

**MODEL MENTAL MAHASISWA PENDIDIKAN KIMIA TERHADAP KONSEP FAKTOR-FAKTOR PERGESERAN KESETIMBANGAN****MENTAL MODELS OF CHEMISTRY EDUCATION STUDENTS REGARDING THE FACTORS INFLUENCING SHIFTS IN CHEMICAL EQUILIBRIUM****Anggra Prasetya Cahya<sup>1</sup>**Universitas Maritim Raja Ali Haji<sup>1</sup>  
email:[anggraprasetyacahya@umrah.ac.id](mailto:anggraprasetyacahya@umrah.ac.id)**Wisnu Prammana Surya<sup>2</sup>**Universitas Maritim Raja Ali Haji<sup>2</sup>  
email:[wisnuprammana@umrah.ac.id](mailto:wisnuprammana@umrah.ac.id)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi model mental mahasiswa terhadap konsep faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia. Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kualitatif interpretatif dan termasuk dalam jenis penelitian eksploratif. Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia yang telah mempelajari topik kesetimbangan kimia pada mata kuliah sebelumnya. Data dikumpulkan melalui analisis respons mahasiswa terhadap soal diagnostik dan wawancara mendalam semi terstruktur. Peneliti bersama lima orang ahli di bidang pendidikan kimia melakukan analisis terhadap jawaban tertulis dan transkrip wawancara melalui diskusi terfokus (*Focus Group Discussion/FGD*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model mental mahasiswa dapat dikategorikan ke dalam dua tipe, yaitu Model Parsial Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MPFPK) dan Model Miskonsepsi Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MMFPK). Model MMFPK terdiri atas empat jenis miskonsepsi yang teridentifikasi, yaitu: (1) katalis dianggap sebagai salah satu faktor yang menyebabkan pergeseran kesetimbangan kimia, (2) mahasiswa meyakini bahwa nilai tetapan kesetimbangan ( $K$ ) tidak berubah ketika terjadi perubahan suhu, (3) penentuan arah pergeseran kesetimbangan didasarkan pada koefisien reaktan atau produk, dan (4) persepsi bahwa katalis hanya mempercepat reaksi ke arah kanan. Temuan ini mengindikasikan pentingnya penanganan miskonsepsi secara sistematis untuk membangun pemahaman konseptual yang ilmiah dan menyeluruh pada mahasiswa.

**Kata Kunci:** Model Mental; Kesetimbangan Kimia; Faktor-Faktor Pergeseran; Miskonsepsi; Mahasiswa Pendidikan Kimia.

**Abstract:** This study aims to explore the mental models of students regarding the concept of factors influencing shifts in chemical equilibrium. It was conducted using an interpretive qualitative approach and falls under the category of exploratory research. The participants were students from the Chemistry Education Study Program who had previously studied the topic of chemical equilibrium in their coursework. Data were collected through the analysis of students' responses to diagnostic questions and in-depth semi-structured interviews. The researcher, together with five experts in chemistry education, analyzed the written responses and interview transcripts through focused group discussions (FGDs). The results revealed that students' mental models could be categorized into two types: the Partial Model of Equilibrium Shift Factors (MPFPK) and the Misconception Model of Equilibrium Shift Factors (MMFPK). The MMFPK consists of four identified types of misconceptions: (1) catalysts are considered as factors that cause equilibrium shifts, (2) students believe that the equilibrium constant ( $K$ ) does not change with temperature, (3) the direction of equilibrium shift is determined based on the coefficients of reactants or products, and (4) catalysts are perceived to accelerate only the forward reaction. These findings highlight the importance of systematically addressing misconceptions to develop students' scientific and comprehensive conceptual understanding.

**Keywords:** Mental Models; Chemical Equilibrium; Shift Factors; Misconceptions; Chemistry Education Students.

IJI Publication

p-ISSN: 2774-1907

e-ISSN: 2774-1915

Vol. 5, No. 3, pp. 329-341  
Juli 2025Unit Publikasi Ilmiah  
Intelektual Madani  
Indonesia**PENDAHULUAN**

Pemahaman mahasiswa terhadap konsep kesetimbangan kimia, khususnya faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan, masih menjadi tantangan dalam pembelajaran kimia. Salah satu aspek penting yang mempengaruhi pemahaman ini adalah model mental mahasiswa, yaitu representasi internal yang menggambarkan

bagaimana mahasiswa memproses dan menghubungkan informasi ilmiah yang mereka terima (Amiruddin et al., 2025). Model mental merupakan teori tentang organisasi pengetahuan yang dipelajari oleh pendidik sains untuk menguji pemahaman peserta didik tentang konsep-konsep ilmiah (Korhasan & Wang, 2016).

Penelitian sistematis oleh Uleng et al. (2024) menegaskan bahwa pemahaman konsep dalam kimia seringkali bergantung pada kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan tiga level representasi kimia: makroskopis, *submikroskopis*, dan simbolik. Model mental yang lemah pada salah satu level tersebut sering menyebabkan miskonsepsi (Uleng et al., 2024). Hal ini diperkuat oleh temuan Widarti et al. (2024) yang menunjukkan bahwa integrasi konteks budaya seperti *etnosains* dalam pembelajaran kimia dapat membantu memperkuat model mental mahasiswa dan meningkatkan pemahaman mereka terhadap konsep abstrak (Widarti et al., 2024).

Penelitian menunjukkan bahwa banyak mahasiswa memiliki model mental yang tidak ilmiah dan sering kali terjebak dalam miskonsepsi kimia (Ramadhani & Azra, 2024). Dalam studi tentang larutan penyangga, ditemukan bahwa sebagian besar mahasiswa masih berada pada tahap model mental awal atau sintesis yang salah. Hal serupa juga ditemukan dalam studi oleh Pedrera et al. (2025) yang menyoroiti progresi model mental siswa pada topik nutrisi tanaman dan menunjukkan bahwa miskonsepsi seringkali berakar dari pengajaran sebelumnya yang kurang tepat (Pedrera et al., 2025). Temuan penelitian yang dilakukan Rasmawan (2018) menunjukkan penyebab kesalahan peserta didik menjawab tes bukan dari segi bahasa soal, tetapi karena kurangnya pengetahuan peserta didik dalam menjawab soal tersebut.

