

## Optimalisasi Diagnosis Pemahaman Konsep Alternatif Melalui Multi-Tier untuk Analisis Laju Reaksi

Fitriyuni Miralda Siregar, Maria Goreti Patmi Yulita, Yuli Rahmawati, Irwanto  
Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri  
Jakarta, Jl. Pemuda No 10, Rawamangun 13220, Jakarta, Indonesia

Corresponding author: [fitriyunimsiregar@gmail.com](mailto:fitriyunimsiregar@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi pemahaman kinetika reaksi pada siswa kelas 11. Penelitian menggunakan instrumen diagnostik multi-tier untuk menganalisis tingkat pemahaman dan konsep alternatif pada 139 siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman kinetika reaksi menjadi topik yang sulit bagi siswa kelas 11, dengan terungkapnya total 107 konsep alternatif. Sebanyak 63% soal yang menampilkan grafik memperoleh konsep alternatif yang cukup signifikan. Secara keseluruhan, format multi tier untuk instrumen diagnostik menunjukkan kegunaan yang sangat baik untuk menyelidiki pemahaman siswa dan mengungkap konsep alternatif siswa pada kinetika reaksi. Kepercayaan diri dalam menjawab pertanyaan juga menjadi informasi lebih lanjut mengenai bagaimana kinerja siswa dalam tes serta mengklasifikasikan konsep alternatif tersebut.

### Kata kunci

Pemahaman Konsep Alternatif, Diagnostik Multi Tier, Kepercayaan Diri, Kinetika Reaksi.

### Abstract

This study aims to investigate the understanding of reaction kinetics in grade 11 students. The study used a multi-tiered diagnostic instrument to analyze the level of understanding and alternative concepts in 139 students. The results showed that understanding reaction kinetics was a difficult topic for grade 11 students, with a total of 107 alternative concepts revealed. As many as 63% of questions that display graphs obtain significant alternative concepts. Overall, the multi-tier format for the diagnostic instrument shows excellent utility for investigating students' understanding and uncovering students' alternative concepts on reaction kinetics. Confidence in answering questions also provides further information about how students perform on tests and classifies these alternative concepts.

### Keywords

Understanding Alternative Concepts, Multi Tier Diagnostics, Confidence, Reaction Kinetics

### 1. Pendahuluan

Pelajaran kimia merupakan pelajaran sains yang dianggap sulit bagi sebagian besar siswa. Guru kimia diharapkan mampu merubah paradigma siswa terhadap pelajaran kimia dari yang dianggap sulit menjadi pelajaran yang menarik, menyenangkan dan bermanfaat. Guru perlu memperhatikan multirepresentasi siswa. Komponen pada mata pelajaran kimia

(makroskopik, mikroskopik, dan simbolik) kurang dikembangkan oleh guru di kelas mereka. Aspek makroskopis, mikroskopis, dan simbolik dalam sumber belajar yang digunakan dalam kelas kimia ternyata tidak memuat komponen tersebut secara bersamaan.

Beberapa orang membayangkan bahwa siswa adalah bejana kosong yang menunggu untuk diisi sehingga ada harapan implisit bahwa siswa akan

memperoleh pengetahuan dan keterampilan guru. Pandangan kedua memungkinkan fakta bahwa siswa tidak datang dengan pikiran kosong, tetapi memiliki pandangan mereka sendiri tentang dunia dan cara kerjanya. Ide-ide ini mungkin tidak sesuai dengan pengetahuan guru sehingga harus dibenahi dan diganti dengan ide-ide guru. Ini juga membawa asumsi bahwa perubahan pikiran dapat dicapai dan hasil akhirnya adalah siswa yang sekarang berpikir benar.

Adanya interaksi siswa dengan lingkungannya, maka mereka memiliki sikap, pengetahuan, serta keterampilan, dalam membangun pengetahuan yang baru dipelajari menggunakan pengalaman mereka. Pengetahuan yang salah atau tidak lengkap yang dibentuk oleh generalisasi siswa yang salah sebagai akibat dari pengalaman mereka, kesalahan informasi guru yang ceroboh, kesalahpahaman guru, dan refleksi kesalahan informasi dalam buku teks pada siswa mempengaruhi pembelajaran konseptual [1].

Pendekatan untuk mengidentifikasi kesalahpahaman sangat penting, dan ini telah membantu dalam mendokumentasikan banyak kesalahpahaman dalam sains. Beberapa pendekatan umum untuk mengidentifikasi miskonsepsi termasuk penggunaan pertanyaan terbuka, pertanyaan pilihan ganda, pertanyaan dua tingkat, dan wawancara [2].

Salah satu alasan mengapa siswa mengalami kesulitan dalam mempelajari sains adalah karena konsep alternatif mereka tidak konsisten dengan konsep yang diterima secara ilmiah. Banyak konsep alternatif, jika tidak semua, telah dilaporkan terbentuk sebelum instruksi formal di kelas sains [3].

