



Effectiveness of the 5E Learning Cycle Model in Vocational Pharmaceutical Chemistry Learning: A Review

Dwi Putri Rejeki¹, Fita Nelyza², Irma Zarwinda³, Eva Novita^{4*}

^{1,4}Program Studi DIII Farmasi, Akademi Farmasi YPPM Mandiri, Kota Banda Aceh, Indonesia

²Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Iskandar Muda, Kota Banda Aceh, Indonesia

³Program Studi D-III Analisis Farmasi dan Makanan, Akademi Analisis Farmasi dan Makanan, Yayasan Harapan Bangsa, Kota Banda Aceh, Indonesia.

Email: ¹dwi.putri.rejeki@gmail.com, ²fitanelyza.chemistry@gmail.com, ³zarwindairma26@gmail.com, ^{4*}evanovita2024@gmail.com

Informasi Artikel

Submitted: 04-11-2025

Accepted: 24-12-2025

Published: 15-01-2026

Keywords:

Learning Cycle 5E

Pharmaceutical Chemistry

Conceptual Understanding

Scientific Attitude

Literature Review

Abstract

This study is a systematic literature review aimed at analyzing the effectiveness of the Learning Cycle 5E instructional model in enhancing students' conceptual understanding and scientific attitudes, while also examining its potential application in Pharmaceutical Chemistry learning at the vocational higher education level. This review addresses the growing need for active learning models that can bridge conceptual understanding with the practical competency demands of pharmaceutical education. The analysis employed a narrative synthesis approach, reviewing relevant research articles based on four main dimensions: learning context, research focus, research methodology, and reported key findings. The results indicate that the Learning Cycle 5E model consistently improves students' conceptual understanding, reduces misconceptions, and fosters the development of scientific attitudes such as curiosity, responsibility, openness to evidence, and reflective thinking. In addition, several studies report that integrating the Learning Cycle 5E model with interactive learning technologies, including digital media and student-centered learning tools, enhances student motivation and active engagement in the learning process. Although most of the reviewed studies are situated within general chemistry education, the findings demonstrate strong relevance and high potential for application in Pharmaceutical Chemistry learning contexts. Therefore, this review recommends further implementation-based research in vocational higher education to strengthen empirical evidence and optimize the design of active, contextual, and reflective pharmaceutical learning.

Abstrak

Penelitian ini merupakan kajian literatur sistematis yang bertujuan untuk menganalisis efektivitas model pembelajaran Learning Cycle 5E dalam meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa, sekaligus meninjau potensi penerapannya dalam pembelajaran Kimia Farmasi di tingkat pendidikan tinggi vokasi. Kajian ini dilakukan untuk menjawab kebutuhan akan model pembelajaran aktif yang mampu menjembatani pemahaman konseptual dengan tuntutan kompetensi praktis di bidang kefarmasian. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan narrative synthesis terhadap artikel-artikel penelitian yang relevan, dengan meninjau empat dimensi utama, yaitu konteks pembelajaran, fokus penelitian, metode penelitian yang digunakan, serta hasil utama yang dilaporkan. Hasil kajian menunjukkan bahwa model Learning Cycle 5E secara konsisten mampu meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa, mengurangi miskonsepsi, serta mengembangkan sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, tanggung jawab, keterbukaan

terhadap bukti, dan refleksi ilmiah. Selain itu, beberapa studi menunjukkan bahwa integrasi model Learning Cycle 5E dengan teknologi pembelajaran interaktif, seperti media digital dan student-centered learning tools, dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan aktif mahasiswa. Meskipun sebagian besar penelitian yang dikaji masih berfokus pada pendidikan kimia umum, temuan-temuan tersebut menunjukkan relevansi yang kuat dan potensi tinggi untuk diterapkan dalam konteks pembelajaran Kimia Farmasi. Oleh karena itu, kajian ini merekomendasikan perlunya penelitian lanjutan berbasis implementasi di perguruan tinggi vokasi guna memperkuat bukti empiris dan mengoptimalkan desain pembelajaran farmasi yang aktif, kontekstual, dan reflektif.

Kata Kunci: Learning Cycle 5E, Kimia Farmasi, Pemahaman Konsep, Sikap Ilmiah, Kajian Literatur.

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran Kimia Farmasi berperan sentral dalam membentuk dasar kompetensi ilmiah mahasiswa farmasi, terutama dalam memahami keterkaitan antara struktur molekul, sifat fisikokimia, dan reaksi kimia bahan obat. Namun, realitas di banyak institusi vokasi menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih didominasi oleh metode ceramah dan hafalan teori. Mahasiswa sering kali menguasai rumus dan persamaan reaksi tanpa mampu mengaitkannya dengan aplikasi farmasi seperti kelarutan obat, kestabilan sediaan, atau interaksi ionik dalam formulasi. Ketimpangan antara pengetahuan konseptual dan keterampilan analitis ini menimbulkan kesenjangan dalam kemampuan berpikir ilmiah mahasiswa [1].

Seiring perkembangan pendidikan sains modern, paradigma pembelajaran sains telah bergeser menuju pendekatan yang menempatkan mahasiswa sebagai pusat aktivitas belajar. Salah satu model yang paling menonjol adalah *Learning Cycle 5E*, dikembangkan oleh Bybee dan koleganya [2], yang meliputi lima tahapan berurutan: *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, dan *Evaluation*. Model ini berakar pada teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pemahaman konsep terbentuk melalui pengalaman belajar aktif dan reflektif. Setiap tahap memiliki peran saling berkelanjutan dalam menumbuhkan pemahaman konseptual dan sikap ilmiah mahasiswa. Gambar 1 berikut menampilkan alur konseptual model tersebut.