Dalam konteks kesetimbangan kimia, banyak mahasiswa yang belum memahami dengan benar bagaimana perubahan konsentrasi, tekanan, dan suhu dapat mempengaruhi posisi kesetimbangan (Novita et al., 2024). Penelitian oleh Kinnucan (2025) juga mengingatkan pentingnya memperhatikan bias *homogenitas* dalam model pergeseran kesetimbangan yang sering disederhanakan secara berlebihan oleh

mahasiswa (Kinnucan, 2025). Penelitian sebelumnya juga mengidentifikasi miskonsepsi pada faktor yang mempengaruhi laju reaksi, yang sering kali salah dipahami sebagai bagian dari pergeseran kesetimbangan (Rahayu et al., 2024). Miskonsepsi juga ditemukan pada konsep stoikiometri, di mana siswa sering keliru dalam perhitungan dasar dan penerapan rumus (Nur et al., 2024).

*Blended learning* terbukti efektif dalam membantu mahasiswa membentuk model mental yang lebih ilmiah dengan memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengintegrasikan teori dan praktik secara mendalam (Peng et al., 2025). Namun demikian, perkembangan model mental tidak selalu linier. Studi pada mahasiswa pemrograman paralel menunjukkan bahwa model mental mereka dapat bergeser dari model situasional menjadi model eksekusi yang lebih presisi setelah pembelajaran intensif (Bidlake et al., 2025). Selain itu, penelitian oleh Sitorus dan Dalimunthe (2024) mengembangkan tes diagnostik lima tingkat untuk mendeteksi miskonsepsi siswa pada kesetimbangan kimia, dan menemukan bahwa banyak siswa memiliki miskonsepsi khusus pada konteks industri dan penerapan keseimbangan kimia (Sitorus & Dalimunthe, 2024).

Pengetahuan awal mahasiswa terhadap istilah atau label juga mempengaruhi model mental mereka. Penelitian oleh Schrimppf et al. (2025) menunjukkan bahwa label awal dapat menciptakan miskonsepsi yang bertahan lama jika tidak segera dikoreksi. Guru memiliki peran penting dalam mendeteksi dan mengintervensi miskonsepsi melalui diagnostik yang tepat (Mutmainna et al., 2025). Berdasarkan hasil studi-studi tersebut, serta mengingat bahwa miskonsepsi tentang faktor-faktor pergeseran kesetimbangan kimia masih banyak ditemukan dalam berbagai jenjang pendidikan dan dapat menghambat pemahaman konseptual yang mendalam, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji model

mental mahasiswa dalam memahami konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam perancangan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan mampu mengatasi miskonsepsi yang umum terjadi.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kualitatif interpretatif. Partisipan dalam penelitian ini adalah mahasiswa Pendidikan Kimia di salah satu Universitas Negeri di Provinsi Riau, Indonesia. Model mental mahasiswa terhadap konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan kimia diidentifikasi melalui pengumpulan data dengan menggunakan tes diagnostik model mental dan wawancara semi terstruktur. Tes diagnostik yang digunakan disusun dalam bentuk pertanyaan terbuka dan diikuti oleh sebanyak 59 mahasiswa.

Pelaksanaan wawancara semi terstruktur dilakukan dengan pemilihan partisipan secara purposif, berdasarkan hasil analisis awal dari pengkodean jawaban pada tes diagnostik, khususnya bagi partisipan yang responsnya belum dapat dikategorikan ke dalam model mental tertentu. Selain itu, wawancara juga melibatkan beberapa partisipan yang responsnya sudah teridentifikasi, dengan tujuan untuk memperoleh keberagaman dan kelengkapan model mental secara optimal. Wawancara dilaksanakan secara individual, dengan persetujuan dari masing-masing partisipan, dan seluruh proses wawancara direkam untuk kemudian ditranskrip dan dianalisis.

Dalam proses wawancara, partisipan diminta untuk memberikan penjelasan terkait jawaban tertulis yang mereka berikan pada tes diagnostik model mental kesetimbangan kimia. Data yang diperoleh melalui tes diagnostik dan wawancara dianalisis secara mendalam dengan menerapkan teknik perbandingan berulang guna menemukan pola dan ide yang konsisten dari jawaban

partisipan. Analisis komparatif konstan diterapkan untuk mengidentifikasi pola pemikiran mahasiswa serta memahami bagaimana mereka, sebagai calon pendidik, memaknai konsep kesetimbangan kimia. Seluruh proses analisis dilakukan secara iteratif dan berkelanjutan untuk memastikan ketelitian dan keakuratan hasil. Selanjutnya, peneliti bersama lima orang ahli di bidang pendidikan kimia melakukan analisis terhadap jawaban tertulis dan transkrip wawancara melalui diskusi terfokus (*Focus Group Discussion/FGD*).

## HASIL DAN DISKUSI

Model mental yang dimiliki partisipan pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan dibangun berdasarkan konsep-konsep yang ditunjukkan pada Tabel 1. Lima kode konsep tersebut merupakan hasil pengkodean terhadap respons partisipan pada soal tes diagnostik serta transkripsi wawancara semi terstruktur tentang faktor-faktor pergeseran kesetimbangan. Tabel ini disusun berdasarkan hasil temuan penelitian ini dan mengacu pada prinsip-prinsip kesetimbangan kimia yang telah dijelaskan dalam berbagai literatur.