Pengetahuan awal tentang apa yang sudah diketahui dan dipahami siswa, merupakan faktor penting dalam kelas sains [4]. Konsep alternatif siswa tentang topik kimia yang sering dilaporkan yakni konsep mol, struktur atom, elektrokimia, perubahan kimia, asam dan basa, keseimbangan kimia dan laju reaksi. Studi-studi ini menunjukkan bahwa, siswa mengalami kesulitan memvisualisasikan fenomena kimia pada tingkat sub-mikroskopis, dan bahwa siswa merasa sulit untuk menghubungkan tingkat makroskopik, sub-mikroskopis, dan simbolis satu sama lain [3]. Penelitian juga menunjukkan bahwa gagasan yang

diterima siswa bervariasi dalam beberapa dimensi yang mempengaruhi pentingnya berpikir siswa dalam pembelajaran gagasan ilmiah [5].

Konsep alternatif siswa cenderung cukup tidak akurat atau keliru sehingga sering menghalangi pembelajaran konsep ilmiah siswa. Implementasi efektif dari strategi instruksional yang membahas konsep alternatif siswa tidak sesederhana mengikuti langkah-langkah dalam resep. Tanpa pengetahuan yang cukup tentang konsep alternatif dalam diri siswa, guru tidak dapat menciptakan pengalaman belajar di mana siswa dapat mengatur ulang pengetahuan mereka secara efektif [3].

Pembelajaran kimia membutuhkan banyak pemikiran dan penegasan intelektual karena kontennya berhubungan dengan konsep yang abstrak. Konsep dasar untuk dapat memahami kimia secara utuh ada pada ikatan kimia, sifat partikulat materi, dan larutan. Jika siswa tidak mampu memahami dasar pada konsep-konsep tersebut, maka topik lanjutan yang lebih kompleks seperti asam dan basa, kesetimbangan kimia, elektrokimia, kimia larutan, hingga laju reaksi akan menjadi sulit dipahami [6] dan menimbulkan konsep alternatif.

Instrumen diagnostik yang tersedia pada penelitian Yan dan Subramaniam pada topik laju reaksi mendorong peneliti untuk menggunakan ini untuk mengidentifikasi konsep alternatif di antara siswa. Hal ini dilakukan untuk memberi petunjuk berharga tentang bagaimana meningkatkan efektivitas pengajaran kami sebagai guru. Penelitian ini berfokus pada aspek-aspek terpilih dari konsep alternatif yang terkait dengan kinetika reaksi.

Konsep kinetika reaksi/laju reaksi sukar untuk dipahami siswa sekolah menengah atas [7]. Oleh karena itu, kinetika reaksi menjadi subjek sejumlah penelitian, terutama di tingkat menengah dan universitas. Salah satu tinjauan oleh Yan dan Subramaniam mendokumentasikan konsep alternatif pada kinetika reaksi. Penelitian tersebut menyajikan komentar tentang berbagai konsep alternatif yang ditemukan pada kategori konseptual yakni pada katalis, hubungan antara kesetimbangan kimia dan laju reaksi, hubungan antara energi aktivasi, distribusi Boltzmann dan

efek kenaikan suhu pada laju reaksi, serta representasi grafis dari distribusi Boltzmann [2].

Tabel 1 merangkum beberapa konsep alternatif umum pada kinetika reaksi yang dilaporkan dalam literatur dan berlaku untuk kelas 11-12. Yan dan Subramaniam melaporkan bahwa navigasi dalam representasi grafis, salah satunya, dapat menimbulkan masalah sebagai konsep alternatif jika siswa tidak memiliki pemahaman

yang tepat tentang semantik pada representasi dalam kinetika reaksi [2]. Hal ini juga dilaporkan dalam penelitian Bain [8] bahwa Kinetika adalah bidang kimia yang menggunakan berbagai representasi, seperti grafik dan tabel. Pemahaman yang lebih baik kesulitan siswa dengan representasi individu, serta kefasihan perseptual mereka menerjemahkan seluruh representasi, akan memberikan wawasan [8]

**Tabel 1.** Konsep alternatif umum pada materi kinetika reaksi

Konsep alternatif	
Ketidakmampuan untuk menentukan laju reaksi (misalnya mendefinisikan laju reaksi sebagai waktu reaksi)	[9], [10]
Ketidakmampuan untuk menentukan laju reaksi (misalnya mendefinisikan laju reaksi sebagai waktu reaksi)	[9], [10]
Laju reaksi adalah waktu reaksi	[10]
Konsentrasi reaktan dan laju reaksi memiliki hubungan yang linier	[9]
Laju reaksi sama dengan produk konsentrasi reaktan.	[11]
Peningkatan konsentrasi reaktan meningkatkan waktu reaksi.	[12]
Saat reaksi terjadi, waktu meningkat seiring peningkatan suhu.	[13]
Reaksi eksoterm terjadi lebih cepat daripada reaksi endoterm (dan sebaliknya).	[7]
Peningkatan suhu reaksi eksoterm meningkatkan laju reaksi maju.	[14]
Peningkatan suhu meningkatkan energi aktivasi.	[14]
Karena suhu menurunkan energi aktivasi, itu memungkinkan reaksi untuk meningkatkan lajunya.	[11]
Kecepatan rata-rata molekul meningkat dipengaruhi oleh kinerja katalis.	[12]
Katalis meningkatkan laju reaksi dengan menurunkan energi kinetik molekul.	[14]
Prinsip katalis yang tidak bereaksi. Baik dengan reaktan maupun produk.	[14]

