



Efektivitas *Problem Based Learning* Berbasis STEAM dengan Pendekatan Labirin terhadap Penguasaan Konsep Kimia Siswa

Rosanna Saragih¹, Nancy Susianna², *Nerru Pranuta Murnaka³

^{1,2,3}Universitas Katolik Parahyangan

E-Mail: 8272301003@student.unpar.ac.id¹; nancy.susianna@unpar.ac.id²;
murnaka@unpar.ac.id³

Abstract

Twenty-first-century chemistry learning requires conceptual mastery and the ability to apply concepts to real-world problems, while the mole concept is complex because it involves relationships among amount of substance, mass, particles, volume, molarity, and chemical equations, causing students to rely on memorization. This study aimed to analyze the effectiveness of Problem Based Learning (PBL) based on Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) with the Labyrinth approach on students' mastery of the mole concept. The study employed a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design involving 60 tenth-grade students, and the data were analyzed using paired-sample t-test, independent-sample t-test, and N-gain. The results showed that the mean conceptual mastery score of the experimental group increased from 25.52 to 62.70, with an N-gain of 0.52, while the control group increased from 31.97 to 57.03, with an N-gain of 0.39, and the difference in improvement between the groups was significant at the 0.05 level. These findings confirm that PBL based on STEAM with the Labyrinth approach is more effective than conventional learning, with its novelty lying in the integration of cognitive, social, and exploratory activities to strengthen students' mastery of the mole concept actively and meaningfully.

Keywords: Concept; Chemistry; STEAM; Labirin.

Abstrak

Pembelajaran kimia abad ke-21 menuntut penguasaan konsep dan penerapannya pada masalah nyata, sedangkan konsep mol kompleks karena menghubungkan jumlah zat, massa, partikel, volume, molaritas, dan persamaan reaksi sehingga siswa mengandalkan hafalan. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas Problem Based Learning (PBL) berbasis Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) dengan pendekatan Labirin terhadap penguasaan konsep mol siswa. Penelitian menggunakan metode quasi-experimental dan desain pretest-posttest control group dengan 60 siswa kelas X serta dianalisis melalui paired sample t-test, independent sample t-test, dan N-gain. Hasil menunjukkan rata-rata penguasaan konsep kelompok eksperimen meningkat dari 25,52 menjadi 62,70 dengan N-gain 0,52, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 31,97 menjadi 57,03 dengan N-gain 0,39, dan perbedaan peningkatan antarkelompok signifikan pada taraf 0,05. Temuan menegaskan bahwa PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin lebih efektif daripada pembelajaran konvensional, dengan kebaruan berupa integrasi

aktivitas kognitif, sosial, dan eksploratif untuk memperkuat penguasaan konsep mol secara aktif dan bermakna.

Kata-kata Kunci: Konsep; Kimia; STEAM; Labirin.

PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia abad ke-21 perlu mengarahkan siswa tidak sekadar mengingat fakta, rumus, dan istilah, tetapi memahami konsep serta menggunakannya untuk menjelaskan fenomena dan menyelesaikan masalah nyata. Penguasaan konsep menjadi dasar untuk menghubungkan pengetahuan kimia, menafsirkan informasi, dan mengambil keputusan tepat dalam kehidupan sehari-hari. Penerapan *Problem Based Learning* (PBL) terbukti berpengaruh positif terhadap penguasaan konsep dan sikap ilmiah siswa, sebagaimana dilaporkan Wiragasari, Saputro, dan Utami melalui penelitian kuasi eksperimen pada materi reaksi redoks, serta Salempa, Rasyid, dan Rauf yang menunjukkan perbedaan penguasaan konsep kimia melalui strategi berbasis masalah.^{1,2} Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai pelaku utama pencarian pengetahuan. Pembelajaran yang mengintegrasikan masalah nyata, penyelidikan, kolaborasi, dan penerapan konsep menjadi relevan untuk memperkuat pemahaman kimia secara bermakna dan optimal.

