

# Analisis Kesulitan Siswa dalam Memahami Konsep Laju Reaksi (*Systematic Review*)

## Analysis of Students' Difficulties in Understanding the Concept of Rate Reaction (*Systematic Review*)

Santa Ira Yustina Mesra<sup>1\*</sup>, Suandi Sidauruk<sup>2</sup>, Maya Erliza Anggraeni<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Pendidikan MIPA/FKIP – Universitas Palangka Raya, Palangka Raya – Indonesia 73111

\*E-mail: santaira1103@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini menggunakan metode *systematic review*. Penelitian ini dilakukan untuk mendeskripsikan serta merangkum hasil analisis terkait kesulitan siswa dalam memahami konsep laju reaksi. Sampel dalam penelitian berupa tiga skripsi tentang kesulitan dalam memahami konsep laju reaksi. Data dalam penelitian ini berupa kesulitan siswa dari pola jawaban dan instrumen yang digunakan pada masing-masing skripsi. Analisis instrumen berupa Kompetensi Dasar (KD) dan Kata Kerja Operasional (KKO) dari ketiga skripsi sedangkan kesulitan siswa dianalisis dengan membandingkan pola jawaban siswa.

Hasil penelitian kesulitan siswa dalam memahami konsep laju reaksi, yaitu (1) siswa mendefinisikan bahwa laju reaksi adalah bertambahnya konsentrasi salah satu pereaksi persatuan waktu, (2) siswa menganggap laju reaksi adalah  $-\frac{1}{\text{indeks/koeff}} \left( \frac{\Delta[\text{reaktan}]}{\Delta t} \right) = \frac{1}{\text{indeks/koeff}} \left( \frac{\Delta[\text{produk}]}{\Delta t} \right)$ , (3) siswa menganggap nilai indeks sebagai koefisien pembagi ungkapan laju dan menggunakan indeks untuk menyetarakan reaksi, (4) siswa dalam menentukan orde reaksi berdasarkan tabel data hasil percobaan menganggap bahwa orde reaksi merupakan hasil bagi harga laju dengan nilai konsentrasi reaktan, (5) siswa berpendapat bahwa orde total reaksi itu diperoleh dengan cara mengalikan pangkat konsentrasi atau orde reaksi, (6) siswa kesulitan pada konsep perhitungan kimia dalam menentukan orde reaksi berdasarkan tabel data hasil percobaan dengan menganggap orde reaksi merupakan hasil bagi harga laju dengan nilai konsentrasi reaktan, (7) siswa menganggap bahwa nilai orde reaksi merupakan nilai konsentrasi pada suatu persamaan laju reaksi, dan (8) siswa kurang teliti dalam menginterpretasikan data yang sudah diketahui ke dalam rumus perhitungannya serta berpendapat bahwa harga laju reaksi ( $v$ ) dapat diperoleh dari koefisien produk.

Kata kunci: *kesulitan siswa, laju reaksi, systematic review*

### Abstract

This research employs a systematic review method aimed at describing and summarizing the results of analyses related to students' difficulties in understanding the concept of reaction rates. The sample in this study consists of three theses focused on challenges in grasping the concept of reaction rates. The data gathered involves students' difficulties, identified through answer patterns and instruments used in each thesis. The instrument analysis includes Basic Competencies (KD) and Operational Verbs (KKO) from the three theses, while students' difficulties are analyzed by comparing their answer patterns.

The research findings on students' difficulties in understanding the concept of reaction rates include: (1) students define reaction rate as the increase in the concentration of one of the reactants per unit of time, (2) students consider reaction rate as  $-1/(\text{index/coef}) (\Delta[\text{reactant}]/\Delta t) = 1/(\text{index/coef}) (\Delta[\text{product}]/\Delta t)$ , (3) students treat the index value as a coefficient to divide the rate expression and use the index to balance the reaction, (4) students determine reaction order based on experimental data tables by considering reaction order as the ratio of the reaction rate to the reactant concentration, (5) students believe that the total reaction order is obtained by multiplying the concentration exponent or reaction order, (6) students face difficulties in chemical calculations for determining reaction order based on experimental data tables, mistakenly viewing reaction order as the ratio of reaction rate to reactant concentration, (7) students assume that the reaction order value is the concentration value in a reaction rate equation, and (8) students are less accurate in interpreting known data into their calculations and assume that the reaction rate ( $v$ ) can be derived from the product coefficient.

**Keywords:** rate reaction, student difficulties, systematic review

---

## PENDAHULUAN

Materi kimia disusun secara hierarkis dari konsep sederhana hingga konsep kompleks, apabila siswa sulit dalam memahami bagian konsep sederhana, maka siswa lebih sulit memahami bagian kompleks sehingga dapat menimbulkan kesulitan siswa untuk mempelajari kimia (Sidauruk, 1995). Kimia merupakan salah satu mata pelajaran yang kurang diminati oleh siswa, alasannya bervariasi dari sifat konsep-konsep kimia yang abstrak hingga kesulitan dalam memecahkan soal-soal kimia yang memerlukan perhitungan. Siswa cenderung mengalami kesulitan mulai dari memahami soal, menulis yang diketahui seperti menulis lambang, rumus-rumus hingga menyelesaikan soal yang memerlukan keahlian operasi matematika. Kesulitan siswa dalam memahami suatu konsep dapat menghambat siswa dalam memahami konsep berikutnya. Kesulitan tersebut disebabkan oleh karakteristik kimia yang mempunyai konsep yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya (Darmana, dkk. 2013).