Kinetika kimia adalah bidang kimia di mana matematika sering digunakan sebagai bahasa kimia, yang mengharuskan siswa menerjemahkan antara representasi matematis dan makna fisik yang diwakilinya [8]. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan instrumen diagnostik yang mampu mewakili kinetika reaksi secara keseluruhan. Oleh karena itu, peneliti mengadaptasi instrumen yang digunakan oleh Yan dan Subramaniam berjumlah 11 butir soal dengan tingkat keyakinan pada masing-masing jawaban dan alasannya.

Penelitian ini berfokus pada aspek-aspek konsep alternatif tertentu yang terkait dengan kinetika reaksi. Berdasarkan pengetahuan tentang konsep alternatif umum pada kinetika reaksi, guru

dapat lebih memperhatikan konsep yang mengarah ke konsep alternatif sehingga guru dapat menggunakan strategi perubahan konseptual untuk mengatasi konsep alternatif dengan tepat. Ini adalah praktik umum bagi guru yang mencakup konten yang ditentukan oleh silabus, dengan menambah sedikit perhatian pada konsep alternatif.

Alasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. untuk berkontribusi pada studi pendidikan tentang kinetika reaksi pada tingkat kelas 11 di mana terdapat sejumlah referensi serta konsep alternatif yang didokumentasikan;
2. mengembangkan uji diagnostik multitier pada kinetika reaksi sehingga konsep alternatif

dapat diidentifikasi lebih kuat tidak hanya berdasarkan frekuensi pemilihan tetapi juga seiring dengan langkah-langkah kepercayaan; dan

3. untuk melanjutkan format diagnostik multitier dalam literatur untuk mengungkap konsep alternatif dalam menambah literatur pendidikan sains.

Berdasarkan kesenjangan yang ditemukan pada literatur, pertanyaan penelitian berikut kami gunakan demi mendukung penelitian kami:

1. Konsep alternatif apa yang dimiliki oleh siswa kelas 11?
2. Apa langkah-langkah kepercayaan berhubungan dengan pemahaman siswa tentang domain yang diuji serta konsep alternatif yang ditemukan?
3. Apa instrumen multitier efektif dalam mengidentifikasi konsep alternatif?

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen multitier untuk mengidentifikasi kecenderungan konsep alternatif dalam respon siswa. Versi 4-tier dari instrumen, yang terdiri dari 11 pertanyaan, diberikan kepada sampel yakni siswa kelas XI IPA pada sekolah SMA Santa Theresia dan MA Pembangunan UIN Jakarta sebanyak 139 siswa.

Opsi *multitier* di tingkat alasan untuk setiap pertanyaan terdiri dari satu alasan yang benar ditambah 3-4 alasan yang salah. Instrumen *multitier* yang digunakan dalam diagnostik efektif dalam menyelidiki pemahaman siswa tentang topik kinetika reaksi. Tanggapan yang benar yang ditunjukkan dalam tingkat jawaban dan alasan dapat diterima. Instrumen diagnostik dapat memberikan informasi yang berguna untuk penelitian.

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini adalah 90 menit dan dialokasikan untuk menyelesaikan instrumen berupa soal dan alasannya. Skala kepercayaan diri ditambahkan untuk kedua tingkatan ini yakni dari “hanya menebak” (1) hingga “benar-benar percaya diri” (6), dan dianggap memadai untuk menggambarkan kepercayaan mereka dalam menjawab soal.

Peneliti tidak menyertakan respons kosong untuk setiap tingkat. Ini akan memungkinkan

siswa untuk memberikan tanggapan tertulis mereka sendiri jika mereka tidak setuju dengan salah satu tanggapan yang ditemukan di tingkat jawaban/alasan. Penelitian sebelumnya menemukan bahwa cukup banyak siswa mengalami kesulitan dalam memberikan tanggapan untuk tingkat alasan terbuka [2].