**Tabel 1.**  
**Daftar Kode Konsep Untuk Penentuan Model Mental Faktor- Faktor Pergeseran Kesetimbangan**

Kode konsep	Singkatan	Deskripsi
Pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan	PK	Kesetimbangan bergeser ke produk (ke kanan) jika reaktan ditambahkan atau produk dikurangi, begitu sebaliknya.
Pengaruh suhu terhadap pergeseran kesetimbangan	PS	Kesetimbangan akan bergeser ke arah endoterm jika suhu dinaikkan. Posisi kesetimbangan bergeser ke arah eksoterm jika suhu didinginkan.
Pengaruh tekanan dan volume terhadap pergeseran kesetimbangan	PV	Kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah molekul yang paling sedikit jika terjadi peningkatan tekanan campuran gas, begitu sebaliknya.

		Sedangkan volume, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah molekul yang paling sedikit jika terjadi penurunan volume campuran gas, begitu sebaliknya.
Suhu berpengaruh pada nilai $K$	SK	Nilai $K$ bergantung pada suhu dan tidak bergantung pada tekanan atau konsentrasi, artinya kalau temperatur berubah, $K$ akan berubah pula
Katalis	K	Katalis berperan mempercepat tercapainya kesetimbangan baik pada reaksi maju maupun pada reaksi baliknya. Katalis sama sekali tidak dapat menggeser kesetimbangan.

Sumber: Hasil penelitian (2025)

Wawancara semi terstruktur mengenai konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan dilakukan terhadap 13 partisipan. Rekapitulasi hasil transkripsi wawancara semi terstruktur dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan respons partisipan terhadap pertanyaan yang diajukan, maka rekapitulasi hasil transkripsi wawancara dikelompokkan berdasarkan pemahaman partisipan tentang kode konsep yang tertera pada Tabel 1. Simbol ( $\checkmark$ ) menandakan konsep-konsep yang diketahui partisipan dan digunakan dengan benar saat wawancara berlangsung. Sedangkan simbol ( $x$ ) menandakan konsep yang terjadi miskonsepsi pada partisipan saat wawancara. Kolom yang tidak terdapat kedua simbol menandakan konsep tidak diketahui partisipan.

**Tabel 2.**  
**Rekapitulasi hasil wawancara**

Partisipan	Kode Konsep				
	PK	PS	PV	SK	K
1	$\checkmark$	$\checkmark$		$\checkmark$	$x$
2	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$x$
3	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$
4	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$		$\checkmark$
5	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$\checkmark$
6	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$x$
7	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$		$\checkmark$

8	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$\checkmark$
9	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$x$
10	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$
11	$\checkmark$	$x$	$\checkmark$	$x$	
12	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$x$
13	$\checkmark$	$\checkmark$	$\checkmark$	$x$	$x$

Sumber: Hasil penelitian (2025)

Tabel 2 menunjukkan beberapa miskonsepsi pada partisipan. Miskonsepsi tersebut kemudian dirincikan menjadi 4 kode konsep alternatif berdasarkan respons partisipan saat wawancara semi terstruktur. Tabel 3 menunjukkan jumlah partisipan yang memiliki miskonsepsi pada 4 konsep alternatif tersebut.

KF yaitu katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia. Tiga dari 13 partisipan memiliki konsep ini yang membangun model mentalnya. KS yaitu nilai  $K$  tidak berubah (tetap) pada saat terjadi perubahan suhu. Konsep ini yang banyak dimiliki partisipan sebanyak 61,53%. KR yaitu penentuan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan suhu dengan memperhatikan koefisien reaksi. Hanya 1 dari 13 partisipan yang memiliki konsep ini. PK yaitu peran katalis yang hanya mempercepat laju reaksi maju (laju reaksi ke kanan) terdapat pada 46,15% partisipan.

**Tabel 3.**  
**Sebaran miskonsepsi partisipan saat wawancara semiterstruktur**

Partisipan	Miskonsepsi Spesifik			
	KF	KS	KR	PK
1	$\checkmark$			
2		$\checkmark$		$\checkmark$
3				$\checkmark$
4				
5		$\checkmark$		
6		$\checkmark$		$\checkmark$
7				
8		$\checkmark$		
9		$\checkmark$		$\checkmark$
10	$\checkmark$			$\checkmark$
11		$\checkmark$	$\checkmark$	
12		$\checkmark$		$\checkmark$
13	$\checkmark$	$\checkmark$		
Jumlah	3	8	1	6
Persentase	23,08%	61,53%	7,69%	46,15%

Sumber: Hasil penelitian (2025)

Berdasarkan Tabel 3, hanya partisipan 4 dan partisipan 7 yang tidak memiliki



miskonsepsi pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan.

### **Klasifikasi Model Mental Calon Guru Kimia pada Konsep Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan**

#### **1. Model Saintifik Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MSFPK)**

MSFPK merupakan bentuk representasi konseptual mahasiswa yang sepenuhnya sesuai dengan pandangan ilmiah dan prinsip-prinsip yang berlaku dalam teori kesetimbangan kimia. Model ini tergolong dalam kategori *Scientifically Correct Model* (SCM), di mana mahasiswa menunjukkan pemahaman yang utuh, konsisten, dan logis terhadap semua faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan. Dalam model ini, seluruh kode konsep yang tercantum dalam Tabel 1 digunakan secara koheren dan saling mendukung dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan diagnostik dan selama proses wawancara.

Namun, berdasarkan analisis data yang disajikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3, tidak ditemukan partisipan yang memenuhi kriteria untuk dikategorikan dalam model MSFPK. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada satu pun mahasiswa yang mampu menggunakan seluruh kode konsep secara lengkap dan benar dalam menjelaskan fenomena pergeseran kesetimbangan. Ketidakhadiran partisipan dalam kategori MSFPK ini mengindikasikan bahwa pemahaman konseptual mahasiswa masih belum menyeluruh dan konsisten, serta adanya celah dalam proses pembelajaran yang perlu ditindaklanjuti. Temuan ini memperkuat urgensi untuk merancang pendekatan pembelajaran yang lebih menekankan pada integrasi dan pemaknaan konseptual antarfaktor penyebab pergeseran kesetimbangan, agar mahasiswa tidak hanya menghafal prinsip, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam berbagai situasi kimia yang berbeda.