Salah satu materi kimia yang memiliki tiga level representasi adalah laju reaksi (Safitri, dkk. 2019). Materi laju reaksi pada dasarnya memerlukan pengetahuan dan pemahaman konsep dasar yang kuat karena cakupan materinya sangat luas. Salah satu alasan siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi yaitu berkaitan dengan menggambarkan dan menjelaskan fenomena kimia dengan berbagai tingkat representasi (Chandrasegaran, dkk. 2007).

Mujakir (2018) menjelaskan bahwa sebagian besar guru kimia di SMA tidak menghubungkan ketiga representasi tersebut dalam pembelajaran di kelas. Siswa mengalami kesulitan dalam membuat konsep dengan benar sehingga siswa menafsirkan sendiri mengenai konsep tersebut. Kesalahan siswa dalam menafsirkan konsep dapat menyebabkan miskonsepsi sehingga terjadi kesulitan. Materi laju reaksi sering dianggap sulit oleh siswa karena diperlukan keseimbangan antara ketiga representasi tersebut.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menelusuri kesulitan siswa dalam memahami konsep laju reaksi. Hasil penelitian oleh Franciska (2015) pada siswa kelas XI IPA SMA Kristen Palangka Raya tahun ajaran 2014/2015 melaporkan siswa mengalami kesulitan yang terdapat pada konsep menentukan orde reaksi dan konstanta laju reaksi. Penelitian yang dilakukan oleh Jusniar, dkk. (2020) mengungkapkan bahwa terdapat dampak miskonsepsi laju reaksi terhadap pemahaman konsep materi selanjutnya, salah satunya terhadap materi kesetimbangan kimia sehingga dapat dinyatakan bahwa miskonsepsi laju reaksi berpengaruh terhadap kesulitan memahami materi selanjutnya.

Alawiyah (2021) melakukan penelitian tentang kesulitan siswa terhadap konsep laju reaksi yang ditelusuri menggunakan tes diagnostik *four tier multiple choice* mengungkapkan bahwa siswa mengalami kesulitan pada materi laju reaksi yaitu mendefinisikan laju reaksi, menentukan orde reaksi, harga laju reaksi ( $v$ ), dan menentukan persamaan (hukum) laju reaksi. Hasil ini didukung oleh penelitian Siregar (2022) yang mengungkapkan bahwa siswa mengalami kesulitan memahami konsep laju reaksi yang ditelusuri menggunakan tes terstruktur berdasarkan indikator adalah menentukan tetapan laju reaksi ( $k$ ), menentukan harga laju ( $v$ ), dan menentukan persamaan reaksi setara.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, menunjukkan bahwa beberapa penelitian tersebut memiliki kesamaan yaitu menganalisis kesulitan siswa

dalam memahami konsep laju reaksi dengan menggunakan instrumen yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mengalami keberagaman pemahaman pada konsep laju reaksi, sehingga perlu adanya penelitian kembali dengan metode *systematic review* untuk merangkum temuan dari penelitian yang sejenis tentang kesulitan siswa dalam memahami konsep laju reaksi. *Systematic review* adalah suatu metode penelitian untuk melakukan identifikasi, evaluasi, dan interpretasi terhadap hasil penelitian untuk menjawab pertanyaan penelitian pada topik tertentu atau fenomena yang sedang menjadi perhatian (Hariyati, 2010).

Penelitian *systematic review* ini dilakukan dengan mengumpulkan sumber yang relevan dari penelitian terdahulu berkaitan dengan topik permasalahan diteliti kemudian hasil yang didapatkan dibaca, dipahami, dianalisis, dievaluasi, dibandingkan kemudian dideskripsikan dalam bentuk narasi sehingga mendapatkan suatu kesimpulan. Penelitian ini penting dilakukan untuk mempermudah pembaca dalam mendapatkan sumber referensi tanpa harus membaca banyak skripsi, jurnal, maupun artikel tetapi dengan membaca penelitian tentang *systematic review* bisa menyimpulkan informasi yang sesuai dengan topik permasalahan yang diangkat dalam suatu penelitian.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *systematic review*. Data dalam penelitian ini berupa kesulitan siswa dari pola jawaban dan instrumen yang digunakan pada masing-masing skripsi. Data yang diperlukan pada masing-masing skripsi dikumpulkan dengan teknik dokumentasi berupa hasil gambar *screenshot* dari skripsi dan hasil ekstraksi (penulisan ulang).

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabel tabulasi analisis Kompetensi Dasar (KD), tabel analisis Kata Kerja Operasional (KKO) dan ranah kognitif pada skripsi, tabel kesesuaian Kata Kerja Operasional (KKO) dengan indikator dan butir soal serta tabel analisis pola kesulitan siswa pada masing-masing sub konsep. Analisis kompetensi dasar diidentifikasi berdasarkan tinjauan kata kerja operasional. Kolom ranah kognitif pada kerangka diidentifikasi berdasarkan tinjauan kata kerja operasional yang terdapat pada kompetensi dasar dan indikator. Kata kerja kemudian dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan level berpikir kognitif taksonomi Bloom.