Sejumlah studi menunjukkan bahwa penerapan *Learning Cycle 5E* secara konsisten menghasilkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep kimia [3], [4], [5], kemampuan berpikir tingkat tinggi [6], serta sikap ilmiah mahasiswa [2], [7], [8]. Penelitian lintas konteks menunjukkan bahwa model Learning Cycle 5E tidak hanya efektif dalam meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga berdampak positif pada sikap ilmiah mahasiswa, seperti rasa ingin tahu, ketekunan, dan kolaborasi [9], [10]. Pendekatan berbasis inkuiri ini menekankan eksplorasi, diskusi, dan refleksi, sehingga mendorong pembelajaran yang lebih bermakna. Dalam konteks pendidikan farmasi, pendekatan serupa semakin relevan karena mahasiswa dituntut untuk mengaitkan teori kimia dengan penerapan farmasi nyata. Ali et al., [1] menunjukkan bahwa strategi aktif seperti 5E mampu menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan kesadaran profesional pada mahasiswa kimia farmasi. Penerapan berbasis teknologi, seperti penggunaan simulator interaktif [11], memperkuat efektivitas model ini dalam konteks pembelajaran modern.



Gambar 1. Siklus Model Pembelajaran Learning Cycle 5E (diadaptasi dari Hikmawati et al., [12]).

Meskipun efektivitas model 5E telah dibuktikan secara luas dalam pembelajaran kimia dan sains, penerapannya dalam konteks pendidikan farmasi masih jarang ditinjau secara sistematis. Sebagian besar studi berfokus pada tingkat sekolah menengah atau bidang kimia murni, sementara riset yang mengaitkan Learning Cycle 5E dengan konteks farmasi atau pendidikan vokasi masih terbatas [3], [13]. Keterbatasan tersebut menunjukkan adanya celah pengetahuan yang penting untuk diisi, khususnya dalam memahami bagaimana prinsip-prinsip 5E dapat menguatkan integrasi antara konsep teoretis dan praktik laboratorium farmasi.

Ketimpangan tersebut menjadi isu strategis dalam pendidikan vokasi farmasi karena lulusan dituntut tidak hanya menguasai teori kimia, tetapi juga mampu menerapkannya secara analitis dalam formulasi, analisis, dan pengendalian mutu sediaan farmasi. Kurangnya integrasi antara pemahaman konseptual dan keterampilan praktikal menyebabkan mahasiswa kesulitan menalar hubungan antara struktur molekul, reaksi kimia, dan fungsi terapeutik obat. Dalam konteks inilah model pembelajaran Learning Cycle 5E menjadi relevan, karena dirancang untuk menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah dan reflektif melalui proses eksplorasi, elaborasi, dan evaluasi yang berulang.

Berbeda dengan kajian-kajian sebelumnya yang umumnya menyoroiti efektivitas model 5E pada pembelajaran kimia umum di sekolah menengah atau universitas akademik (misalnya Sotáková & Ganajová, [4]; Tüysüz & Geban, [8]; Grau et al., [6]), artikel ini menawarkan dua kebaruan utama. Pertama, fokus pada konteks pendidikan vokasi farmasi, yang menuntut keseimbangan antara konsep teoretis dan praktik laboratorium. Kedua, penekanan pada integrasi model 5E dengan teknologi pembelajaran interaktif, seperti virtual simulator dan digital learning tools, sebagai respons terhadap kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Dengan demikian, kajian ini tidak hanya memperluas pemahaman tentang efektivitas model 5E, tetapi juga memberikan arah baru bagi pengembangan kurikulum vokasi farmasi berbasis konstruktivisme dan teknologi pendidikan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, artikel ini menyajikan kajian literatur sistematis mengenai penerapan model pembelajaran Learning Cycle 5E dalam pendidikan kimia dan farmasi. Kajian ini menelaah tren penelitian, efektivitas model terhadap pemahaman konsep dan sikap ilmiah, serta relevansinya bagi pembelajaran Kimia Farmasi I di lingkungan pendidikan vokasi. Melalui sintesis literatur terbaru, artikel ini berupaya menawarkan perspektif komprehensif tentang kontribusi model 5E terhadap penguatan proses pembelajaran ilmiah di bidang farmasi, sekaligus membuka arah penelitian dan penerapan pedagogi inovatif di masa mendatang.

2. METODE PENELITIAN

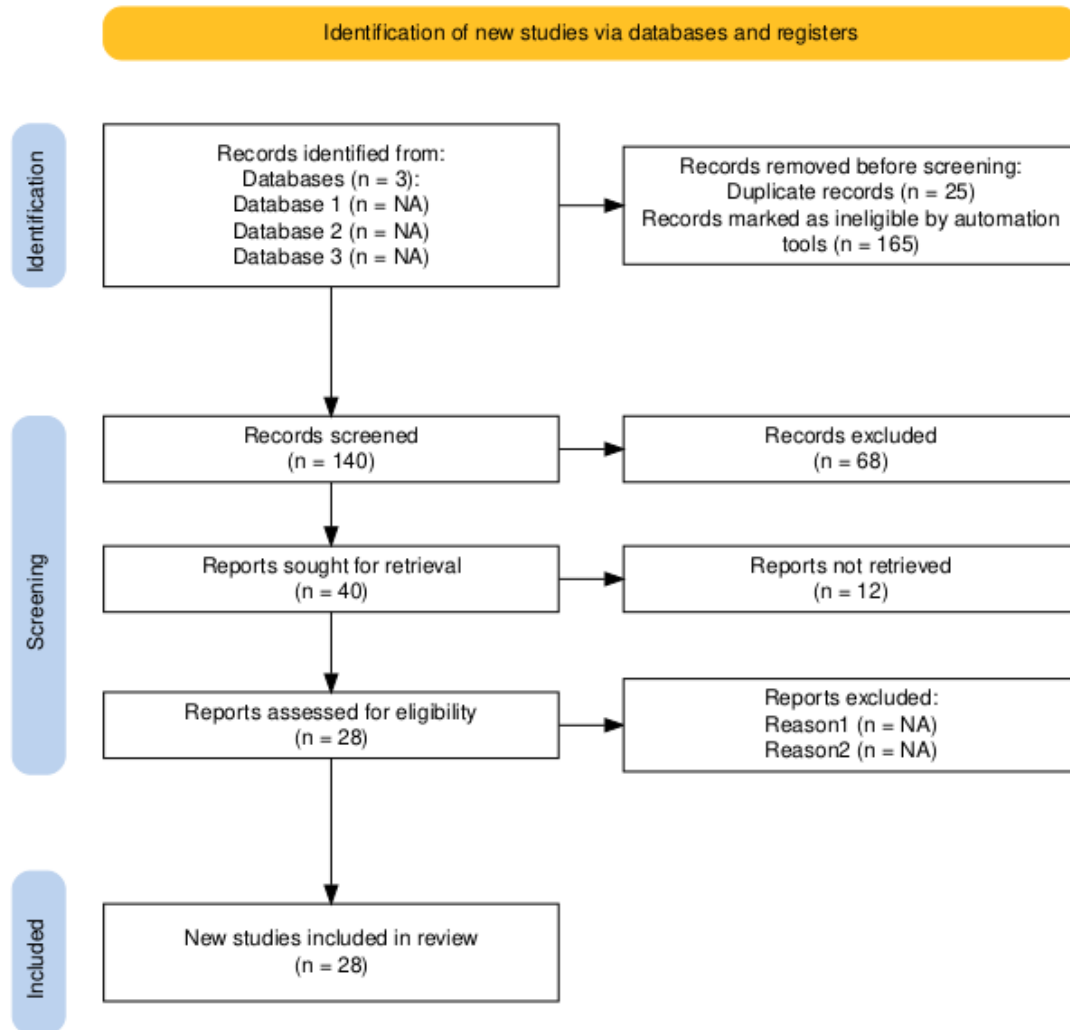
Kajian ini menggunakan pendekatan literature review sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan penerapan model pembelajaran Learning Cycle 5E dalam konteks pendidikan kimia dan farmasi. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai perkembangan teori dan praktik model 5E dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan sikap ilmiah peserta didik, khususnya pada mata kuliah Kimia Farmasi.