#### **2. Model Parsial Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MPFPK)**

MPFPK merupakan *Partially Correct Model* (PCM) pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan. Partisipan yang termasuk pada MPFPK dapat menggunakan 3 kode konsep mengenai faktor konsentrasi, suhu, serta tekanan/volume pada pergeseran kesetimbangan ketika dilakukan wawancara. Sebanyak 15,38% partisipan mengetahui konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan (konsentrasi, suhu, tekanan/volume) namun tidak mengetahui konsep perubahan suhu terhadap nilai K.

Model mental ini teridentifikasi pada Partisipan 7 (P7) dan 4 (P4). P7 mengetahui pengaruh faktor-faktor pergeseran kesetimbangan namun tidak mengetahui konsep nilai K pada perubahan suhu. Berikut ini wawancara yang dilakukan terhadap P7.

Peneliti : “Anda tidak menjawab soal faktor-faktor pergeseran kesetimbangan.”

P7 : Tertawa.

Peneliti : “Apa saja faktor-faktor pergeseran kesetimbangan?”

P7 : “Konsentrasi, temperatur, tekanan, volume.”

P7 tidak menuliskan jawaban tes diagnostik tentang faktor-faktor pergeseran kesetimbangan. Berdasarkan wawancara di atas, P7 mengetahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan yaitu konsentrasi, temperatur/suhu, tekanan dan volume. Respons P4 juga serupa dengan P7 dengan menyebutkan 4 hal yang menjadi faktor pergeseran kesetimbangan. Perbedaan antara kedua partisipan adalah P4 menuliskan jawaban pada tes diagnostik sedangkan P7 tidak menuliskan jawaban.

Peneliti : “Kalau konsentrasi, misalnya konsentrasireaktan ditambah, bergeser kemana?”

P7 : “Ke produk.”

Peneliti : “Perhatikan soal nomor 7! Berapa ion Fe pada ferri nitrat?”

P7 : “Hmm tidak tahu,” menggelengkan kepala.

Peneliti : “Baca kembali soalnya. Bagaimana Anda menjawab pertanyaannya?”

P7 : “Terdiam sejenak, “hmm ke produk ya? Karena reaktan yang ditambahkan.”

Peneliti : “Kenapa begitu?”

P7 : “Ya, ferri nitrat ini  $Fe^{3+}$ .”

Konsep pengaruh perubahan konsentrasi terhadap arah pergeseran kesetimbangan telah diketahui P7. P4 juga memberikan respons yang serupa disertai alasan seperti yang dikemukakan P7.

Peneliti : “Reaksi nomor 8,  $\Delta H$  positif itu reaksi apa?”

P7 : “Endoterm.”

Peneliti : “Lalu kesetimbangan bergeser kemana?”

P7 : “Ke eksoterm, hmm ke reaktan.”

Peneliti : “Lalu terdapat tetapan kesetimbangan, bagaimana nilai tersebut jika suhu berubah? Apakah tetap atau berubah?”

P7 : “Hmm tidak tahu,” menggelengkan kepala.

Pada akhir wawancara, konsep nilai K pada perubahan suhu belum diketahui P7 disertai respons berupa tindakan menggelengkan kepala yang dilakukan P7. P4 juga memberikan respons tidak tahu saat diajukan pertanyaan tersebut diiringi tindakan tertawa.

Peneliti : “Lalu faktor volume, apa yang kita perhatikan untuk melihat arah pergeseran kesetimbangannya?”

P4 : “Jumlah koefisien reaksi.”

Wawancara di atas menunjukkan bahwa P4 memahami penentuan arah pergeseran kesetimbangan saat terjadi perubahan volume dengan memperhatikan jumlah koefisien reaksi. Konsep ini juga terdapat pada P7.

Peneliti : “Hmm, selanjutnya, Saya ingin bertanya mengenai katalis, apa guna katalis?”

P4 : “Mempercepat reaksi.”

Peneliti : “Pada reaksi bolak balik terdapat laju reaksi ke kanan dan laju reaksi ke kiri. Menurut Anda, manakah laju reaksi yang dipercepat katalis? Apakah salah satu laju atau kedua laju tersebut?”

P4 : “Keduanya, laju reaksi ke kanan dan ke kiri,” tertawa.

P4 telah memiliki pemahaman yang benar terkait peran katalis pada reaksi kesetimbangan berdasarkan wawancara di atas. P7 juga memberikan respons yang sama dan P7 menyatakan alasan atas hal tersebut seperti ditunjukkan pada petikan wawancara berikut ini.

Peneliti : “Kenapa?”

P7 : “Karena katalis ditambah, laju reaksi maju cepat, tentu akan cepat juga laju reaksi balik.”

P4 dan P7 yang termasuk MPFPK tidak terindikasi memiliki konsep alternatif dalam struktur model mental kedua partisipan tersebut. Hanya saja kedua partisipan tidak mengetahui konsep nilai K terhadap perubahan suhu. Sedangkan konsep-konsep lainnya yang dimiliki kedua partisipan merupakan konsep ilmiah. Sehingga partisipan MPFPK tidak memiliki pengetahuan yang lengkap pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan.

### 3. Model Miskonsepsi Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MMFPK)

MMFPK merupakan *Specific Misconceptions Model* (SMM) pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan. MMFPK terbagi menjadi 4 konsep yang teridentifikasi terjadi miskonsepsi pada partisipan. Empat konsep tersebut berdasarkan Tabel 3 yaitu (1) KF merupakan katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia, (2) KS merupakan nilai K tidak berubah (tetap) pada saat terjadi perubahan suhu, (3) KR merupakan penentuan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan suhu dengan memperhatikan koefisien reaksi, dan (4) PK

merupakan peran katalis yang hanya mempercepat laju reaksi maju (laju reaksi ke kanan). Berikut ini penjabaran MMFPK yang teridentifikasi.

a) Katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia

Tiga partisipan menyatakan bahwa katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia. Partisipan 1 (P1), Partisipan 10 (P10), dan Partisipan 13 (P13) menyatakan konsep tersebut berdasarkan petikan wawancara berikut ini.