Butir soal dikategorikan sesuai apabila sesuai dengan kata kerja pada indikator yang dikembangkan dari kompetensi dasar. Langkah selanjutnya dituliskan simbol (√) untuk butir soal yang sesuai dan simbol (-) untuk butir soal yang tidak sesuai dengan menyertakan alasan.

Data berupa kesulitan siswa dalam memahami konsep laju reaksi dianalisis dengan membandingkan pola jawaban siswa secara deskriptif. Pola jawaban siswa merupakan gambaran kemampuan siswa memahami pada setiap butir soal. Langkah-langkah menganalisis kesulitan siswa:

- a) Data kesulitan siswa pada ketiga skripsi dilihat berdasarkan pola jawaban yang muncul dari butir soal.
- b) Menganalisis kesulitan siswa pada setiap sub konsep berdasarkan tabel perbandingan pola kesulitan sehingga didapatkan pola kesulitan umum (ide sentral). Tabel pola kesulitan siswa dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

Kode Skripsi	Sub Konsep	Nomor Butir Soal	Pola Kesulitan	Pola Kesulitan Secara Umum

Gambar 1. Kerangka tabel pola kesulitan siswa

- c) Membuat kalimat naratif yang berisi penjelasan mengenai kesulitan siswa dalam memahami konsep laju reaksi.

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis berupa instrumen yang ditinjau berdasarkan kata kerja operasional menunjukkan bahwa terdapat beberapa butir soal yang tidak sesuai indikator, yaitu pada sub konsep definisi laju reaksi terdapat satu butir soal yang tidak sesuai indikator, hal ini ditandai dengan kerja pada indikator “mendefinisikan” dengan ranah kognitif memahami (C2), namun pada butir soal kata kerja yang digunakan ”menentukan” yang termasuk ranah kognitif menerapkan (C3). Indikator pada soal menuntut siswa untuk mendefinisikan laju reaksi, tetapi pada soal siswa dituntut untuk menentukan laju reaksi (satu tingkat di atas C2). Siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal karena pada indikator siswa hanya sebatas memahami belum sampai menerapkan.

Sub konsep persamaan laju reaksi terdapat satu butir soal yang tidak sesuai indikator, hal ini ditandai dengan kata kerja pada indikator “menentukan” ranah kognitif menerapkan (C3), namun pada butir soal kata kerja yang digunakan “menyimpulkan” termasuk ranah kognitif memahami (C2), sehingga butir soal tersebut masih mengukur kemampuan siswa dalam memahami tentang persamaan laju reaksi belum mencapai tingkat menerapkan (C3).

Sub konsep faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi terdapat tiga butir soal yang tidak sesuai indikator, hal ini ditandai dengan pada indikator kata kerja yang digunakan “menganalisis” sedangkan butir soal kata kerja yang digunakan “menentukan” ranah kognitif C3, “menganalisis” ranah kognitif C4, dan “menjelaskan” ranah kognitif C2. Soal tidak sesuai dengan indikator sehingga siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal tersebut. Hal ini terlihat dari indikator siswa dituntut untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi, namun pada soal siswa dituntut tidak hanya menganalisis (C4), tetapi menentukan (C3) dan menjelaskan (C2).

Instrumen yang digunakan ditinjau dari Kompetensi Dasar (KD), indikator, dan Kata Kerja Operasional (KKO) menunjukkan bahwa soal yang digunakan dominan ranah kognitif C2 dan C3 yang dikategorikan LOTS (*Lower Order Thinking Skills*). Keterkaitan dengan kesulitan siswa menguasai pengetahuan menunjukkan suatu hubungan bahwa siswa yang tidak menguasai pengetahuan juga mengalami kesulitan dalam pemahaman, bagaimana siswa dapat membuat kaitan antara pemahaman, sedangkan pengetahuan itu sendiri belum dipahami dan dikuasai sepenuhnya. Keterkaitan hubungan antar konsep, siswa bukan hanya menghafal konsep-konsep laju reaksi, tetapi siswa harus memiliki pemahaman dan penguasaan yang mendalam terhadap konsep tersebut.

Berdasarkan sub konsep dapat terlihat persamaan kesulitan siswa pada ketiga skripsi yang terdiri dari tiga sub konsep, yaitu (a) orde reaksi,

(b) persamaan laju reaksi, dan (c) harga laju reaksi. Sub konsep kesulitan siswa yang hanya dimuat dalam dua skripsi saja, yaitu definisi laju reaksi dan tetapan laju reaksi (k). Kesulitan yang dialami siswa dalam konsep laju reaksi yaitu:

#### 1. Mendefinisikan laju reaksi

Kata kerja yang digunakan pada indikator “mendefinisikan” ranah kognitif C2, sedangkan pada butir soal menggunakan kata kerja “menyatakan” ranah kognitif C2 dan “menentukan” ranah kognitif C3. Bentuk kesulitan yang ditemukan yaitu siswa menyatakan bahwa laju reaksi adalah laju bertambahnya konsentrasi pereaksi dan berkurangnya konsentrasi produk dalam setiap satuan waktu. Konsep yang benar laju reaksi adalah perubahan konsentrasi pereaksi atau produk tiap satuan waktu, di mana terjadi pengurangan konsentrasi pereaksi atau penambahan konsentrasi produk tiap satuan waktu (Chang, 2004). Kesalahan siswa tersebut dapat dikategorikan ke dalam kesalahan menafsirkan konsep pengertian laju reaksi (ranah kognitif C2).