Instrumen yang dipilih adalah penalaran salah yang paling sering terjadi dalam tanggapan terbuka yang sesuai dengan masing-masing pengecoh. Alasan menggunakan tata bahasa dan mengalir dengan baik di mana alasan tersebut juga menggunakan pengecoh yang sesuai. Versi instrumen ini dikirim ke dua akademisi untuk validasi. Mereka diberi daftar periksa (validasi) untuk membantu mereka dalam tugas mereka. Daftar periksa berisi hal-hal berikut yang perlu mereka centang dengan jawaban ya atau tidak: poin terkait pertanyaan, jawaban dan alasan bebas dari kesalahan tata bahasa; pertanyaan dalam instrumen diagnostik jelas dan dapat dipahami; format khusus yang digunakan dalam instrumen diagnostik efektif dalam menggali pemahaman siswa tentang topik; tanggapan yang benar yang ditunjukkan dalam jawaban dan tingkatan alasan dapat diterima; setiap tingkatan hanya memiliki satu tanggapan yang benar, dan sisanya adalah konsep alternatif.

Validator pada dasarnya setuju dengan instrumen yang dikembangkan. Kami tidak menyertakan respons kosong untuk setiap tingkatan. Hal ini kami lakukan untuk menghindari siswa yang mengalami kesulitan dalam memberikan tanggapan untuk tingkat alasan *open-ended*.

Contoh pertanyaan muncul pada Gambar 1. Tujuan dari pertanyaan ini adalah untuk mengetahui apakah siswa mengetahui bahwa katalis (apakah homogen, heterogen atau enzim) bekerja dengan menyediakan jalur energi aktivasi yang lebih rendah untuk terjadinya reaksi dan bahwa mekanisme reaksi yang tidak dikatalisis dan yang dikatalisis berbeda. Jika mereka tidak mampu menjawab dengan benar soal-soal tersebut dengan tingkat kepercayaan diri yang tinggi, maka hal tersebut menandakan bahwa pemahaman konseptual mereka belum mencapai tingkat yang dapat diterima.

Dari 140 kombinasi jawaban/alasan, tidak ada pilihan untuk hanya dua opsi dalam instrumen. Ini berarti bahwa dari 129 kombinasi pengecoh (karena 11 kombinasi jawaban/alasan mewakili jawaban yang benar), lebih dari 98% pengecoh bekerja. Mengingat hal ini, dianggap tidak perlu menyempurnakan instrumen lebih lanjut. Data untuk kumpulan hasil ini dilaporkan dalam penelitian ini.

**a. Sampel**

Para siswa yang berpartisipasi dalam penelitian ini sebelumnya telah mempelajari topik kinetika reaksi melalui pembelajaran di kelas selama setidaknya 4 minggu. Sampel yang dipilih adalah siswa yang berasal dari sekolah umum dengan kurikulum nasional yang dilaksanakan di Indonesia. Mereka diberitahu tentang tes diagnostik setidaknya satu minggu sebelumnya sehingga mereka dapat mengulang kembali

mengenai topik laju reaksi. Semua siswa berada dalam kelompok usia 14 – 17 tahun.

**b. Analisis Data**

Tanggapan siswa dimasukkan ke dalam file Excel untuk analisis data. Hal ini dilakukan untuk mengklasifikasikan konsep yang berbeda dengan setidaknya 10% pemilihan sebagai konsep alternatif, dan ini diikuti dalam identifikasi konsep alternatif.

Konsep alternatif lebih lanjut diklasifikasikan menurut nilai CAC mereka seperti yang diusulkan oleh Caleon dan Subramaniam [15]:

Konsep alternatif palsu :  $CAC < 3.5$

Konsep alternatif sedang :  $4.0 > CAC \geq 3.5$

Konsep alternatif kuat :  $CAC \geq 4.0$

1. Manakah dari grafik berikut yang benar untuk reaksi orde pertama  $A \rightarrow B + C$ ?

**Jawaban**

(a) (i)  
 (b) (i) dan (iv)  
 (c) (ii) dan (iv)  
 (d) (i), (iii) dan (iv)

**Alasan:**

(a) Suatu reaksi orde pertama memiliki waktu paruh yang konstan, sehingga waktu yang diperlukan agar konsentrasi reaktan turun menjadi setengah nilai awalnya adalah konstan.  
 (b) Reaksi orde pertama memiliki waktu paruh yang konstan, sehingga konsentrasi reaktan berkurang dengan laju yang konstan.  
 (c) Reaksi orde pertama memiliki waktu paruh yang konstan, dan laju reaksinya adalah berbanding lurus dengan waktu dan konsentrasi.  
 (d) Reaksi orde pertama memiliki waktu paruh yang konstan, dan laju reaksi berbanding lurus dengan konsentrasi.