Karakteristik kimia yang mencakup representasi makroskopik, submikroskopik, dan simbolik menyebabkan siswa mengalami kesulitan menghubungkan fenomena, model partikel, serta persamaan kimia. Kesulitan tersebut dapat menghambat penguasaan konsep karena siswa mampu mengikuti prosedur penyelesaian soal, tetapi belum memahami hubungan konseptual yang mendasarinya. Safitri dan Andromeda melaporkan bahwa pembelajaran larutan elektrolit dan nonelektrolit menuntut pemahaman ketiga representasi tersebut melalui pengembangan e-modul PBL terintegrasi STEAM, sedangkan Rafiuddin, Dali, dan Anton menyatakan PBL berbasis pendekatan saintifik efektif meningkatkan

¹ Palupi Wiragasari, Sulistyo Saputro, dan Budi Utami, "Pengaruh Model Pembelajaran Problem-Based Learning terhadap Penguasaan Konsep dan Sikap Ilmiah Siswa pada Pembelajaran Kimia Reaksi Redoks Kelas X MIPA SMA Negeri 7 Surakarta Tahun Pelajaran 2018/2019," *Jurnal Pendidikan Kimia* 10, no. 2 (2021): 117–122, <https://jurnal.uns.ac.id/JPKim/article/view/41173>.

² Pince Salempa, Muhaedah Rasyid, dan Abdul Rauf, "Pengaruh Strategi dalam Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap penguasaan Konsep Kimia dan Sikap Peserta Didik," *Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia* 16, no. 2 (2015): 36–44, <https://ojs.unm.ac.id/chemica/article/view/4556>.

penguasaan konsep kimia.^{3,4} Pendekatan STEAM relevan karena mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika melalui aktivitas pemecahan masalah kontekstual. Integrasi tersebut berpotensi membantu siswa memahami konsep kimia secara lebih utuh serta menggunakannya untuk merancang solusi terhadap persoalan nyata sesuai karakteristik materi dan kebutuhan belajar siswa.

Penguasaan konsep kimia perlu menjadi perhatian karena tidak hanya mencakup kemampuan mengingat informasi, tetapi juga menjelaskan, menerapkan, menganalisis, dan menghubungkan konsep pada situasi berbeda. PBL memberikan ruang bagi siswa membangun pengetahuan melalui masalah autentik, diskusi, penyelidikan, dan penyusunan solusi sehingga pembelajaran tidak berhenti pada penerimaan informasi dari guru. Manurung menunjukkan bahwa modul kimia umum berbasis PBL berpengaruh terhadap penguasaan konsep mahasiswa pada materi stoikiometri, terutama kemampuan menerapkan, menganalisis, dan menciptakan.⁵ Temuan tersebut memperkuat penggunaan PBL sebagai model pembelajaran yang mendukung pengembangan pemahaman konseptual secara aktif. Pengembangan PBL pada tingkat sekolah menengah perlu diarahkan melalui pendekatan yang lebih kontekstual agar siswa memperoleh pengalaman belajar yang dekat dengan permasalahan kehidupan nyata, mendorong keterlibatan aktif, serta memperkuat pemahaman konsep secara terarah.

Konsep mol merupakan materi kimia penting sekaligus menantang karena menghubungkan jumlah zat dengan massa, jumlah partikel, volume, molaritas, persamaan reaksi, dan pereaksi pembatas. Kompleksitas tersebut menyebabkan siswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna besaran serta hubungan antarkonsep yang digunakan. Virgiawan et al. menemukan miskonsepsi pada seluruh konsep target materi mol, dengan persamaan reaksi sebagai konsep bermiskonsepsi tertinggi sebesar 86,49%, sedangkan Sholehah menunjukkan bahwa konsep mol dan pereaksi pembatas mengalami

³ Dara Cyntia Safitri dan Andromeda, "Development of E-Module for Electrolyte and Nonelectrolyte Solution Based on Problem Based Learning Integrated with STEAM for SMA/MA," *Journal of Educational Sciences* 7, no. 2 (2023): 202–212, <https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/view/320>.

⁴ R. Rafiuddin, Arniah Dali, dan La Ode RusdiAnton, "Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep pada Materi Pokok Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan," *Jurnal Riset Pendidikan Kimia* 8, no. 2 (2018): 1–10, <https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jrpk/article/view/10290>.