Siswa menganggap laju reaksi adalah  $v = -\frac{1}{\text{indeks/koef}} \left( \frac{\Delta[\text{reaktan}]}{\Delta t} \right) = \frac{1}{\text{indeks/koef}} \left( \frac{\Delta[\text{produk}]}{\Delta t} \right)$ , konsep benar yaitu  $v = -\frac{1}{\text{koefisien}} \left( \frac{\Delta[\text{reaktan}]}{\Delta t} \right) = \frac{1}{\text{koefisien}} \left( \frac{\Delta[\text{produk}]}{\Delta t} \right)$ . Penyebab siswa

kesulitan dalam menentukan ungkapan laju reaksi yaitu membedakan antara koefisien dengan indeks dalam persamaan reaksi, sehingga menganggap nilai indeks sebagai koefisien pembagi ungkapan laju dan menggunakan indeks untuk menyetarakan reaksi. Koefisien reaksi adalah bilangan yang terletak di depan rumus kimia (menunjukkan jumlah senyawa yang terlibat dalam reaksi kimia) berguna dalam penyetaraan dan perhitungan kimia, sedangkan indeks adalah angka yang terletak di kanan bawah lambang unsur (menyatakan jumlah atom dalam senyawa). Penyebab kesalahan siswa dalam menjawab soal-soal kimia adalah penguasaan konsep oleh siswa belum lengkap atau utuh dan tidak menguasai konsep prasyarat (Arianto, 2015). Pemahaman konsep yang baik apabila siswa mampu mengaitkan pengetahuan yang baru didapat dengan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya.

Siswa kesulitan mendefinisikan laju reaksi melalui pengamatan reaksi perubahan warna dari gambar suatu percobaan, di mana siswa menganggap ketika larutan asam format (bening) dicampurkan dengan larutan bromin (warna merah) membuat asam format habis bereaksi dengan larutan bromin sehingga menyebabkan hasil akhir reaksi membuat warna larutan menjadi bening. Kesulitan dibuktikan juga dengan cuplikan hasil wawancara yang menjelaskan alasan kesulitan siswa seperti pada Gambar 2.

Wawancara 6 (G = Guru; S = Siswa)

G : (memberikan lembar jawaban siswa) Coba lihat jawaban nomor 1d, mengapa kamu mengatakan ketika larutan bromin (Br<sub>2</sub>) dengan asam format (HCOOH) dicampurkan maka yang habis bereaksi merupakan asam format?

S6 : Karena larutan yang ada di gelas adalah bromin sedangkan asam format merupakan larutan pendatang, jadi kalo ditambahkan asam format kedalam gelas maka secara perlahan asam format akan habis bereaksi pak

G : Sebutkan warna awal dari larutan bromin dan asam format

S6 : Larutan bromin = merah dan larutan asam format = bening pak

G : Lihat perubahan warna saat t<sub>2</sub> hingga t<sub>3</sub>, bagaimana perubahannya?

S6 : Warna yang awalnya merah pekat lama kelamaan memudar pak

G : Artinya apa yang seharusnya habis bereaksi

S6 : Oooo berarti saya kebalik yah pak, artinya bromin yang habis bereaksi

Gambar 2. Cuplikan wawancara kesulitan mendefinisikan laju reaksi berdasarkan gambar suatu percobaan

Konsep yang benar adalah larutan bromin habis bereaksi dengan larutan asam format yang ditunjukkan dengan adanya perubahan warna yang

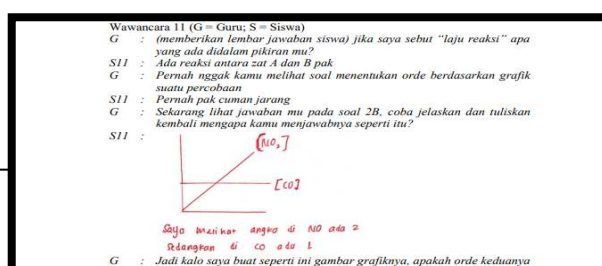
lama kelamaan memudar dan menjadi bening. Awal reaksi, bromin berwarna merah pekat setelah beberapa saat kemudian, bromin menjadi tidak berwarna. Hal ini menunjukkan adanya pengurangan konsentrasi bromin dalam satu satuan waktu, di mana laju berkurangnya konsentrasi pereaksi (larutan  $\text{Br}_2$ ) ditunjukkan oleh memudarnya warna larutan, sedangkan laju bertambahnya konsentrasi produk (ion  $\text{Br}^-$ ) dalam satu satuan waktu ditunjukkan oleh laju terbentuknya larutan tidak berwarna.

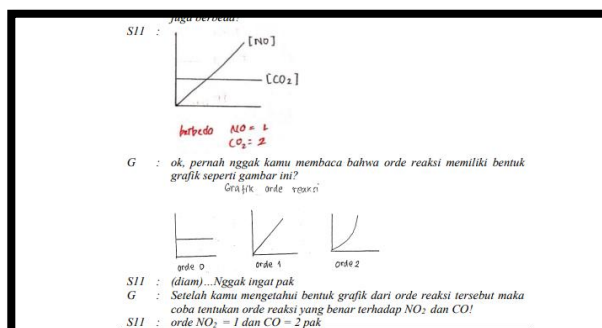
Penelitian oleh Marthafera, dkk. (2018) dengan judul “deskripsi pemahaman konsep siswa pada materi laju reaksi” mengungkapkan bahwa hasil wawancara siswa mengatakan lupa dengan pengertian laju reaksi karena materinya sudah lama. Siswa belum memahami perubahan laju reaksi yang terjadi ketika reaktan membentuk produk, di mana reaktan ada dalam keadaan maksimum sedangkan produk dalam keadaan minimum, setelah reaksi berlangsung produk akan mulai terbentuk semakin lama akan bertambah banyak, sedangkan reaktan semakin berkurang.