Tingkat kepercayaan diri	1	2	3	4	5	6
	Hanya menebak	Sangat tidak percaya diri	Tidak percaya diri	Percaya diri	Sangat percaya diri	Amat Sangat percaya diri

**Gambar 1.** Contoh soal pada instrumen multiterier

Analisis lebih lanjut dilakukan oleh mengikuti pendekatan yang digunakan oleh Caleon dan Subramaniam [15] untuk instrumen 4 tingkat mereka, dan diberikan di bawah ini:

- Mean confidence (CF): menambahkan peringkat kepercayaan untuk pertanyaan dan membagi totalnya dengan jumlah siswa,

- Confidence when correct/Keyakinan ketika benar (CFC): menambahkan peringkat kepercayaan untuk pertanyaan yang dijawab dengan benar dan membagi total dengan jumlah siswa yang menjawab dengan benar,
- Confidence when wrong/Keyakinan ketika salah (CFW): menambahkan peringkat kepercayaan untuk pertanyaan yang dijawab salah dan membagi total dengan jumlah siswa yang menjawab salah,
- Confidence with which an AC is expressed by students/Keyakinan dengan mana konsep alternatif dinyatakan oleh siswa (CAC): menjumlahkan rata-rata tingkat kepercayaan untuk jawaban dan alasan tanggapan dari konsep alternatif yang dirumuskan, dan membagi total dengan jumlah siswa yang memilih jawaban–alasan itu,
- Confidence discrimination quotient/Keyakinan diskriminasi quotient (CDQ):  $(CFC - CFW)$  dibagi dengan standar deviasi di semua peringkat kepercayaan,
- Confidence bias (CB):  $(CF - 1)/5 - (\text{proporsi siswa yang memilih tanggapan yang benar di kedua tingkatan})$ .

### 3. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. menunjukkan bagaimana kinerja siswa dalam tes serta menampilkan langkah-langkah psikometri terkait dengan pertanyaan. Tes diagnostik yang dilakukan pada penelitian multitier ini bertujuan untuk memastikan konsep alternatif siswa pada konsep kinetika reaksi. Instrumen yang digunakan telah melalui validasi dari para ahli. Penelitian ini juga dapat berfungsi ganda sebagai tes pemahaman mereka tentang konsep-konsep terkait kinetika reaksi.

**Tabel 2.** Performa siswa pada tes diagnostik

Pertanyaan	Proporsi Jawaban Benar			A tier					R tier					B tier				
	A tier	R tier	B tier	CF	CFC	CFW	CDQ	CB	CF	CFC	CFW	CDQ	CB	CF	CFC	CFW	CDQ	CB
1	0.28	0.19	0.06	3.06	3.13	3.04	0.09	-0.52	2.90	2.44	2.98	-0.54	-0.47	2.98	2.79	3.01	-0.22	-0.50
2	0.30	0.09	0.00	2.87	4.48	2.14	2.33	0.37	2.81	3.83	2.79	1.05	0.36	2.84	4.15	2.47	3.31	0.37
3	0.65	0.59	0.36	2.72	2.68	2.80	-0.12	-0.04	2.73	2.82	2.61	0.20	-0.04	2.73	2.75	2.70	0.04	-0.04
4	0.68	0.21	0.14	2.66	2.78	2.42	0.35	-0.08	2.49	2.83	2.40	0.43	-0.11	2.58	2.80	2.41	0.39	-0.11
5	0.32	0.28	0.08	2.83	2.60	2.95	-0.35	-0.31	2.62	2.59	2.63	-0.04	-0.27	2.73	2.59	2.79	-0.19	-0.29
6	0.37	0.12	0.05	2.89	2.92	2.87	0.05	-6.62	2.73	2.41	2.78	-0.37	0.30	2.81	2.67	2.83	-0.16	0.36
7	0.25	0.37	0.06	2.60	2.51	2.35	0.17	-0.40	2.54	2.65	2.48	0.17	-0.38	2.57	2.58	2.41	0.17	-0.39
8	0.47	0.08	0.00	2.00	3.09	2.89	0.20	0.40	2.98	2.18	3.01	-0.83	0.39	2.96	2.64	2.95	-0.31	0.39
9	0.27	0.22	0.06	2.82	2.76	2.84	-0.09	-0.46	2.65	2.35	2.73	-0.38	-0.41	2.73	2.56	2.79	-0.23	-0.43
10	0.20	0.17	0.00	2.74	3.43	2.29	1.14	0.35	2.55	2.21	2.63	-0.42	0.31	2.65	2.82	2.46	0.36	0.33
11	0.40	0.26	0.14	2.43	2.41	2.45	-0.04	-0.10	2.45	2.67	2.38	0.29	-0.10	2.44	2.54	2.41	0.13	-0.10
Rerata	0.38	0.23	0.14	2.69	2.98	2.64	0.34	-0.67	2.68	2.62	2.68	-0.05	-0.03	2.73	2.80	2.66	0.29	-0.03

Keterangan:

A = *answer* (jawaban)

R = *reason* (alasan)

B = *both tier combined* (penggabungan kedua tier)

Tabel 3 menunjukkan hasil *Cronbach Alpha* tes diagnostik. Nilai *Cronbach Alpha* untuk tingkatan jawaban dan alasan rendah dan ketika kedua tingkatan dipertimbangkan bersama, nilai *Cronbach Alpha* lebih tinggi. Konsisten dengan studi lain dalam literatur, nilai *Cronbach Alpha* untuk tingkat kepercayaan masing-masing lebih tinggi. Dalam perhitungan *Cronbach Alpha* untuk tes diagnostik dalam literatur, harus dicatat bahwa skor siswa untuk setiap pertanyaan digunakan: 1 untuk jawaban yang benar dan 0 untuk jawaban yang salah. Artinya, nilai *Cronbach Alpha* yang diperoleh adalah dengan memperhatikan skor kognitif. Skor ini memiliki sedikit relevansi ketika

konsep alternatif dibingkai berdasarkan kesalahan tanggapan untuk kombinasi jawaban-alasan dalam tes tersebut. Dalam tes di mana semua siswa mendapat nilai benar untuk setiap pertanyaan, maka penggunaan *Cronbach Alpha* tidak tepat karena ada varian nol di antara item.

