal of Turkish Science Education*, 11(3), 35-52.
- McClary, L., Talanquer, V. 2011. College Chemistry Students' Mental Models of Acids and Acid Strength. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(4): 396-413
- Muliaman, A., Mellyzar, M. (2020). Peningkatan Hasil Belajar Menggunakan Model Project Based Learning Pada Materi Laju Reaksi. *Chemistry in Education*, 9(2), 91-95.
- Nastiti, R. D., Fadiawati, N., Kadaritna, N., Diawati, C. (2012). Development Module Of Reaction Rate Based On Multiple Representations. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Kimia*, 1(2), 1-15.
- Safitri, N. C., Nursaadah, E., Wijayanti, I. E. (2019). Analisis multipel representasi kimia siswa pada konsep laju reaksi. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(1), 1-12.
- Syahri, W., Muhaimin, M., Ardi, A. M. (2017). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Representasi Kimia pada Materi Laju Reaksi untuk Siswa Kelas XI SMAN 4 Kota Jambi. *Journal of The Indonesian Society of Integrated Chemistry*, 9(1), 26-34.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry "triplet." *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Tumay, H. (2014). "Prospective Chemistry Teacher's Mental Models of Vapor Pressure". *Royal Society of Chemistry*". 15, 359-366.
- Wijayadi, A. W. (2017). Menggali Pemahaman Awal Mahasiswa Tingkat I Pada Materi Laju Reaksi Menggunakan Instrumen Two Tier. *Wacana Didaktika*, 5(02), 172-180.

- Wiji, Mulyani, S., Yuliani, G., Rudina, O. (2016). "Tes Diagnostik Model Mental Tipe Pilihan Ganda Multi Tingkat pada Materi Koloid (TDM-PMT-Koloid)". *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 19(1), 29-37.
- Yanto, R., Enawati, E., Erlina. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKS) Dengan Pendekatan Makroskopis-Mikroskopis-Symbolik pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 2(3), 1-9.