Peneliti : “Apa saja faktor-faktor pergeseran kesetimbangan yang Anda ketahui?”

P13 : “Suhu, tekanan, katalis, konsentrasi, volume. Kok 5?”

Peneliti : “Ulang lagi.”

P13 : “Suhu, tekanan, volume, katalis, konsentrasi. Konsentrasi termasuk tidak ya?”

Peneliti : “Kenapa ragu-ragu? Yang mana yang ragu-ragu?”

P13 : “Konsentrasi yang ragu-ragu,” memegang kening.

Peneliti : “Oke, sekarang Saya tanya. Jika konsentrasi reaktan ditambah, kesetimbangan bergeser kemana?”

P13 : “Ke produk.”

Peneliti : “Nah jadi konsentrasi termasuk faktor-faktor pergeseran kesetimbangan atau tidak?”

P13 : “Iya,” tersenyum. “Kenapa tadi ragu ya,” tertawa.

Peneliti : “Jadi apa saja faktor-faktor pergeseran kesetimbangan?”

P13 : “Suhu, tekanan, konsentrasi, katalis, volume.”

P13 dengan tegas menyebutkan bahwa katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia. P13 justru di awal wawancara meragukan konsentrasi termasuk salah satu faktor, namun ketika diberikan pertanyaan oleh peneliti, P13 dapat menyebutkan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan konsentrasi. P1 dan P10 juga memberikan respons bahwa konsentrasi,

suhu, tekanan, volume, dan katalis merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan.

Peneliti : “Untuk soal nomor 7, faktor apa yang mempengaruhi?”

P1 : “Konsentrasi.”

Peneliti : “Berapa ion Fe dari  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ ?”

P1 : “3+.”

Peneliti : “Berapa ion Fe dari reaktan dan produk  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ ?”

P1 : “Reaktan +3, produk +2.”

Peneliti : “Jadi yang ditambah konsentrasi apa?”

P1 : “Reaktan,  $\text{Fe}^{3+}$ .”

Peneliti : “Apa yang terjadi?”

P1 : “Bergeser ke produk.”

Konsep pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan dipahami oleh P1. P1 menyatakan bahwa kesetimbangan bergeser ke produk jika reaktan ditambahkan. Temuan pada petikan wawancara menunjukkan P1 tidak teliti dalam menentukan muatan ion Fe pada  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$ . Selain P1, 6 partisipan lainnya juga ditemukan mengalami hal serupa seperti ditunjukkan pada Tabel 20. Muatan ion Fe pada  $\text{Fe}(\text{SCN})^{2+}$  yang seharusnya adalah +3 namun 7 partisipan mengatakan +2. Temuan ini menunjukkan bahwa partisipan sebagai calon guru masih tidak teliti sehingga terjadi kesalahan dalam menentukan muatan ion.

Peneliti : “Untuk soal nomor 8, faktor apa yang mempengaruhi?”

P1 : “Suhu.”

Peneliti : “Disini suhu diubah, bagaimana nilai Kc jika suhu berubah?”

P1 : “Kc berubah.”

Peneliti : “Pada soal nomor 9, kenapa Anda menjawab kesetimbangan bergeser ke produk?”

P1 : “Karena ... hmm karena ...”

Peneliti : “Tadi Anda menjawab katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan. Apa peran katalis pada reaksi kesetimbangan?”

- P1 : “Untuk mempercepat reaksi.”  
Peneliti : “Nah itu adalah fungsi katalis secara umum. Pada reaksi kesetimbangan, bagaimana peran katalis dalam mempercepat reaksi?”  
P1 : “Hmm produknya jadi lebih banyak.”

Konsep faktor suhu terhadap pergeseran kesetimbangan diketahui P1. Nilai K berubah saat suhu berubah juga diketahui oleh P1. Namun P1 tidak dapat menentukan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan volume. Pada petikan akhir wawancara menunjukkan pemahaman P1 terhadap konsep peran katalis yaitu produk menjadi lebih banyak pada reaksi kesetimbangan.

- b) Nilai K tidak berubah (tetap) pada saat terjadi perubahan suhu

Sebagian besar partisipan menunjukkan terjadi miskonsepsi pada konsep nilai K terhadap perubahan suhu. Delapan partisipan menyatakan bahwa nilai K tidak berubah pada saat terjadi perubahan suhu. Petikan wawancara yang menunjukkan terjadinya miskonsepsi tersebut adalah saat pertanyaan-pertanyaan mengenai faktor suhu terhadap pergeseran kesetimbangan. Berikut ini beberapa petikan wawancara yang dilakukan terhadap beberapa partisipan yang memiliki miskonsepsi ini yaitu Partisipan 2 (P2), Partisipan 8 (P8), dan Partisipan 9 (P9).

- Peneliti : “Lalu disini ada tetapan kesetimbangan. Bagaimana nilai tersebut jika pada soal ini suhu berubah?”  
P2 : “Hmmm... nilai Kc tetap, gak ada pengaruh.”  
Peneliti : “Kenapa?”  
P2 : “Karna nilai Kc dipengaruhi jumlah mol reaktan dan produk.”

P2 berpendapat bahwa nilai Kc dipengaruhi jumlah mol reaktan dan produk sehingga nilai Kc tetap jika terjadi perubahan suhu. P8 juga menyatakan nilai Kc tetap seperti petikan wawancara berikut ini.

- Peneliti : “Lalu disini ada tetapan kesetimbangan. Bagaimana tetapan tersebut jika suhu diturunkan?”  
P8 : “Tetap.”  
Peneliti : “Tidak berubah?”  
P8 : “Saya pikir tidak berubah soalnya molnya tetap, koefisien juga.”

Pemahaman P8 pada nilai Kc hanya memperhatikan jumlah mol dan jumlah koefisien reaksi. Selain P2 dan P8, P9 juga menyatakan bahwa nilai Kc tetap jika terjadi perubahan suhu. Selain hal itu, juga ditemukan hal menarik lainnya dari wawancara yang dilakukan terhadap P9. Hal menarik tersebut adalah ketika membahas soal tes diagnostik sebagai berikut.