⁵ Hisar Marulitua Manurung, "Pengaruh Modul Kimia Umum Berbasis Problem Based Learning (PBL) terhadap Penguasaan Konsep Mahasiswa pada Materi Stoikiometri," *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 12, no. 1 (2021): 82–90, <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/quantum/article/view/10278>.

miskonsepsi yang dapat direduksi melalui pembelajaran perubahan konseptual.^{6,7} Temuan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran konsep mol membutuhkan strategi yang mengaktifkan pengetahuan awal, menghadirkan masalah kontekstual, dan memberi kesempatan siswa menguji pemahamannya. Strategi berorientasi pemecahan masalah penting untuk membantu siswa membangun hubungan konseptual secara bertahap, bermakna, dan berkelanjutan.

Kesulitan pada materi mol berkaitan dengan kualitas pengalaman belajar dan sumber belajar yang digunakan siswa, terutama ketika materi disajikan melalui prosedur hitung tanpa konteks. Kondisi tersebut dapat menghambat penerapan konsep pada situasi baru, sementara contoh yang kurang tepat berpotensi memperkuat pemahaman keliru. Karimatunnisa' dan Aloysius melaporkan potensi miskonsepsi pada berbagai sumber belajar stoikiometri SMA, termasuk konsep mol, volume molar, besaran dan satuan, persamaan reaksi, serta rumus empiris dan molekul, sedangkan Sulalah dan Suyono menunjukkan bahwa strategi POGIL dapat menurunkan miskonsepsi konsep mol dan pereaksi pembatas melalui kegiatan remediasi.^{8,9} Temuan tersebut menunjukkan perlunya aktivitas yang memungkinkan siswa mengamati masalah, mengajukan dugaan, mengolah informasi, dan memeriksa kembali hasil pemikirannya. PBL berbasis STEAM menjadi alternatif karena mengintegrasikan penyelidikan masalah dengan penerapan lintas disiplin untuk menghasilkan solusi ilmiah, logis, kontekstual, dan tepat.

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa integrasi PBL dan pendekatan lintas disiplin dapat memperkuat hasil pembelajaran, tetapi kajian khusus mengenai PBL berbasis STEAM terhadap penguasaan konsep kimia siswa masih perlu diperluas. Budiyo, Husna, dan Wildani menemukan bahwa PBL terintegrasi STEAM dapat mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dengan mempertimbangkan pemahaman konsep siswa, sedangkan Putri et al. melaporkan peningkatan hasil belajar kognitif kimia melalui

⁶ Wira Virgiawan et al., "Profil Miskonsepsi Siswa SMA Negeri di Kota Bandung pada Materi Konsep Mol Menggunakan Tes Diagnostik Two-Tier Berbasis Piktorial," *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia* 8, no. 2 (2020): 55–63, <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/article/view/52297>.

⁷ Sayyidah Sholehah, "Reduksi Miskonsepsi dengan Model Pembelajaran Conceptual Change pada Konsep Stoikiometri," *UJCEd: UNESA Journal of Chemical Education* 3, no. 3 (2014): 161–168, <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/9759>.

⁸ Karimatunnisa' dan Heru Pratomo Aloysius, "Identifikasi Miskonsepsi Konsep Stoikiometri pada Sumber Belajar Kimia SMA," *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia* 8, no. 2 (2023): 102–110, <https://journal.student.uny.ac.id/index.php/jrpk/article/view/20632>.

⁹ Anis Sulalah dan Suyono, "Implementasi Strategi Pogil untuk Mereduksi Miskonsepsi pada Materi Stoikiometri Kelas X di SMAN 1 Kandangan," *Unesa Journal Of Chemical Education* 3, no. 3 (2014): 187–192, <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/9763>.

penerapan PBL berbasis STEAM.^{10,11} Namun, penelitian tersebut belum menjelaskan secara spesifik pengaruh PBL berbasis STEAM yang dipadukan dengan aktivitas Labirin terhadap penguasaan konsep kimia siswa. Celah tersebut menjadi dasar pengembangan pembelajaran dengan karakteristik aktivitas yang lebih interaktif, bertahap, kolaboratif, dan beragam. Penelitian ini bertujuan memberikan bukti empiris mengenai efektivitas integrasi PBL berbasis STEAM dan Labirin dalam meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa.