2.1 Desain Kajian

Kajian ini disusun berdasarkan prinsip Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020) yang diadaptasi untuk bidang pendidikan. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi: (1) identifikasi literatur; (2) seleksi artikel yang relevan; (3) ekstraksi data penelitian, dan (4) sintesis temuan. Tujuan utama kajian ini bukan untuk menguji hipotesis, melainkan untuk meninjau arah penelitian terkini dan menilai konsistensi temuan terkait efektivitas model Learning Cycle 5E.

2.1.1 Protokol pencarian artikel

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci berikut: “Learning Cycle 5E”, “5E Instructional Model”, “Pharmaceutical Chemistry”, “Vocational Education”, “Scientific Attitude”, “Conceptual Understanding”, dan “Chemistry Learning”. Kata kunci digabungkan dengan operator Boolean AND dan OR untuk memperluas hasil pencarian, misalnya: (“Learning Cycle 5E” OR “5E Model”) AND (“Pharmaceutical Chemistry” OR “Vocational Education”). Sumber database yang digunakan meliputi Google Scholar, ScienceDirect, dan Garuda dengan rentang publikasi 2013–2025. Setiap hasil pencarian disaring berdasarkan judul, abstrak, dan kesesuaian topik sebelum dilakukan analisis mendalam.



Gambar 2. Diagram Alir PRISMA

2.1.2 Kriteria inklusi dan eksklusi

Dalam kajian literatur sistematis, kriteria inklusi dan eksklusi digunakan untuk memastikan bahwa hanya artikel yang relevan, kredibel, dan sesuai dengan tujuan penelitian yang dianalisis [14]. Kriteria inklusi menentukan literatur yang dimasukkan berdasarkan kesesuaian topik, konteks, dan kualitas metodologinya. Sebaliknya, kriteria eksklusi berfungsi menyaring artikel yang tidak memenuhi standar tertentu, seperti keterbatasan relevansi, aksesibilitas, atau konteks penelitian yang tidak sesuai.

Kriteria inklusi:

- (1) Artikel berbahasa Indonesia atau Inggris,
- (2) Fokus pada penerapan model Learning Cycle 5E dalam pembelajaran kimia, farmasi, atau pendidikan vokasi,
- (3) Terbit dalam rentang waktu 2013–2025, dan
- (4) Menyajikan data empiris atau hasil pengembangan model.

Kriteria Eksklusi:

- (1) Artikel konseptual tanpa hasil penelitian,
- (2) Publikasi duplikat atau tanpa akses penuh,
- (3) Penelitian di luar bidang kimia/farmasi, dan
- (4) Tidak menjelaskan tahapan model 5E secara eksplisit.

Hasil seleksi ditampilkan menggunakan diagram alir PRISMA (Gambar 2) yang menunjukkan tahapan identification, screening, eligibility, dan inclusion dari seluruh artikel yang dianalisis. Diagram ini menunjukkan proses identifikasi dan seleksi literatur berdasarkan pedoman PRISMA 2020. Sebanyak 165 artikel diidentifikasi dari berbagai basis data (Google Scholar, ScienceDirect, dan Garuda).

Setelah penghapusan 25 duplikat dan penyaringan relevansi, 28 artikel memenuhi kriteria kelayakan dan diikutkan dalam kajian sistematis ini. Diagram prisma dihasilkan dari tool yang di kembangkan oleh Haddaway et al., [15].

2.2. Teknik Analisis

Data dari setiap artikel direduksi dan dikategorikan berdasarkan empat dimensi utama: (1) Konteks pembelajaran (sekolah, universitas, vokasi, atau farmasi); (2) Fokus penelitian (pemahaman konseptual, sikap ilmiah, motivasi, atau integrasi teknologi); (3) Metode penelitian (eksperimen, quasi-eksperimen, deskriptif, atau pengembangan model); dan (4) Temuan utama dan rekomendasi penelitian. Analisis dilakukan dengan pendekatan sintesis naratif (*narrative synthesis*), yaitu mengintegrasikan hasil-hasil penelitian untuk menemukan pola, kecenderungan, dan kontradiksi. Pendekatan ini menekankan pemahaman terhadap konteks penerapan model 5E daripada perbandingan kuantitatif antarpencapaian [4], [6].