- Peneliti : “Faktor apa yang mempengaruhi pada soal tes diagnostik ini?”  
P9 : “Faktor konsentrasi, ditambah larutan ferri nitrat.”  
Peneliti : “Lalu yang bertambah konsentrasi reaktan atau produk? Hmm jika konsentrasi reaktan ditambah maka kesetimbangan bergeser ke ..”  
P9 : “Produk.”  
Peneliti : “Lalu pada soal ini jika ditambah ferri nitrat.”  
P9 : “Ke reaktan,  $Fe^{3+}$ .”  
Peneliti : “Lalu?”  
P9 : “Bergeser ke produk.”  
Peneliti : “Selain itu diketahui juga produk berwarna merah. Jika Anda menjawab bergeser ke produk, bagaimana dengan warna tersebut?”  
P9 : “Tidak ada pengaruh.”  
Peneliti : “Jadi warnanya tetap?”  
P9 : “Iya.”

Wawancara di atas menunjukkan P9 telah mengetahui arah pergeseran kesetimbangan karena pengaruh penambahan konsentrasi. Petikan wawancara setelahnya mengenai warna dari produk, P9 berpendapat bahwa tidak ada pengaruh sehingga warna produk tetap. Seharusnya jika kesetimbangan bergeser ke produk maka warna produk semakin merah.



c) Koefisien reaksi menjadi hal yang diperhatikan untuk menentukan arah pergeseran karena pengaruh perubahan suhu

Model mental ini teridentifikasi ada pada partisipan 11 (P11). Model mental P11 tentang konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan terjadi miskonsepsi pada konsep perubahan suhu terhadap pergeseran kesetimbangan. Konsep perubahan konsentrasi dan volume/tekanan terhadap pergeseran kesetimbangan yang ada pada P11 menunjukkan konsep-konsep yang ilmiah. Berikut petikan wawancara terhadap P11.

Peneliti : "Soal selanjutnya, faktor apa?"

P11 : "Faktor suhu."

Peneliti : "Bagaimana jawaban Anda?"

P11 : "Kesetimbangan bergeser ke reaktan."

Peneliti : "Kenapa?"

P11 : "Bergeser ke arah yang besar, koefisien reaktan besar."

Peneliti : "Pada soal ini ada nilai  $K_c$ . Jika suhu diturunkan, nilai  $K_c$  berubah atau tetap?"

P11 : " $K_c$  tidak berubah."

Peneliti : "Walupun suhu diubah?"

P11 : "Ya  $K_c$  tetap," menganggukkan kepala.

Wawancara di atas menunjukkan konsep alternatif yang teridentifikasi pada P11. Wawancara tersebut ingin mengungkapkan pemahaman P11 tentang faktor suhu terhadap pergeseran kesetimbangan. Konsep alternatif tersebut adalah P11 memperhatikan koefisien reaksi untuk menentukan arah pergeseran kesetimbangan yang dipengaruhi perubahan suhu. Selain konsep tersebut, P11 juga menyatakan bahwa nilai  $K_c$  tidak berubah atau tetap jika suhu berubah.

Peneliti : "Soal selanjutnya tentang faktor apa?"

P11 : "Volume."

Peneliti : "Bagaimana jawaban Anda?"

P11 : "Kita lihat koefisien reaksi."

P11 dalam memahami pengaruh perubahan volume untuk menentukan arah pergeseran kesetimbangan juga memperhatikan koefisien reaksi.

d) Peran katalis yang hanya mempercepat laju reaksi ke kanan

Enam partisipan menyatakan bahwa katalis hanya mempercepat laju reaksi ke kanan. Beberapa partisipan menyatakan bahwa laju reaksi ke kiri tetap, sedangkan partisipan lainnya menyatakan bahwa laju reaksi ke kiri menjadi lambat. Berikut ini petikan wawancara yang menunjukkan beberapa hal tersebut yang dilakukan terhadap Partisipan 3 (P3) dan Partisipan 6 (P6).

Peneliti : "Oke sekarang pertanyaan terakhir.

Katalis bukan faktor pergeseran kesetimbangan, katalis berguna mempercepat reaksi. Pada reaksi kesetimbangan, terdapat laju reaksi pembentukan dan laju reaksi penguraian. Manakah yang dipercepat oleh katalis? Apakah salah satu laju reaksi atau kedua laju reaksi tersebut?"

P3 : "Laju pembentukan."

Peneliti : "Bagaimana dengan laju reaksi penguraian?"

P3 : "Tetap," tertawa.

Petikan wawancara di atas menunjukkan bahwa pemahaman P3 terhadap peran katalis yaitu laju reaksi ke kanan (laju pembentukan) menjadi lebih cepat dengan katalis namun laju reaksi ke kiri (laju penguraian) tidak menjadi lebih cepat. Menurut P3, laju reaksi ke kiri tetap dengan adanya katalis.

Peneliti : "Oke, sekarang Saya akan bertanya mengenai katalis. Reaksi kesetimbangan terdapat laju reaksi ke kanan dan kiri, benar?"

P6 : "Ya."

Peneliti : "Laju reaksi mana yang dipercepat oleh katalis? Apakah laju reaksi kanan, laju reaksi ke kiri, atau kedua laju reaksi tersebut?"

- P6 : "Laju pembentukan, hmm laju reaksi maju."  
Peneliti : "Laju reaksi ke kiri? Laju reaksi penguraian bagaimana? Apakah cepat juga?"  
P6 : "Tidak."  
Peneliti : "Bagaimana lajunya?"  
P6 : "Lambat."  
Peneliti : "Yakin?"  
P6 : "Yakin, alasannya tidak tahu," tertawa.