Pendekatan Labirin merupakan singkatan dari pembelajaran Seru, Interaktif, dan Unik yang dirancang memperkaya pelaksanaan PBL berbasis STEAM melalui pengalaman belajar visual, auditori, dan kinestetik. Aktivitas visual diwujudkan melalui gambar, fenomena, model, atau simulasi, sedangkan aktivitas auditori dikembangkan melalui diskusi, presentasi, dan penjelasan antarsiswa. Penelitian Tairas et al. menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar, sedangkan kajian Zidan, Khamidah, dan Silfianah menegaskan potensinya mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas pemecahan masalah.^{12,13} Aktivitas kinestetik melalui praktikum dan kegiatan langsung membantu siswa menghubungkan konsep dengan pengalaman konkret serta memperkuat pemahaman. Kombinasi tersebut diharapkan menjadikan pembelajaran kimia lebih menarik sekaligus membantu siswa membangun, menguji, dan menerapkan pemahaman secara utuh, konsisten, serta terukur.

Penelitian ini berfokus pada penerapan *Problem Based Learning* berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin untuk meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa pada materi konsep mol. Pembelajaran tersebut dirancang untuk memberikan pengalaman belajar yang seru, interaktif, dan unik melalui kegiatan visual, auditori, serta kinestetik yang terintegrasi dengan proses pemecahan masalah. Apakah penerapan *Problem Based Learning* berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin efektif terhadap penguasaan konsep kimia siswa? Apakah terdapat perbedaan penguasaan konsep kimia siswa sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis STEAM dengan pendekatan

¹⁰ Agus Budiyo, Hotimatul Husna, dan Arin Wildani, "Pengaruh Penerapan Model PBL Terintegrasi Steam terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Ditinjau dari Pemahaman Konsep Siswa," *Edusains* 12, no. 2 (2020): 166–176, <https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains/article/view/13248>.

¹¹ Isma Yanti Vitarisma Sukirno Putri et al., "Penerapan Model PBL Berbasis Steam untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik," *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 12, no. 1 (2021): 106–117, <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/quantum/article/view/10116>.

¹² Nelson Tairas et al., "Building Bridges: How Integrated STEM with Problem-Based Learning Can Enhance Student Critical Thinking and Learning Outcomes in Chemistry," *JPSI: Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 12, no. 3 (2024): 597–613, <https://jurnal.usk.ac.id/JPSI/article/view/38253>.

¹³ Muhammad Rifqi Zidan, Umi Nur Khamidah, dan Ifah Silfianah, "Integration of STEAM Approach in Chemistry Learning to Develop Higher Order Thinking Skills (HOTS): Literature Review," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia* 14, no. 3 (2025): 20–39, <https://jpk.fkip.unila.ac.id/v2/article/view/37>.

Labirin? Seberapa besar peningkatan penguasaan konsep kimia siswa setelah mengikuti pembelajaran *Problem Based Learning* berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin? Penelitian ini diarahkan untuk memperoleh bukti empiris mengenai efektivitas pendekatan tersebut sebagai alternatif pembelajaran yang dapat meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa secara lebih aktif, kontekstual, dan bermakna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen semu (*quasi-experimental*) dan desain *pretest-posttest control group design* untuk menguji efektivitas PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin terhadap penguasaan konsep mol. Penelitian dilaksanakan pada tahun ajaran 2025/2026 di SMA di Lahat selama delapan jam pelajaran, meliputi enam jam pembelajaran serta dua jam *pretest* dan *posttest*. Menurut Sugiyono, eksperimen semu digunakan untuk menguji pengaruh perlakuan ketika peneliti tidak dapat melakukan pengacakan subjek secara penuh.¹⁴ Subjek berjumlah 60 siswa kelas X, terdiri atas kelas A sebagai kelompok eksperimen dan kelas B sebagai kelompok kontrol, masing-masing 30 siswa, dipilih secara *purposive* berdasarkan ketersediaan guru dan persetujuan sekolah. Kesetaraan kedua kelompok diperiksa melalui *pretest*, sedangkan variabel bebas berupa model pembelajaran dan variabel terikat berupa penguasaan konsep kimia.