Peningkatan nilai *Cronbach Alpha* untuk skor kognitif ketika kedua tingkatan dianggap bersama dapat dijelaskan atas dasar konsistensi internal yang lebih besar antara kombinasi jawaban-alasan yang benar untuk pertanyaan daripada ketika tanggapan untuk tingkatan individu untuk pertanyaan dipertimbangkan terpisah. Terdapat peningkatan nilai *Cronbach Alpha* untuk ukuran

kepercayaan diri dibandingkan dengan ukuran kognitif. Nilai *Cronbach Alpha* juga dapat disebabkan oleh lebar skala kepercayaan yang digunakan yaitu menggunakan skala 6 poin mulai dari hanya menebak (1) hingga sangat percaya diri (6), yang mengarah ke variabilitas yang lebih besar dalam tanggapan daripada ketika skala kepercayaan dengan lebar yang lebih kecil digunakan. Tercatat dalam literatur bahwa nilai *Cronbach Alpha* sensitif terhadap lebar skala Likert dengan skala lebar yang lebih besar berkontribusi pada nilai skala kepercayaan alfa yang lebih tinggi mirip dengan skala Likert.

**Tabel 3.** Nilai *Cronbach Alpha* untuk tes diagnostik

Tingkat	<i>Cronbach Alpha</i>
Jawaban	0,094
Alasan	0,150
Keduanya (Jawaban dan alasan)	0,394
Keyakinan Jawaban	0,949
Keyakinan Alasan	0,955

Jumlah konsep alternatif yang teridentifikasi dari semua pertanyaan yaitu 107 dengan 104 konsep alternatif palsu, 2 konsep alternatif sedang dan 1 konsep alternatif kuat. Hal ini menunjukkan berbagai konsep alternatif yang diidentifikasi dalam penelitian ini, dan ini telah diklasifikasikan ke dalam kategori yang luas. Yang menarik untuk diperhatikan adalah bahwa setiap pertanyaan dalam instrumen berhasil memunculkan konsep alternatif. Bahkan setiap pertanyaan memunculkan lebih dari 5 konsep alternatif, untuk pertanyaan nomor 1 memunculkan konsep alternatif terbanyak yaitu 15 konsep alternatif palsu, pertanyaan nomor 9 memunculkan 14 konsep alternatif palsu dan 1 konsep alternatif kuat, pertanyaan nomor 5 memunculkan 12 konsep alternatif palsu dan 1 konsep alternatif sedang.

Langkah-langkah kepercayaan yang diambil untuk tes juga memungkinkan wawasan lebih lanjut untuk diperoleh dalam kinerja siswa. Kami lebih fokus pada kedua tingkatan karena ini akan menunjukkan sejauh mana siswa memiliki pemahaman yang baik secara keseluruhan terhadap konsep yang diujikan. Rata-rata kepercayaan saat benar (CFC) adalah 2,81 (dari 6).

Rata-rata kepercayaan diri saat salah (CFW) adalah 2,66 (dari 6). Nilai rata-rata CDQ adalah 0,298. Hanya 4 pertanyaan yang memiliki nilai CB positif, hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan siswa kurang percaya diri dengan jawaban mereka.

Dari 107 konsep alternatif yang ditemukan sebagian besar konsep alternatif berasal dari pertanyaan yang menampilkan grafik. Pertanyaan tersebut ada pada nomor 1, 2, 4, 6, 7, 9, dan 10 pada instrumen. Pada umumnya, di sebagian besar instrumen diagnostik ada kecenderungan untuk menggunakan, pertanyaan berbasis teks. Soal semacam ini juga kami tampilkan pada pertanyaan nomor 3, 5, 8, dan 11. Grafik membutuhkan lebih banyak ruang dan penyertaannya dapat memperpanjang instrumen lebih jauh; dan kedua, karena instrumen diagnostik umumnya instrumen pendek, instrumen berbasis teks memberikan cara yang lebih sedikit untuk menguji pemahaman beberapa konsep kunci dan dapat mengidentifikasi konsep alternatif.