2.3. Validasi dan Batasan Kajian

Untuk menjaga validitas, pemilihan dan klasifikasi literatur dilakukan secara berlapis dengan membaca abstrak, metode, dan kesimpulan setiap artikel. Kesesuaian topik diverifikasi melalui cross-check dengan referensi terkini di bidang pendidikan kimia farmasi [1], [11]. Batasan kajian ini terletak pada keterbatasan akses terhadap beberapa artikel internasional berbayar dan variasi metode penelitian dalam setiap studi yang dapat memengaruhi perbandingan hasil. Namun demikian, literatur yang dipilih mewakili beragam konteks dan pendekatan, sehingga mampu memberikan gambaran utuh tentang perkembangan dan efektivitas model Learning Cycle 5E.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Efektivitas Model 5E terhadap Pemahaman Konsep

Kajian lintas literatur menunjukkan bahwa model pembelajaran Learning Cycle 5E secara konsisten berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konseptual mahasiswa dan penurunan miskonsepsi dalam pembelajaran kimia dan sains. Mekanisme utamanya terletak pada struktur tahapannya yang menstimulasi keterlibatan kognitif secara progresif, dari aktivasi pengetahuan awal (*Engagement*) hingga refleksi konseptual (*Evaluation*).

Hampir semua penelitian yang dikaji menegaskan bahwa Learning Cycle 5E efektif menurunkan tingkat miskonsepsi dan memperkuat struktur pengetahuan konseptual mahasiswa. Sulastris [16] melaporkan penurunan signifikan proporsi miskonsepsi dari 46% menjadi 2,8% pada mahasiswa calon guru fisika setelah penerapan model 5E. Hasil serupa ditemukan oleh Susanti et al., [17], yang menunjukkan peningkatan hasil belajar kimia pada topik kesetimbangan kimia melalui aktivitas engagement dan exploration yang menuntut partisipasi aktif mahasiswa.

Sintesis lintas penelitian ini memperlihatkan bahwa efektivitas model 5E tidak bersifat tunggal, melainkan kontekstual. Sulastris menekankan keberhasilan fase Engagement dalam memperbaiki pemahaman teoretis dan menurunkan miskonsepsi konseptual, sedangkan Susanti menunjukkan bahwa kombinasi Engagement–Exploration lebih berdampak pada penguatan keterampilan analitis dalam kegiatan praktikum. Perbedaan fokus ini memperlihatkan fleksibilitas model 5E dapat diadaptasi secara efektif baik untuk penguasaan konsep abstrak maupun penerapan konseptual di laboratorium. Dengan demikian, keberhasilan model ini tidak hanya ditentukan oleh urutan tahapannya, tetapi juga oleh karakteristik konteks belajar yang mendukung penerapan prinsip konstruktivistiknya.

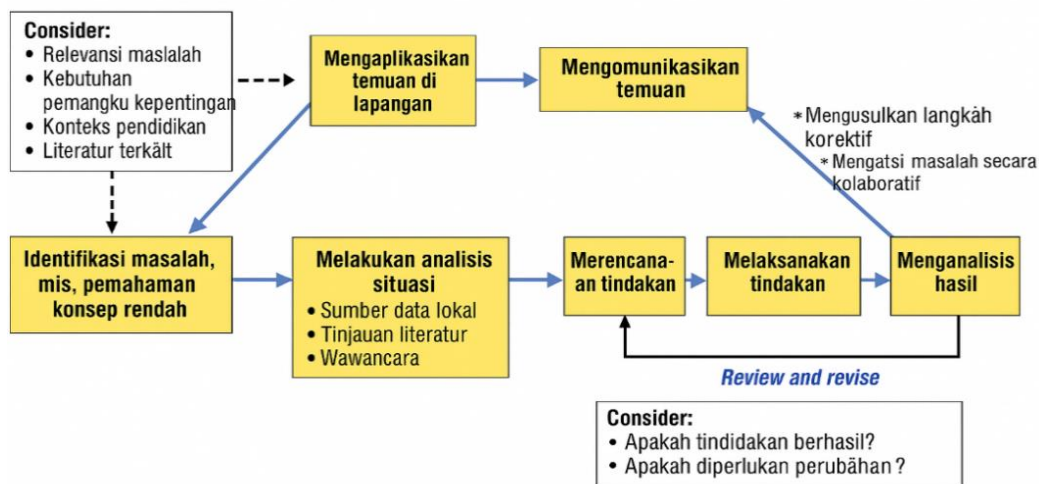
Selain itu, integrasi strategi *Student Generated Representations* (SGRs) ke dalam model 5E terbukti meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains lebih tinggi dibandingkan model 5E konvensional [18]. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa menciptakan representasi visual dari konsep yang dipelajari, sehingga mengurangi beban kognitif dan memperkuat koneksi antara konsep abstrak dan konteks praktis.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian terkini oleh Sotáková & Ganajová, [4], yang menegaskan bahwa model 5E meningkatkan aktivitas metakognitif dan membantu mahasiswa mengonstruksi pemahaman melalui dialog ilmiah. Dalam konteks pendidikan tinggi, Grau et al., [6] melaporkan bahwa penerapan model 5E memiliki efek jangka panjang terhadap retensi konsep, bahkan setelah enam bulan pembelajaran selesai. Pola temuan ini menunjukkan bahwa Learning Cycle 5E tidak hanya efektif untuk penguasaan jangka pendek, tetapi juga berperan penting dalam memperkuat retensi dan transfer pengetahuan, dua kemampuan esensial bagi mahasiswa vokasi farmasi.

Secara umum, hasil sintesis ini menegaskan bahwa model 5E efektif pada dua level utama pembelajaran kimia farmasi: (1) Pada tahap konseptual, karena mampu mengoreksi miskonsepsi dan membangun struktur kognitif yang bermakna; dan (2) Pada tahap aplikatif, karena mendorong mahasiswa menghubungkan konsep kimia dengan fenomena farmasi nyata melalui eksplorasi dan elaborasi.