Penelitian oleh Fadhilah, dkk. (2019) juga mengungkapkan hasil wawancara siswa menyatakan bahwa dalam reaksi kimia terjadi proses perubahan zat-zat pereaksi menjadi produk. Jadi, pada saat reaksi berlangsung, konsentrasi pereaksi bertambah, sedangkan konsentrasi produk yang berkurang. Alasan lain yang dikemukakan oleh siswa adalah dalam suatu reaksi kimia untuk menghasilkan suatu produk, maka pereaksi harus selalu mengalami penambahan untuk dapat menghasilkan suatu produk. Hal tersebut menunjukkan bahwa siswa memiliki prakonsepsi awal yang keliru mengenai pemahaman tentang perubahan zat-zat pereaksi menjadi produk dalam suatu reaksi kimia.

## 2. Menentukan orde reaksi

Kata kerja yang digunakan pada indikator “menentukan” ranah kognitif C3 sesuai dengan kata kerja operasional pada butir soal. Bentuk kesulitan yang ditemukan yaitu siswa kesulitan pada konsep perhitungan kimia dalam menentukan orde reaksi berdasarkan tabel data hasil percobaan dengan menganggap orde reaksi merupakan hasil bagi harga laju dengan nilai konsentrasi reaktan. Siswa cenderung mengalami kesulitan dalam konsep perhitungan kimia (ranah kognitif C3) penyebabnya karena kemampuan matematika yang tidak memadai. Kesulitan dalam perhitungan disebabkan siswa tidak hafal rumusan matematika yang banyak digunakan dalam perhitungan kimia, sehingga tidak terampil dalam menggunakan operasi-operasi dasar matematika (Mezia, 2016). Untuk menyelesaikan soal penentuan orde reaksi, siswa memerlukan kemampuan mengaplikasikan (C3), yaitu kemampuan menyelesaikan suatu masalah dengan menggunakan metode, rumus, dan teori tertentu (Gunawan & Palupi, 2012). Siswa menganggap penentuan orde reaksi dari grafik laju reaksi secara berturut-turut adalah orde reaksi ditentukan berdasarkan nilai indeks suatu senyawa, orde reaksi ditentukan melalui titik awal ditariknya garis grafik laju, orde reaksi merupakan nilai koefisien senyawa, dan orde reaksi ditentukan dari titik akhir grafik laju. Berikut adalah cuplikan hasil wawancara alasan kesulitan siswa terhadap konsep orde reaksi seperti pada Gambar 3.





Gambar 3. Cuplikan wawancara pola kesulitan siswa menentukan orde reaksi berdasarkan grafik

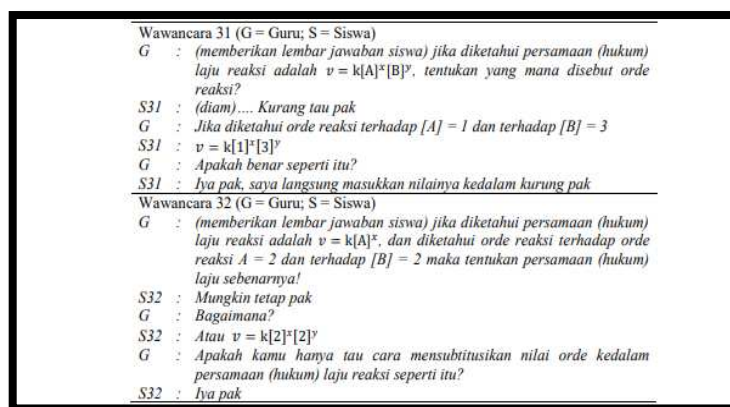
Kurangnya pemahaman pada materi prasyarat membuat siswa menjadi salah konsep, karena masih ada siswa yang kesulitan membedakan dan menentukan mana yang disebut sebagai reaktan, produk, konsentrasi, indeks maupun koefisien. Siswa juga menyatakan lupa bentuk grafik reaksi orde nol dan orde satu, seharusnya dengan melihat dari gambar grafik pada soal siswa sudah bisa menentukan orde reaksi masing-masing pereaksi. Siswa dengan jawaban demikian dikategorikan sebagai kesulitan dalam mengingat (ranah kognitif C1) dan memahami konsep (ranah kognitif C2).