Namun, pertanyaan berbasis grafik juga berperan dalam pengujian diagnostik. Misalnya, selain teks dalam tingkatan jawaban dan alasan, kehadiran grafik memberikan kesempatan untuk memunculkan konsep alternatif dari representasi (grafik) yang biasa digunakan dalam kimia dan pemrosesan kognitif ekstra yang mungkin terlibat dalam pertanyaan semacam itu dapat membantu membongkar pemikiran siswa lebih lanjut dalam proses menjawab pertanyaan [2]. Kami telah mengelompokkan konsep alternatif di bawah kategori konseptual:

#### a. Sifat Katalis

Pertanyaan 2 menunjukkan dua diagram profil energi untuk reaksi hipotetis,  $A + B \rightarrow C + D$ , masing-masing dengan dan tanpa katalis, dan menanyakan mana dari empat pernyataan yang diberikan tentang katalis yang benar, dan alasannya. Siswa perlu memahami bahwa semua katalis menurunkan penghalang energi aktivasi untuk reaksi terjadi melalui rute yang berbeda, apakah itu heterogen, homogen atau biologis. Juga, karena keadaan awal dan akhir untuk reaksi yang dikatalisis dan yang tidak dikatalisis adalah sama, perubahan entalpi juga akan sama, seperti terlihat dari kedua profil.

Kombinasi jawaban untuk pertanyaan ini, yang menghasilkan 7 konsep alternatif, adalah karena siswa tidak dapat mengaktifkan serangkaian pengetahuan ini. Hal tersebut dapat disebabkan karena ada kesulitan dalam pemahaman siswa tentang profil energi dengan maksima ganda, atau kebingungan antara menurunkan energi aktivasi versus menurunkan perubahan entalpi. Hubungan antara penurunan energi aktivasi dan perubahan mekanisme biasanya juga tidak ditonjolkan oleh guru sekolah. konsep alternatif seperti itu pada katalis muncul di antara sampel dalam penelitian kami tidak mengherankan karena topik katalis rentan terhadap munculnya konsep alternatif.

Sebanyak 13,7% sampel mengalami konsep alternatif sedang, mereka beranggapan bahwa jika diagram profil energi dari reaksi yang dikatalisis menunjukkan tiga maksimum rendah sedangkan untuk reaksi tanpa katalis yang sesuai menunjukkan satu maksimum tinggi, katalis dapat berupa enzim, katalis homogen atau katalis heterogen karena ada konsentrasi reaktan optimum di mana enzim akan bekerja dengan efisiensi maksimum.

#### **b. Hubungan antara kesetimbangan kimia dan laju reaksi**

Pertanyaan 5 mengacu pada proses Haber untuk pembuatan amonia dan menanyakan yang mana dari empat pernyataan yang diberikan dalam jawaban yang benar serta alasannya. Pertanyaan ini memunculkan 13 konsep alternatif dimana terdapat 1 konsep alternatif sedang pada 6,3% sampel yang beranggapan bahwa pada tekanan yang lebih tinggi, persentase hasil turun tetapi laju produksi amonia lebih cepat, dalam kondisi ini, frekuensi tumbukan efektif semua molekul meningkat, tetapi peningkatannya lebih besar untuk molekul produk.

Pertanyaan 7 mengacu pada reaksi reversibel terkatalisis  $P(g) + Q(g) \rightarrow R(g) + S(g)$  dan menunjukkan pada sumbu yang sama tekanan parsial R terhadap waktu, profil dari dua percobaan. Ditanyakan mana dari tiga kondisi yang diberikan yang dapat menyebabkan perubahan dari profil dengan kemiringan awal yang lebih curam dan tekanan parsial akhir yang lebih tinggi, ke profil dengan gradien awal yang

lebih kecil dan tekanan parsial akhir yang lebih kecil, dan alasannya. Jelas untuk kondisi tertentu, perubahan profil (mencerminkan laju pembentukan yang lebih lambat dan hasil R yang lebih rendah) dapat disebabkan oleh penggunaan P yang lebih sedikit atau penggunaan katalis yang kurang efisien. Pilihan lain yang diberikan – salah satu produk (S) yang terus-menerus dikeluarkan dari bejana, tidak valid karena ini akan meningkatkan tekanan parsial R karena, menurut prinsip Le Chatelier, lebih banyak reaktan kemudian akan bereaksi untuk menambah konsentrasi dari S dalam sistem. Sebanyak 11 konsep alternatif yang terungkap adalah karena kurangnya pemahaman siswa tentang prinsip Le Chatelier, dimana terdapat 1 konsep alternatif kuat pada 6,2% yang beranggapan bahwa dalam reaksi semua-gas, reversibel, dikatalisis yang melibatkan dua reaktan dan dua produk, laju pembentukan bersih dari satu produk dapat dikurangi hanya dengan mengurangi konsentrasi awal dari satu reaktan atau dengan terus mengeluarkan produk lainnya karena katalis yang berbeda digunakan laju reaksi akan meningkat dan posisi kesetimbangan akan berubah pada kondisi ini.