Dengan demikian, efektivitas Learning Cycle 5E tidak semata bergantung pada tahapan modelnya, tetapi juga pada keterpaduan antara strategi fasilitasi, konteks pembelajaran, dan karakteristik peserta didik vokasi, yang menuntut keseimbangan antara teori dan keterampilan praktis. Jika diimplementasikan dalam konteks pendidikan farmasi, penerapan model Learning Cycle 5E dapat dipadukan dengan prinsip penelitian tindakan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Pendekatan ini menekankan siklus reflektif antara perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, evaluasi, dan revisi berkelanjutan.

The Action Research Model



Gambar 2. Integrasi Model Learning Cycle 5E dengan Pendekatan Penelitian Tindakan (sumber; Adaptasi dari *The Action Research Model*)

Tabel 1 menampilkan studi utama yang menjadi dasar sintesis efektivitas model Learning Cycle 5E dalam pembelajaran kimia dan farmasi. Data menunjukkan keberagaman konteks penelitian, mulai dari pendidikan menengah hingga vokasi, dengan temuan konsisten bahwa model 5E berkontribusi positif terhadap pemahaman konseptual, keterampilan proses sains, dan sikap ilmiah mahasiswa.

3.2. Pengaruh Model 5E terhadap Sikap Ilmiah

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa Learning Cycle 5E berkontribusi terhadap pengembangan sikap ilmiah, meskipun efeknya tidak selalu bergantung pada tingkat sikap awal mahasiswa. Pambudi, (2014) dan [20] menemukan bahwa mahasiswa dengan sikap ilmiah tinggi maupun rendah menunjukkan peningkatan prestasi belajar yang serupa setelah pembelajaran berbasis 5E menggunakan laboratorium nyata dan virtual. Artinya, model ini mampu menciptakan lingkungan belajar yang setara bagi seluruh mahasiswa.

Tabel 1. Ringkasan Studi Utama Terkait Penerapan Model Learning Cycle 5E

| Ref. | Penulis (Tahun) | Fokus Penelitian | Metode | Temuan Utama |
|------|---------------------------------|--|------------------|--|
| [20] | Oktavia, Asrial, & Malik (2024) | Perbandingan sikap ilmiah siswa antara pembelajaran 5E dengan laboratorium nyata dan virtual | Kuasi-eksperimen | Sikap ilmiah lebih tinggi pada laboratorium nyata (<i>thitung</i> = 6,40 > <i>t</i> tabel = 1,66); fase <i>Exploration–Elaboration</i> paling berperan dalam membangun rasa ingin tahu dan tanggung jawab ilmiah. |
| [13] | Elfrida & Selly (2023) | Perbedaan hasil belajar kimia berdasarkan model 5E | Kuasi-eksperimen | Hasil belajar meningkat signifikan; fase <i>Exploration–Elaboration</i> paling efektif dalam menguatkan pemahaman konseptual |

| | | | | |
|------|----------------------------|---|------------------|---|
| [18] | Sulastris (2020) | Reduksi miskonsepsi dalam konsep kimia | Eksperimen | Miskonsepsi turun signifikan dari 46% ke 2,8% |
| [17] | Susanti et al. (2019) | Penerapan 5E pada topik kesetimbangan kimia | Kuasi-eksperimen | Meningkatkan hasil belajar dan keterlibatan aktif |
| [4] | Sotáková & Ganajová (2021) | Aktivitas metakognitif mahasiswa | Deskriptif | Tahapan Explanation memperkuat dialog ilmiah |
| [6] | Grau et al. (2021) | Retensi konsep jangka panjang | Longitudinal | Retensi konsep bertahan hingga 6 bulan |
| [11] | Pitaloka et al. (2022) | Integrasi 5E dengan simulator interaktif | Pengembangan | Meningkatkan motivasi dan pemahaman molekul |
| [21] | Rahmawati et al. (2023) | 5E dalam pembelajaran vokasi daring | Kuasi-eksperimen | Peningkatan signifikan N-gain hasil belajar |
| [22] | Jian et al. (2023) | 5E berbasis gamified simulation | Mixed-method | Meningkatkan motivasi, refleksi, dan kolaborasi |
| [23] | Dahalan et al. (2024) | 5E berbasis digital di pendidikan farmasi | Studi kasus | Meningkatkan profesionalisme dan keterampilan reflektif |

Penelitian Faizin & Wahab, [10] serta Wiriani & Ardana, [7] menambahkan bahwa tahapan *exploration* dan *elaboration* mendorong rasa ingin tahu, tanggung jawab ilmiah, serta keaktifan bertanya. Sikap reflektif mahasiswa berkembang melalui proses evaluation, di mana mereka menilai kembali hasil pengamatan dan kesimpulan berdasarkan data empiris. Model ini menumbuhkan karakter ilmiah yang esensial dalam bidang farmasi: ketelitian, konsistensi, dan berpikir berbasis bukti.

Hasil serupa ditunjukkan dalam konteks kimia farmasi oleh Choo et al., [1], yang menemukan bahwa strategi pembelajaran berbasis inkuiri seperti 5E memperkuat kemampuan berpikir kritis dan kolaboratif mahasiswa. Hal ini relevan dengan tuntutan kompetensi tenaga farmasi yang tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu menalar dan mengambil keputusan ilmiah dalam konteks profesional.

3.3. Adaptasi dan Integrasi Teknologi

Dalam dekade terakhir, muncul kecenderungan untuk mengombinasikan model Learning Cycle 5E dengan pendekatan berbasis teknologi dan pembelajaran abad ke-21. Setiawan et al. [24] mengembangkan multimedia adventure game berbasis model 5E yang mampu meningkatkan pemahaman konsep dan partisipasi aktif siswa. Di pendidikan tinggi, Pitaloka et al. [11] mengadaptasi model 5E ke dalam interactive simulator untuk topik bentuk molekul, yang terbukti meningkatkan penguasaan konsep dan motivasi belajar. Penelitian terkini memperkuat bahwa integrasi model 5E dengan teknologi digital meningkatkan efektivitas pembelajaran secara signifikan. Meta-analisis oleh Polanin et al. [25] terhadap 61 penelitian menunjukkan bahwa model 5E memberikan peningkatan hasil belajar sains yang besar dibandingkan metode konvensional ($g \approx 0.82$). Hasil serupa dikemukakan oleh Joswick & Hulings [26], yang menegaskan konsistensi efektivitas model 5E di berbagai bidang sains dan pendidikan kimia. Dalam konteks kimia, Ali et al. [3], Zia & Choudhary [27], serta Elfrida & Selly [13] menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman konsep dan retensi belajar melalui implementasi 5E.