Siswa berpendapat bahwa orde total reaksi itu diperoleh dengan cara mengalikan pangkat konsentrasi atau orde reaksi. Orde reaksi adalah bilangan yang menyatakan besarnya pengaruh konsentrasi reaktan terhadap laju reaksi. Orde reaksi tidak dapat diturunkan dari persamaan reaksi, tetapi dapat ditentukan berdasarkan percobaan. Menentukan orde reaksi adalah dengan cara membandingkan 2 data percobaan dan salah satu datanya harus sama, ketika sudah diperoleh orde reaksi setiap zat, maka untuk orde reaksi totalnya adalah menjumlahkan orde reaksi masing-masing zat yang terdapat dalam reaksi tersebut.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah, dkk. (2019) dengan judul “Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Ma’rang Pada Materi Pokok Laju Reaksi” mengungkapkan bahwa hasil wawancara siswa menyatakan bahwa orde reaksi ditentukan oleh koefisien reaktan sehingga orde reaksinya dapat langsung diketahui hanya dengan melihat reaksinya saja. Hal ini bertentangan dengan konsep bahwa orde reaksi tidak dapat ditentukan dari stoikiometri persamaan keseluruhan suatu reaksi, melainkan harus ditentukan melalui percobaan (Chang, 2004).

### 3. Menentukan persamaan (hukum) laju reaksi

Kata kerja yang digunakan pada indikator “menentukan” ranah kognitif C3 sesuai dengan kata kerja operasional pada butir soal. Bentuk kesulitan yang ditemukan yaitu siswa dalam mensubstitusikan nilai setiap orde reaksi ke dalam persamaan (hukum) laju reaksi menganggap bahwa nilai orde reaksi merupakan nilai dari konsentrasi pada suatu persamaan laju reaksi. Berikut adalah cuplikan hasil wawancara sebagai alasan kesulitan siswa menentukan persamaan laju reaksi seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Cuplikan wawancara alasan kesulitan siswa menentukan persamaan laju reaksi

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewangga & Suyono (2017) mengungkapkan bahwa siswa menganggap persamaan (hukum) laju reaksi sama dengan persamaan reaksi kimia. Persamaan laju reaksi adalah persamaan yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi zat pereaksi (reaktan) dan laju reaksinya. Salah satu penyebab siswa mengalami kesalahan mengerjakan soal yaitu kurang menguasai bahasa/ istilah kimia dengan benar, sehingga mengalami kekeliruan dalam menafsirkan antara persamaan (hukum) laju reaksi dengan persamaan reaksi kimia (ranah kognitif C2).

Secara umum siswa mengalami kesulitan dalam konsep persamaan laju reaksi yaitu menganalisis soal dan memahami langkah-langkah untuk menentukan persamaan laju reaksi melalui penentuan orde reaksi terlebih dahulu (ranah kognitif C3). Hal ini karena indikator memiliki level kognitif yang lebih tinggi. Semakin tinggi tingkat pemahaman, maka semakin kompleks kerja kognitif yang diperlukan sehingga menyebabkan siswa lebih sulit untuk memahami indikator dengan level kognitif yang lebih tinggi.

#### 4. Menentukan tetapan laju reaksi (k)

Kata kerja yang digunakan pada indikator “menentukan” ranah kognitif C3 sesuai dengan kata kerja operasional pada butir soal. Bentuk kesulitan yang ditemukan yaitu siswa mengalami kesulitan dalam menentukan tetapan laju (k) penyebabnya adalah kesulitan dalam perhitungan kimia. Perhitungan kimia seringkali mempersulit siswa dalam memahami materi laju reaksi sebagaimana pendapat Heck (2012) dalam Musya'idah, dkk. (2016) yang menyatakan bahwa salah satu penyebab kesulitan siswa memahami materi laju reaksi adalah karena kemampuan matematika yang tidak memadai (ranah kognitif C3).

Materi kimia lebih sulit jika dibandingkan dengan matematika karena perhitungan matematika langsung menghitung angka, sedangkan kimia harus menentukan terlebih dahulu angka untuk simbol tertentu sehingga sering terkecoh saat menentukan angka merupakan milik simbol yang mana. Saat melihat hal yang dianggap sulit seperti rumus maupun simbol-simbol yang tidak mereka pahami, siswa kesulitan dalam berkonsentrasi sebagaimana mestinya (Apriandi & Krisdiana, 2016).

#### 5. Menentukan harga laju reaksi ( $v$ )

Kata kerja yang digunakan pada indikator “menentukan” ranah kognitif C3 sesuai dengan kata kerja operasional pada butir soal. Bentuk kesulitan yang ditemukan yaitu siswa kurang teliti dalam menginterpretasikan data yang sudah diketahui ke dalam rumus perhitungannya serta berpendapat bahwa harga laju reaksi ( $v$ ) dapat diperoleh dari koefisien produk. Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak menginterpretasikan data yang diketahui dalam soal ke dalam persamaan laju reaksi.

Karakteristik materi laju reaksi adalah melibatkan perhitungan matematis seperti menentukan laju reaksi dan menentukan orde reaksi. Siswa kurang teliti dalam mengerjakan soal, hal ini ditunjukkan dari kesalahan dalam mengerjakan soal perhitungan. Siswa masih kesulitan dalam mengalikan dan membagi bilangan yang menunjukkan bahwa kemampuan matematika siswa kurang (ranah kognitif C3). Perhitungan tersebut memerlukan kemampuan berpikir proporsional karena melibatkan persamaan dan stoikiometri, sebagaimana pendapat Herron (1996) dalam Musya'idah, dkk. (2016) yang menyatakan bahwa rumus dan persamaan merupakan hubungan proporsional dan semua stoikiometri adalah berdasarkan proporsi.