Petikan akhir wawancara membahas tentang peran katalis pada reaksi dapat balik. P6 mengatakan bahwa laju reaksi ke kanan dipercepat katalis, sedangkan laju reaksi ke kiri menjadi lambat. P6 yakin atas argumen yang disampaikan namun tidak mengetahui alasan dari argumen tersebut.

Konsep alternatif yang dimiliki P3 dan P6 serupa dengan temuan penelitian yang dilakukan Özmen (2008). Temuan tersebut adalah 22,2% partisipan memiliki konsep katalis mempengaruhi laju reaksi maju dan balik berbeda dan 17,7% partisipan memiliki konsep katalis hanya mempercepat reaksi maju. Keberadaan konsep alternatif ini mencerminkan tidak lengkap pemahaman peserta didik tentang adanya kesamaan jalur reaksi dan keadaan transisi untuk reaksi maju dan reaksi balik (Özmen, 2008).

### **Refleksi Model Mental Calon Guru Kimia pada Konsep Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan**

Dua model mental yang dimiliki partisipan sebagai calon guru kimia pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan teridentifikasi: Model Parsial Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MPFPK) dan Model Miskonsepsi Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MMFPK). MMFPK terbagi menjadi 4 konsep yang terjadi miskonsepsi pada partisipan yaitu katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia, nilai K tidak berubah (tetap) pada saat terjadi perubahan suhu,

penentuan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan suhu dengan memperhatikan koefisien reaksi, dan peran katalis yang hanya mempercepat laju reaksi maju (laju reaksi ke kanan).

Indriani, Suryadharma, dan Yahmin (2017) melaporkan pada konsep faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan kimia, meliputi: (1) faktor konsentrasi, kesulitan siswa disebabkan siswa belum memahami pengaruh penambahan senyawa padatan dalam reaksi kesetimbangan, (2) faktor volume, kesulitan disebabkan peserta didik menganggap apabila volume sistem diperkecil maka kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah mol terbesar, (3) faktor tekanan, kesulitan disebabkan peserta didik menganggap apabila tekanan dinaikkan maka kesetimbangan akan bergeser ke jumlah mol terbesar, (4) faktor suhu, kesulitan disebabkan siswa belum memahami makna  $\Delta H$  dalam persamaan reaksi. Lukum, Laliyo, dan Sukanto (2015) menyebutkan penjelasan yang salah pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan dapat dianggap terjadi karena mahasiswa tidak memahami dengan benar azas Le Chatelier. Temuan-temuan yang telah dijabarkan di atas menunjukkan beberapa hal yang harus diperhatikan sebagai berikut.

Model Saintifik Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MSFPK) merupakan model target yang diharapkan dimiliki peserta didik di tingkat sekolah maupun universitas. Dalam penelitian ini, tidak ditemukan MSFPK dimiliki partisipan sebagai calon guru. Seluruh partisipan tidak memiliki konsep-konsep yang lengkap untuk membangun MSFPK sehingga model mental yang ditemukan hanya bersifat parsial dan terjadi miskonsepsi.

Partisipan umumnya dapat menentukan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan konsentrasi dalam menyelesaikan soal tes diagnostik. Kekeliruan yang ditemukan pada soal ini adalah seorang

partisipan berpendapat bahwa warna produk tetap ketika kesetimbangan bergeser ke produk. Pada soal ini juga ditemukan hal lain yang menjadi bahan masukan dalam pembelajaran yaitu kemampuan partisipan dalam menentukan muatan ion suatu zat. Tujuh partisipan masih tidak teliti sehingga terjadi kesalahan dalam menentukan muatan ion.

Özmen (2008) serta Demircioğlu, Demircioğlu, dan Yedigaroğlu (2013) telah melaporkan temuan konsep alternatif yaitu ketika suhu berubah, apakah reaksinya endoterm atau eksoterm, tidak mempengaruhi arah pergeseran keseimbangan. Sedangkan respons partisipan pada soal EPK3 nomor 8 yang membahas faktor suhu terhadap arah pergeseran kesetimbangan umumnya dapat diselesaikan oleh partisipan. Miskonsepsi yang ditemukan pada soal ini yaitu nilai  $K$  tidak berpengaruh jika terjadi perubahan suhu sehingga dalam pembelajaran perlu ditekankan dan terus diulang agar tidak terjadi miskonsepsi. Miskonsepsi lainnya yang ditemukan pada soal ini adalah seorang partisipan menentukan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan suhu dengan memperhatikan koefisien reaksi.

Materi peran katalis dalam reaksi kesetimbangan perlu diperhatikan pada proses pembelajaran. Sebagian partisipan dalam proses wawancara mengatakan bahwa katalis hanya mempercepat laju reaksi maju (reaksi ke kanan), sedangkan laju reaksi balik tetap, bahkan ada yang mengatakan menjadi lambat. Selain itu, beberapa partisipan masih menganggap bahwa katalis sebagai salah satu faktor pergeseran kesetimbangan.

Quílez (2009) menyebutkan salah satu alasan banyaknya kesalahpahaman mahasiswa adalah bahwa kesetimbangan kimia merupakan konsep abstrak yang menuntut penguasaan sejumlah besar konsep bawahan. Sebagian besar kesulitan yang dilaporkan muncul ketika mahasiswa tidak memiliki prasyarat untuk memahami

kesetimbangan kimia atau ketika mereka menggunakan pengetahuan sebelumnya secara tidak tepat.