Selain itu, Ohn-Sabatello [28] menemukan bahwa pembelajaran kimia daring berbasis 5E with technology tools meningkatkan interaktivitas dan sikap ilmiah siswa secara nyata. Permatasari et al. [29] melaporkan bahwa penggunaan multiple representations dalam siklus 5E memperkuat koneksi antara konsep abstrak dan fenomena kimia, mengurangi miskonsepsi, dan memperdalam pemahaman konseptual. Sementara itu, Rahmawati et al. [21] menunjukkan efektivitas model 5E pada pembelajaran vokasi berbasis daring, dengan peningkatan N-gain signifikan terhadap hasil belajar mahasiswa.

Beberapa studi lainnya mengintegrasikan model ini dengan pendekatan inovatif seperti gamification [23] dan game-based learning [30], yang terbukti memperkuat motivasi dan kolaborasi dalam pendidikan vokasi. Hal ini mengindikasikan bahwa model 5E tidak hanya fleksibel secara pedagogis, tetapi juga kompatibel dengan berbagai platform digital dan pembelajaran berbasis pengalaman. Dalam konteks Kimia Farmasi I, kombinasi antara tahapan *exploration* dan *elaboration* dengan simulasi interaktif dan virtual laboratory dapat memperkuat visualisasi molekul serta pemahaman hubungan struktur–fungsi bahan obat. Dengan demikian, model Learning Cycle 5E berbasis teknologi memiliki potensi besar untuk membangun pembelajaran Kimia Farmasi yang reflektif, aplikatif, dan berbasis inkuiri ilmiah.

3.4 Implikasi untuk Pendidikan Kimia Farmasi di Vokasi

Kajian ini menemukan bahwa meskipun belum banyak penelitian yang secara langsung membahas penerapan model 5E pada mata kuliah Kimia Farmasi I, bukti lintas bidang menunjukkan kesesuaian tinggi antara prinsip-prinsip Learning Cycle 5E dan kebutuhan pembelajaran vokasi farmasi. Mahasiswa vokasi cenderung belajar lebih efektif melalui pendekatan kontekstual, eksperimental, dan reflektif, yang menempatkan mereka sebagai pelaku aktif dalam konstruksi pengetahuan [2]. Tahapan *exploration* dan *elaboration* dalam model 5E memberi ruang bagi kegiatan laboratorium, studi kasus, dan pemecahan masalah berbasis data, sehingga menghubungkan teori dengan praktik kefarmasian yang nyata.

Hasil kajian lintas bidang juga mendukung bahwa 5E efektif untuk konteks pembelajaran sains terapan, termasuk bidang farmasi. Penelitian oleh Rahmawati et al. [21] di pendidikan vokasi menunjukkan bahwa 5E dapat meningkatkan hasil belajar dan keterampilan proses sains secara signifikan. Hal ini selaras dengan temuan Ali et al. [3] dan Elfrida & Selly [13] yang menyatakan bahwa model 5E memperkuat pemahaman konseptual serta sikap ilmiah melalui pengalaman belajar berbasis inkuiri. Selain itu, Grau et al. [6] dan Joswick & Hulings [26] menegaskan bahwa penggunaan berulang model ini mendukung retensi konsep jangka panjang dan pengembangan kemampuan berpikir ilmiah mahasiswa sains.

Dalam konteks pendidikan vokasi farmasi, penerapan model ini menjadi relevan karena pembelajaran Kimia Farmasi menuntut keseimbangan antara pengetahuan teoritis dan praktik laboratorium. Pendekatan 5E dapat memperkuat capaian pembelajaran yang mencakup pemahaman konsep, keterampilan analisis, serta sikap ilmiah seperti ketelitian dan tanggung jawab profesional. Penerapan tahapan *elaboration* melalui eksperimen formulasi bahan obat atau analisis kestabilan senyawa juga mendorong mahasiswa mengintegrasikan prinsip kimia dengan praktik kefarmasian.

Lebih lanjut, studi Jian et al. [22] dan Dahalan et al. [23] menunjukkan bahwa adaptasi model 5E ke dalam lingkungan pembelajaran digital (seperti virtual laboratory dan gamified simulation) meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kemampuan reflektif peserta didik. Artinya, model ini tidak hanya mendukung keterampilan kognitif, tetapi juga memperkuat dimensi afektif yang sangat penting dalam pembentukan profesionalisme tenaga teknis kefarmasian.

3.5. Keterkaitan Tahapan Learning Cycle 5E dengan Kebutuhan Mahasiswa Vokasi Farmasi

Penerapan setiap tahapan Learning Cycle 5E memiliki relevansi yang kuat dengan karakteristik pembelajaran vokasi, yang menekankan keseimbangan antara pemahaman konseptual dan keterampilan praktis.

- (1) *Engagement*: Tahap ini berperan penting dalam membangun motivasi intrinsik dan kesadaran kontekstual mahasiswa vokasi. Aktivitas awal seperti studi kasus atau pemecahan masalah berbasis situasi industri farmasi membantu mahasiswa memahami relevansi materi terhadap dunia kerja.
- (2) *Exploration*: Pada pendidikan vokasi, fase eksplorasi menjadi ruang bagi mahasiswa untuk berlatih keterampilan eksperimen, melakukan observasi mandiri, dan mengumpulkan data secara langsung. Kegiatan ini memperkuat prinsip *learning by doing* yang menjadi inti pembelajaran vokasi.
- (3) *Explanation*: Fase ini memungkinkan mahasiswa menghubungkan hasil eksplorasi dengan teori ilmiah, mengasah kemampuan analisis, dan berlatih mengkomunikasikan hasil praktikum secara profesional, kompetensi esensial bagi calon tenaga teknis kefarmasian.
- (4) *Elaboration*: Tahapan elaborasi sangat sesuai dengan kebutuhan vokasi karena mendorong mahasiswa menerapkan konsep dalam konteks industri, seperti perancangan formulasi obat, pengujian kestabilan, atau simulasi kontrol mutu. Proses ini menumbuhkan kemampuan *problem solving* dan pengambilan keputusan berbasis data.
- (5) *Evaluation*: Pada konteks vokasi, evaluasi tidak hanya menilai hasil belajar, tetapi juga kemampuan reflektif mahasiswa terhadap praktik kerja dan tanggung jawab profesional. Melalui asesmen formatif berbasis proyek atau laporan laboratorium, mahasiswa menginternalisasi nilai ketelitian dan etika profesi.