Siswa berpendapat bahwa harga laju reaksi ( $v$ ) dapat diperoleh dari koefisien produk. Koefisien reaksi adalah bilangan yang terletak di depan rumus kimia (menunjukkan jumlah senyawa yang terlibat dalam reaksi kimia) berguna dalam penyetaraan dan perhitungan kimia, sedangkan indeks adalah angka yang terletak di kanan bawah lambang unsur (menyatakan jumlah atom dalam senyawa). Penyebab kesalahan siswa dalam menjawab soal-soal kimia adalah penguasaan konsep oleh siswa belum lengkap atau utuh dalam menguasai konsep prasyarat seperti persamaan reaksi kimia (Arianto, 2015).

Pemahaman mengenai konsep prasyarat pembelajaran sejalan dengan teori belajar kognitif yang dikemukakan oleh Piaget. Filosofis konstruktivisme menyatakan bahwa pengetahuan merupakan hasil konstruksi kognitif melalui suatu aktivitas siswa yang meliputi keterampilan maupun sikap ilmiah siswa sehingga siswa dapat mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dan bermakna melalui pengalaman yang nyata (Siwa, 2013). Siswa yang tidak memahami konsep dasar akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang lebih kompleks (ranah kognitif C2).

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil *systematic review* tentang kesulitan siswa memahami konsep laju reaksi dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kesulitan pada sub konsep definisi laju reaksi, yaitu (1) siswa mendefinisikan bahwa laju reaksi adalah bertambahnya konsentrasi salah satu pereaksi persatuan waktu, (2) siswa menganggap laju reaksi adalah  $-\frac{1}{\text{indeks/koef}} \left( \frac{\Delta[\text{reaktan}]}{\Delta t} \right) = \frac{1}{\text{indeks/koef}} \left( \frac{\Delta[\text{produk}]}{\Delta t} \right)$ , (3) siswa menganggap nilai indeks sebagai koefisien pembagi ungkapan laju dan menggunakan indeks untuk menyetarakan reaksi, dan (4) siswa dalam mendefinisikan laju reaksi melalui pengamatan reaksi perubahan warna dari gambar suatu percobaan menganggap ketika larutan asam format (bening) dicampurkan dengan larutan bromin (warna merah) membuat asam format habis bereaksi dengan larutan bromin sehingga menyebabkan hasil akhir reaksi membuat warna larutan menjadi bening. Kesalahan siswa tersebut dapat dikategorikan ke dalam kesulitan

- menafsirkan konsep pengertian laju reaksi (ranah kognitif C2) penyebabnya karena tidak menguasai konsep prasyarat. Pemahaman konsep yang baik apabila siswa mampu mengaitkan pengetahuan yang baru didapat dengan pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya.
2. Kesulitan pada sub konsep orde reaksi, yaitu (1) siswa berpendapat bahwa orde total reaksi itu diperoleh dengan cara mengalikan pangkat konsentrasi atau orde reaksi, (2) siswa menganggap penentuan orde reaksi dari grafik laju reaksi secara berturut-turut adalah orde reaksi ditentukan berdasarkan nilai indeks suatu senyawa, orde reaksi ditentukan melalui titik awal ditariknya garis grafik laju, orde reaksi merupakan bernilai koefisien senyawa, dan orde reaksi ditentukan dari titik akhir grafik laju, dan (3) siswa dalam menentukan orde reaksi berdasarkan tabel data hasil percobaan menganggap bahwa orde reaksi merupakan hasil bagi harga laju dengan nilai konsentrasi reaktan. Siswa cenderung mengalami kesulitan dalam konsep perhitungan kimia (ranah kognitif C3) penyebabnya karena kemampuan matematika yang tidak memadai. Untuk menyelesaikan soal penentuan orde reaksi, siswa memerlukan kemampuan mengaplikasikan (C3), yaitu kemampuan menyelesaikan suatu masalah dengan menggunakan metode, rumus, dan teori tertentu
  3. Kesulitan pada sub konsep persamaan laju reaksi yaitu mensubstitusikan nilai setiap orde reaksi ke dalam persamaan (hukum) laju reaksi siswa menganggap bahwa nilai orde reaksi merupakan nilai konsentrasi pada suatu persamaan laju reaksi. Salah satu penyebab siswa mengalami kesalahan mengerjakan soal yaitu kurang menguasai bahasa/ istilah kimia dengan benar, sehingga mengalami kekeliruan dalam menafsirkan antara persamaan (hukum) laju reaksi dengan persamaan reaksi kimia. Siswa yang tidak memahami konsep dasar akan mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang lebih kompleks (ranah kognitif C2).
  4. Kesulitan pada sub konsep tetapan laju reaksi ( $k$ ) yaitu dalam mengaplikasikan konsep pada soal sebelumnya seperti menentukan orde reaksi dan menentukan persamaan laju reaksi, serta kesulitan dalam konsep perhitungan kimia. Perhitungan kimia seringkali mempersulit siswa dalam memahami materi laju reaksi karena kemampuan matematika yang tidak memadai (ranah kognitif C3), di mana perhitungan matematika langsung menghitung angka, sedangkan kimia harus menentukan terlebih dahulu angka untuk simbol tertentu sehingga sering terkecoh saat menentukan angka merupakan milik simbol yang mana.
  5. Kesulitan pada sub konsep harga laju reaksi ( $v$ ), yaitu siswa kurang teliti dalam menginterpretasikan data yang sudah diketahui ke dalam rumus perhitungannya serta berpendapat bahwa harga laju reaksi ( $v$ ) dapat diperoleh dari koefisien produk. Penyebab kesalahan siswa dalam menjawab soal-soal kimia adalah penguasaan konsep oleh siswa belum lengkap atau utuh dalam menguasai konsep prasyarat seperti persamaan reaksi kimia (ranah C2). Rumus dan persamaan merupakan hubungan proporsional dan semua stoikiometri adalah berdasarkan proporsi.