Temuan-temuan di atas mulai dari konsep kesetimbangan dinamis sampai faktor-faktor pergeseran kesetimbangan, selalu terdapat sebagian mahasiswa yang memiliki konsep alternatif. Beberapa sumber konsep alternatif yang telah diringkaskan Quílez (2009) dapat dikaitkan dengan temuan dalam penelitian ini, sebagai berikut: Mahasiswa mungkin menemukan kesulitan dalam memahami dan menggunakan banyak istilah (misalnya kesetimbangan, perpindahan, pergeseran, dan lain-lain) yang digunakan dalam pelajaran kesetimbangan kimia; Pendekatan pembelajaran yang populer mengasumsikan bahwa keberhasilan dalam memecahkan masalah algoritmik kesetimbangan kimia menunjukkan penguasaan konsep kesetimbangan kimia. Oleh karena itu, banyak guru mempromosikan ingatan-hafalan belajar siswa, yang mengarah pada pengetahuan yang kurang terorganisir. Akibatnya, pertanyaan yang mengharuskan siswa untuk mensintesis informasi dan menerapkan konsep untuk menggambarkan, memprediksi, dan menjelaskan fenomena dalam kesetimbangan kimia hampir tidak muncul; Beberapa guru memiliki kesalahpahaman yang langsung ditransmisikan ke siswa mereka.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa model mental yang dimiliki mahasiswa pada konsep faktor-faktor pergeseran kesetimbangan terbagi 2 yaitu Model Parsial Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MPFPK) dan Model Miskonsepsi Faktor-Faktor Pergeseran Kesetimbangan (MMFPK). MMFPK terbagi menjadi 4 konsep yang terjadi miskonsepsi yaitu katalis merupakan salah satu faktor pergeseran kesetimbangan kimia, nilai  $K$  tidak berubah (tetap) pada saat terjadi perubahan

suhu, penentuan arah pergeseran kesetimbangan terhadap perubahan suhu dengan memperhatikan koefisien reaksi, dan peran katalis yang hanya mempercepat laju reaksi maju (laju reaksi ke kanan).

## REFERENSI

- Amiruddin, M. Z., Samsudin, A., Suhandi, A., & Costu, B. (2025). *An Analysis of First Years Senior High School Students' Mental Models: A Case Study on The Concept of Straight Motion*. *Journal of Education and Learning*, 19(1), 249–256.
- Bidlake, L., Aubanel, E., & Voyer, D. (2025). *Investigating the Progression of the Mental Models Formed by Programmers Learning Parallel Programming*. *ACM Transactions on Computing Education*, 25(1), 1–31.
- Demircioğlu, G., Demircioğlu, H. & Yadigaroğlu, M. (2013). *An investigation of chemistry student teachers' understanding of chemical equilibrium*. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(2), 192-199.
- Indriani, A., Suryadharma, I. B., & Yahmin, Y. (2017). *Identifikasi kesulitan peserta didik dalam memahami kesetimbangan kimia*. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 2(1), 9-13.
- Kinnucan, H.W. (2025). *A Note on Homogeneity Bias in Equilibrium Displacement Models*. *Agribusiness*.
- Korhasan, N. D., & Wang, L. (2016). *Students' mental models of atomic spectra*. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 743-755.
- Lukum, A., Laliyo, L., A., R., & Sukamto, K. (2015). *Metakognisi mahasiswa dalam pembelajaran kesetimbangan kimia*. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 21(1), 9-18.
- Mutmainna, M., Istiyono, E., Haryanto, H., Retnawati, H., & Setiawan, C. (2025). *Physics Teachers' Perceptions about Diagnostic Assessment of Students' Physics Misconceptions: A Phenomenological Study*. arXiv preprint arXiv:2501.10422.
- Novita, D., Suyono, S., & Sutoyo, S. (2024). *Analysis of Student Conceptions and Conceptual Changes About Chemical Equilibrium Materials in Pressure Factors*. *Revista De Gestão Social E Ambiental*, 18(5), 1–13.
- Nur, M. N., Astutik, T. P., & Oktapianti, S. (2024). *Misconception on Stoichiometric Material in Students Using The Four-Tier Diagnostic Test*. *Nukleo Sains: Jurnal Pendidikan IPA*, 3(1), (41-49).
- Pedrerá, O., Barrutia, O. & Díez, J.R. (2025). *Unveiling Students' Mental Models and Learning Demands: An Empirical Validation of Secondary Students' Model Progression on Plant Nutrition*. *Research in Science Education*, 1–28.
- Özmen, H. (2008). *Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey*. *Chemistry Education Research and Practice*. 9(3), 225–233.
- Peng, J., Sawangcharoen, K., Horadal, P., Utog, W., & Teekasap, S. (2025). *Deep Blended Learning Models for Chemistry Students*. *International Journal of Sociologies and Anthropologies Science Reviews*, 5(1), 723–732.
- Rahayu, I., Wiji, W., Widhiyanti, T., & Mulyani, S. (2024). *Analysis of Misconceptions on the Factors that Affect the Reaction Rate*. *KnE Social Sciences*, 9(13), 140–150.
- Quílez, J. (2009). *From chemical forces to chemical rates: a historical/philosophical foundation for the teaching of chemical equilibrium*. *Science & Education*, 18, 1203–1251.
- Ramadhani, F., & Azra, F. (2024). *Description of Students' Mental Models on Buffer Solution Materials Using Four-Tier Diagnostic Tests*. *Chimica Didactica Acta*, 12(2), 110–117.
- Rasmawan, R. (2018). *Pengembangan LKS kimia berbasis inkuiri untuk meningkatkan*





*keterampilan kerja ilmiah. Jurnal Kependidikan, 2(1), 98115.*

Schrimppf, C., Link, E., Fisse, T., Baumann, E., & Klimmt, C. (2025). *Mental Models of Smart Implant Technology: A Topic Modeling Approach to the Role of Initial Information and Labeling. Health Communication, 1–13.*

Sitorus, D. M., & Dalimunthe, M. (2024). *Pengembangan Instrumen Tes Diagnostik Five-Tier Multiple Choice untuk Mengidentifikasi Miskonsepsi Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia. Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo, 9(1), 55–72.*

Ulung, A. T., Damsi, M., & Sembiring, Y. K. (2024). *Mental Models in Chemistry Concept: A Systematic Review. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 10(11), 764–777.*

Widarti, H. R., Wiyarsi, A., Yamtinah, S., Siddiq, A. S., Sari, M. E. F., Fauziah, P. N., & Rokhim, D. A. (2025). *Analysis of Content Development in Chemical Materials Related to Ethnoscience: A Review. Journal of Education and Learning, 19(1), 422–430.*