Temuan Elfrida dan Selly [13] memperkuat pola ini, di mana fase *Exploration* dan *Elaboration* terbukti paling berdampak terhadap peningkatan hasil belajar kimia, sejalan dengan prinsip pembelajaran aktif dan kontekstual yang diutamakan dalam pendidikan vokasi farmasi. Dengan demikian, setiap tahapan Learning Cycle 5E secara fungsional menjawab kebutuhan pendidikan vokasi farmasi: *Engagement* membangun relevansi kerja, *Exploration* mengembangkan keterampilan teknis, *Explanation* menumbuhkan pemahaman konseptual, *Elaboration* mengasah penerapan praktis, dan *Evaluation* memperkuat refleksi profesional.

4. KESIMPULAN

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa model pembelajaran Learning Cycle 5E memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa di berbagai konteks pembelajaran sains dan kimia. Secara konsisten, penerapan model ini terbukti mampu menurunkan tingkat miskonsepsi, memperkuat retensi jangka panjang terhadap konsep ilmiah, serta menumbuhkan sikap ilmiah seperti rasa ingin tahu, tanggung jawab, dan kemampuan berpikir reflektif. Selain itu, model ini mendorong pembelajaran aktif melalui eksplorasi dan elaborasi berbasis pengalaman laboratorium yang menempatkan mahasiswa sebagai subjek utama dalam proses konstruksi pengetahuan. Integrasinya dengan teknologi digital, seperti simulator interaktif dan virtual laboratory, juga memperkuat keterlibatan mahasiswa dalam proses belajar. Temuan lintas studi menegaskan bahwa prinsip 5E (Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, dan Evaluation) selaras dengan karakteristik pembelajaran di bidang farmasi yang menuntut keseimbangan antara teori dan praktik. Dengan demikian, model ini berpotensi besar menjadi pendekatan pedagogis yang efektif dalam pengajaran Kimia Farmasi I di pendidikan tinggi vokasi, terutama untuk mengembangkan pembelajaran yang reflektif, aplikatif, dan berbasis inkuiri ilmiah.

Berdasarkan sintesis literatur yang telah dilakukan, disarankan agar penelitian empiris lanjutan dilakukan untuk menguji implementasi Learning Cycle 5E secara langsung dalam konteks Kimia Farmasi I, khususnya di akademi atau politeknik farmasi. Dosen diharapkan dapat mengintegrasikan tahapan Exploration dan Elaboration dengan kegiatan laboratorium serta studi kasus farmasi untuk memperkuat keterkaitan antara teori dan praktik. Selain itu, pengembangan media digital dan modul berbasis 5E perlu diperluas guna meningkatkan partisipasi aktif dan kemampuan berpikir ilmiah mahasiswa. Kajian lanjutan juga direkomendasikan untuk menggabungkan model 5E dengan pendekatan lain seperti Problem-Based Learning atau STEM-Based Inquiry, sehingga dapat dihasilkan model pembelajaran kimia farmasi yang lebih adaptif terhadap kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dan perkembangan teknologi pendidikan.

REFERENCES

- [1] C. Y. Choo, L. C. Ming, and C. S. Tan, "Fostering critical thinking in pharmaceutical chemistry: A cross-sectional study," *Pharmacy Education*, vol. 22, no. 1, pp. 866–871, Jan. 2022, doi: 10.46542/pe.2022.221.866871.
- [2] H. Ruiz-Martín and R. W. Bybee, "The cognitive principles of learning underlying the 5E Model of Instruction," Dec. 01, 2022, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1186/s40594-022-00337-z.
- [3] Z. Ali, H. Ullah, Ahmad Sajid, and S. Ahmed, "Effect of 5e Instructional Model On Students Learning Outcomes in The Subject of Chemistry," *Social Science Review Archives*, vol. 3, no. 1, pp. 2503–2515, Mar. 2025, doi: 10.70670/sra.v3i1.560.
- [4] I. Sotáková and M. Ganajová, "The effect of the 5E instructional model on students' cognitive processes and their attitudes towards chemistry as a subject," *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, vol. 19, no. 9, 2023, doi: 10.29333/EJMSTE/13469.
- [5] L. Varoglu, A. Yilmaz, and S. Sen, "Effect of 5E learning cycle assisted with concept maps on conceptual understanding," *Pedagogical Research*, vol. 8, no. 3, p. em0161, Apr. 2023, doi: 10.29333/pr/13167.
- [6] F. G. I. Grau, C. Valls, N. Piqué, and H. Ruiz-Martín, "The long-term effects of introducing the 5E model of instruction on students' conceptual learning," *Int J Sci Educ*, vol. 43, no. 9, pp. 1441–1458, 2021, doi: 10.1080/09500693.2021.1918354.
- [7] N. M. A. Wiriani and I. M. Ardana, "The Impact of the 5E Learning Cycle Model Based on the STEM Approach on Scientific Attitudes and Science Learning Outcomes," *MIMBAR PGSD Undiksha*, vol. 10, no. 2, pp. 300–307, Aug. 2022, doi: 10.23887/jjgsd.v10i2.48515.
- [8] M. Tüysüz and Ö. Geban, "The Effect of 5E Learning Cycle and Multiple Intelligence Approach on 9th Grade Students' Achievement, Attitude, and Motivation toward Chemistry on Unit of Chemical Properties," *Bartın University Journal of Faculty of Education*, vol. 9, no. 3, pp. 612–644, Oct. 2020, doi: 10.14686/buefad.724352.
- [9] F. Putra, I. Y. Nur Kholifah, B. Subali, and A. Rusilowati, "5E-Learning Cycle Strategy: Increasing Conceptual Understanding and Learning Motivation," *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, vol. 7, no. 2, p. 171, Oct. 2018, doi: 10.24042/jjpfalbiruni.v7i2.2898.