## REFERENSI

- Alawiyah, A. 2021. *Kesulitan Siswa Kelas XII MIPA SMA Negeri di Kota Palangka Raya Tahun Ajaran 2020/2021 Dalam Memahami Konsep Laju Reaksi yang Ditelusuri Menggunakan Instrumen Four-Tier Multiple Choice*. Skripsi Sarjana, tidak diterbitkan, Universitas Palangka Raya.

- Apriandi, D. & Krisdiana, I. 2016. Analisis Kesulitan Mahasiswa dalam Memahami Materi Integral Lipat Dua Pada Koordinat Polar Mata Kuliah Kalkulus Lanjut Al-Jabar. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 7 (2). 123-134.
- Arianto, A., Sahputra, R., & Sartika, R. P. 2015. Deskripsi Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Kelas IX IPA SMA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 5(1).
- 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), 293-307.
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Darmana, A., Permanasari, A., Sauri, S., & Suryana, Y. 2013. Pandangan Siswa terhadap Internalisasi Nilai Tauhid melalui Materi Termokimia. *Prosiding SEMIRATA 2013*, 1(1).
- Dewangga, D. Y. & Suyono. 2017. Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing yang dipadukan dengan Model Connected untuk Membangun Konsep Laju Reaksi. UNESA. *Journal of Chemical Education*, 6 (2): 275-280.
- Fadhilah., Jusniar., & Muhammad, A. 2019. Analisis Miskonsepsi Siswa Kelas XI IPA 1 SMA Negeri 1 Ma'rang Pada Materi Pokok Laju Reaksi. *ChemEdu. Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia*. Volume 1(1), 41- 50.
- Franciska, Octarina. 2015. *Kesulitan Siswa Kelas XI IPA SMA Kristen Palangka Raya Tahun Ajaran 2014/2015 dalam Memahami Konsep Hukum Laju Reaksi*. Skripsi Sarjana, tidak diterbitkan, Universitas Palangka Raya.
- Gunawan, I., & Palupi, A. R. 2016. Taksonomi Bloom–revisi ranah kognitif: kerangka landasan untuk pembelajaran, pengajaran, dan penilaian. *Premiere educandum: jurnal pendidikan dasar dan pembelajaran*, 2(02).
- Hariyati, R. T. S. (2010). Mengenal Systematic Review Theory dan Studi Kasus. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 13(2), 124–132.
- Jusniar, J., Effendy, E., Budiasih, E., & Sutrisno, S. 2020. Misconceptions in rate of reaction and their impact on misconceptions in chemical equilibrium. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1405–1423.
- Lestari, L. A., Subandi, S., & Habiddin, H. 2021. Identifikasi miskonsepsi siswa pada materi laju reaksi dan perbaikannya menggunakan model pembelajaran learning cycle 5E dengan strategi konflik kognitif. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 6(6), 888-894.
- Marthafera, P., Melati, H. A., & Hadi, L. 2018. Deskripsi Pemahaman Konsep Siswa Pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa (JPPK)*, 7(1).
- Mezia, A. 2016. *Identifikasi Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Ikatan Kimia Siswa Kelas XB SMA Negeri 1 Siantan Kabupaten Mempawah*. (Tesis). Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah, Pontianak.
- Mujakir, M. 2018. Pemanfaatan Bahan Ajar Berdasarkan Multi Level Representasi Untuk Melatih Kemampuan Siswa Menyelesaikan Masalah Kimia Larutan. *Lantanida Journal*, 5(2), 183.
- Musya'idah, E., & Santoso, A. 2016. POGIL, analogi model FAR, KBI, dan laju reaksi. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA Pascasarjana UM* (pp. 671-680).

- 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.
- Sidauruk, Suandi. 1995. *Kesulitan Siswa SMA Memahami Konsep-Konsep Ilmu Kimia*. Tesis. Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Jakarta.
- Siregar, Omry S. 2022. *Identifikasi Kesulitan Memahami Konsep Laju Reaksi Menggunakan Instrumen Tes Terstruktur Pada Siswa Kelas XI MIPA SMA di Kota Palangka Raya Tahun Ajaran 2021/2022*. Skripsi Sarjana, tidak diterbitkan, Universitas Palangka Raya.
- Siwa, I. B., & Muderawan, I. W. 2013. Pengaruh pembelajaran Berbasis Proyek dalam Pembelajaran Kimia terhadap Keterampilan Proses Sains ditinjau dari gaya kognitif siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 3(2).
- Wahyudi, Widi. 2017. *Deskripsi Kemampuan Multirepresentasi Pada Materi Laju Reaksi Siswa Kelas XI IPA SMA Muhammadiyah 1 Ketapang*. Skripsi Sarjana, diterbitkan. Pontianak: Universitas Muhammadiyah Pontianak.