#### **c. Hubungan antara laju hilangnya reaktan, laju pembentukan produk, dan stoikiometri**

Pertanyaan 3 berisi pernyataan bahwa laju produksi ozon untuk reaksi  $3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g)$  adalah  $2,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$  dan menanyakan apakah laju hilangnya oksigen, diberikan sebagai  $3,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$  benar atau salah, dan alasannya. Pertanyaan ini memunculkan 5 konsep alternatif yang menunjukkan karena kesalahpahaman tentang hukum kekekalan massa dalam reaksi kimia dan khususnya di mana satu reaktan menghasilkan satu produk, sedangkan massa reaktan sama dengan massa produk yang terbentuk, laju pembentukan suatu produk tergantung pada proporsi stoikiometri di mana produk terbentuk sehubungan dengan reaktan.

#### **4. Kesimpulan**

Instrumen diagnostik 11 pertanyaan dengan 4-tingkat pada kinetika reaksi yang digunakan dalam penelitian ini telah memunculkan 107 konsep alternatif pada siswa kelas 11, 104 merupakan

konsep alternatif palsu, 2 konsep alternatif sedang dan 1 konsep alternatif kuat. Konsep alternatif yang muncul karena terkait dengan materi kinetika reaksi yang bersifat abstrak sehingga sulit dipahami oleh siswa. Konsep alternatif yang muncul dalam penelitian ini hampir semua merupakan konsep alternatif palsu karena tingkat keyakinan siswa dalam menjawab rendah. konsep alternatif ini muncul karena siswa perlu

menavigasi banyak konsep dalam kinetika reaksi dalam satu pertanyaan. Pertanyaan tersebut lebih efektif dalam menguji pemahaman konseptual siswa dan mengungkap konsep alternatif dalam konteks yang lebih sulit. Daftar konsep alternatif ini akan sangat berguna bagi guru kelas 11 untuk meningkatkan kualitas dan strategi pembelajaran selanjutnya.

### Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang sudah terlibat dalam jalannya penelitian ini, sehingga hasil penelitian dapat dipublikasi sebagai artikel yang dapat menambah kontribusi bagi pengetahuan di bidang pendidikan dan menjadi inspirasi penelitian lebih lanjut di bidang yang relevan

### Daftar Pustaka

- [1] Kiray SA, Simsek S. Determination and Evaluation of the Science Teacher Candidates' Misconceptions About Density by Using Four-Tier Diagnostic Test. *Int J Sci Math Educ* 2021; 19: 935–955.
- [2] Yan YK, Subramaniam R. Using a multi-tier diagnostic test to explore the nature of students' alternative conceptions on reaction kinetics. *Chem Educ Res Pract* 2018; 19: 213–226.
- [3] Çalik M, Kolomuç A, Karagölge Z. The Effect of Conceptual Change Pedagogy on Students' Conceptions of Rate of Reaction. *J Sci Educ Technol* 2010; 19: 422–433.
- [4] Taber KS. Alternative conceptions/frameworks/misconceptions. *Encycl Sci Educ* 2015; 37–41.
- [5] Taber KS (ed). 'Scientific' Research in Education BT - Progressing Science Education: Constructing the Scientific Research Programme into the Contingent Nature of Learning Science. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 51–78.
- [6] Çalyk M, Ayas A, Ebenezer J V. A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students' Conceptions. *J Sci Educ Technol* 2005; 14: 29–50.
- [7] Cakmakci G. Identifying Alternative Conceptions of Chemical Kinetics among Secondary School and Undergraduate Students in Turkey. *J Chem Educ* 2010; 87: 449–455.
- [8] Bain K, Towns MH. A review of research on the teaching and learning of chemical kinetics. *Chem Educ Res Pract* 2016; 17: 246–262.
- [9] Cakmakci G, Leach J, Donnelly J. Students' Ideas about Reaction Rate and its Relationship with Concentration or Pressure. *Int J Sci Educ - INT J SCI EDUC* 2006; 28: 1795–1815.
- [10] Bektaşlı B, Cakmakci G. Consistency of Students' Ideas about the Concept of Rate across Different Contexts. *Egit ve Bilim* 2011; 36: 273–287.
- [11] Kolomuç A, Tekin S. Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. *Int J Phys Chem Educ*; 3. Epub ahead of print 24 August 2011. DOI: 10.51724/ijpce.v3i2.194.
- [12] Kurt S, Ayas A. Improving students' understanding and explaining real life problems on concepts of reaction rate by using a four step constructivist approach. *Energy Educ Sci Technol Part B Soc Educ Stud* 2012; 4: 979–992.
- [13] Kırık Ö, Boz Y. Cooperative learning instruction for conceptual change in the concepts of chemical kinetics. *Chem Educ Res Pr* 2012; 13: 221–236.
- [14] Yalçınkaya Önder E, Boz Y, Erdur-Baker

O. Is case-based instruction effective in enhancing high school students' motivation toward chemistry? *Sci Educ Int* 2012; 23: 102–116.

[15] Caleon I, Subramaniam R. Development

and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *Int J Sci Educ* 2010; 32: 939–961.