- [10] Faizin and Jupri Wahab, "5E Learning Cycle Model To Improve Students' Scientific Attitude," *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, vol. 8, no. 3, pp. 1–03, 2018, doi: 10.9790/7388-0803010103.
- [11] A. D. Pitaloka, Muntholib, and Dasianto, "Learning Cycle 5E through Interactive Simulator to Improve Understanding of Molecular shapes and Chemistry Identity," *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, vol. 13, no. 3, p. 65145, 2025, doi: 10.33394/hjkk.v13i3.15842.
- [12] H. Hikmawati, I. W. Suastra, and N. M. Pujani, "Ethnoscience-Based Science Learning Model to Develop Critical Thinking Ability and Local Cultural Concern for Junior High School Students in Lombok," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, vol. 7, no. 1, pp. 60–66, Dec. 2020, doi: 10.29303/jppipa.v7i1.530.
- [13] D. Elfrida and R. Selly, "Differences Of Students' Chemistry Learning Outcomes Based On The 5e Learning Cycle Model," *Jurnal Pena Sains*, vol. 10, no. 2, pp. 48–56, Oct. 2023, doi: 10.21107/jps.v10i2.19275.
- [14] H. Snyder, "Literature review as a research methodology: An overview and guidelines," *J Bus Res*, vol. 104, pp. 333–339, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- [15] N. R. Haddaway, M. J. Page, C. C. Pritchard, and L. A. McGuinness, "PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis," *Campbell Systematic Reviews*, vol. 18, no. 2, Jun. 2022, doi: 10.1002/cl2.1230.
- [16] M. Taufiq, "Remediasi Miskonsepsi Mahasiswa Calon Guru Fisika Pada Konsep Gaya Melalui Penerapan Model Siklus Belajar (Learning Cycle) 5E," 2012. [Online]. Available: <http://journal.unnes.ac.id/index.php/jpii>
- [17] S. Susanti, N. Annafi, and A. Wiraningtyas, "Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 5e Terhadap Hasil Belajar Ranah Kognitif Siswa Kelas XI IPA SMAN 1 Palibelo Pada Materi Keseimbangan Ion Dan Ph Larutan Garam," *Jurnal Redoks : Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, vol. 5, 2022.
- [18] endang Sulastri, "Integrasi Students Generated Representations (SGRS) Dalam Model Learning Cycle 5E Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Pada Materi Suhu dan Kalor," Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia, 2016.
- [19] T. Pambudi, "Pengaruh Pembelajaran Kimia dengan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Menggunakan Laboratorium Real dan Virtual Ditinjau dari Sikap Ilmiah terhadap Prestasi Belajar Siswa pada Materi Pokok Hidrolisis Garam Kelas XI MIPA SMA Negeri 3 Surakarta Tahun Ajaran," Universitas Sebelas Maret, 2014.
- [20] S. Oktavia and A. Malik, "Perbandingan Sikap Ilmiah Siswa Antara Model Learning Cycle 5e Menggunakan Laboratorium Real Dengan Laboratorium Virtual Pada Materi Titrasi Asam Basa Kelas XI SMA Islam Al-Falah Jambi," *Jurnal SAINMATIKA UNJA*, vol. 5, no. 2, 2024, [Online]. Available: <https://online-journal.unja.ac.id/sainmatika>
- [21] R. Rahmawati, "The Effect of Learning Cycle 5e Learning Model on Students' Motivation and Learning Outcome," *Journal La Edusci*, vol. 5, no. 2, pp. 97–107, Jul. 2024, doi: 10.37899/journallaedusci.v5i2.1435.
- [22] M. Jian, D. Jin, and X. Wu, "Research hotspots and development trends of international learning cycle model: Bibliometric analysis based on CiteSpace," *Heliyon*, vol. 9, no. 11, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22076.
- [23] F. Dahalan, N. Alias, and M. S. N. Shaharom, "Gamification and Game Based Learning for Vocational Education and Training: A Systematic Literature Review," *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 29, pp. 1279–1317, Jan. 2023, doi: 10.30880/jtet.2020.12.01.007.
- [24] R. Setiawan, D. Mardapi, A. Pratama, and S. Ramadan, "Efektivitas blended learning dalam inovasi pendidikan era industri 4.0 pada mata kuliah teori tes klasik," *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, vol. 6, no. 2, pp. 148–158, Nov. 2019, doi: 10.21831/jitp.v6i2.27259.
- [25] J. R. Polanin, M. Austin, J. A. Taylor, R. R. Steingut, M. A. Rodgers, and R. Williams, "Effects of the 5E Instructional Model: A Systematic Review and Meta-Analysis," *AERA Open*, vol. 10, Jan. 2024, doi: 10.1177/23328584241269866.
- [26] C. Joswick and M. Hulings, "A Systematic Review of BSCS 5E Instructional Model Evidence," *Int J Sci Math Educ*, vol. 22, pp. 167–188, 2024.

- [27] M. A. Zia and F. R. Choudhary, "5E Instructional Model: A Constructivist Model For Teaching Chemistry At Higher Secondary Level," *PJER*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [28] T. Ohn-Sabatello, "Incorporating Technology Tools and the 5E Instructional Model to Teach High School Students Chemistry by Online Instruction," *J Chem Educ*, vol. 97, no. 11, pp. 4202–4208, Nov. 2020, doi: 10.1021/acs.jchemed.0c00824.
- [29] M. B. Permatasari, S. Rahayu, and I. W. Dasna, "Chemistry Learning Using Multiple Representations: A Systematic Literature Review," *Journal of Science Learning*, vol. 5, no. 2, pp. 334–341, Jul. 2022, doi: 10.17509/jsl.v5i2.42656.
- [30] E. Byusa, E. Kampire, and A. R. Mwesigye, "Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature," May 01, 2022, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09541.