Instrumen penelitian berupa tes penguasaan konsep mol yang terdiri atas delapan soal pilihan ganda dan dua soal uraian, kemudian diujicobakan kepada 30 siswa dari kelas lain. Data hasil uji coba dianalisis untuk menentukan validitas dan reliabilitas instrumen sebelum digunakan dalam penelitian. Menurut Arikunto, instrumen perlu disusun dan diuji agar mampu menghasilkan data sesuai tujuan penelitian serta memiliki kualitas pengukuran yang memadai.¹⁵ Kelompok eksperimen mengikuti sintaks PBL terintegrasi STEAM dan prinsip Labirin melalui orientasi masalah kontekstual, pengorganisasian kelompok beranggotakan 4-5 siswa, penyelidikan, diskusi, simulasi visual, pengembangan karya, presentasi, serta evaluasi, sedangkan kelompok kontrol mengikuti pembelajaran konvensional melalui ceramah, tanya jawab, penjelasan konsep, dan latihan soal. Menurut

¹⁴ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D* (Bandung: Alfabeta, 2019).

¹⁵ Suharsimi Arikunto, *Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal* (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2002).

Fathurrohman, PBL mengarahkan siswa belajar melalui masalah, penyelidikan, pemecahan masalah, penyajian hasil, dan refleksi terhadap proses pembelajaran.¹⁶

Data penguasaan konsep dikumpulkan melalui *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah seluruh pembelajaran selesai, kemudian peningkatan dihitung berdasarkan selisih skor serta nilai *N-gain*. Nilai *N-gain* dihitung dengan rumus $(\text{posttest} - \text{pretest}) / (100 - \text{pretest})$ dan dikategorikan tinggi ($\geq 0,70$), sedang ($0,30 < 0,70$), serta rendah ($< 0,30$). Menurut Sudaryono, analisis data kuantitatif perlu disesuaikan dengan tujuan penelitian, karakteristik data, dan persyaratan analisis yang digunakan.¹⁷ Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro-Wilk dan homogenitas menggunakan Levene, sedangkan *paired sample t-test* digunakan untuk menganalisis perubahan penguasaan konsep pada setiap kelompok. Selanjutnya, *independent sample t-test* digunakan untuk menguji perbedaan peningkatan antara kelompok eksperimen dan kontrol pada taraf signifikansi 0,05, sesuai prinsip Ghozali bahwa pengujian statistik harus mempertimbangkan asumsi dan teknik analisis yang tepat.¹⁸

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil *pretest* menunjukkan rata-rata penguasaan konsep kelompok PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin sebesar 25,52 dengan simpangan baku 12,7, sedangkan kelompok konvensional sebesar 31,97 dengan simpangan baku 14,6. Kedua kelompok menunjukkan tingkat penguasaan konsep awal yang rendah sehingga pembelajaran diberikan setelah kondisi awal siswa diketahui melalui tes. Selisih rata-rata awal sebesar 6,45 poin menunjukkan kelompok kontrol memiliki skor sedikit lebih tinggi, tetapi perbedaan tersebut belum mencerminkan keberhasilan perlakuan karena pengukuran dilakukan sebelum intervensi. Kondisi awal tersebut menjadi dasar untuk menginterpretasikan perubahan penguasaan konsep setelah pembelajaran pada kedua kelompok. Hasil *pretest* juga menunjukkan bahwa konsep mol menjadi tantangan bagi siswa, sehingga diperlukan pengalaman belajar yang membantu menghubungkan besaran, simbol, prosedur perhitungan, dan makna kimia secara lebih bermakna.

¹⁶ Muhammad Fathurrohman, *Model-Model Pembelajaran Inovatif: Alternatif Desain Pembelajaran yang Menyenangkan* (Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2017).

¹⁷ Sudaryono, *Metode Penelitian Pendidikan* (Jakarta: Prenada Media, 2016).

¹⁸ Imam Ghozali, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 26*, Cet. 10. (Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2021).

Hasil *posttest* menunjukkan peningkatan penguasaan konsep setelah pembelajaran, dengan kelompok PBL berbasis STEAM melalui pendekatan Labirin memperoleh rata-rata 62,70 dan simpangan baku 20,7. Kelompok konvensional memperoleh rata-rata 57,03 dengan simpangan baku 24,4 sehingga terdapat selisih capaian sebesar 5,67 poin antara kedua kelompok. Peningkatan tersebut mencapai 37,18 poin pada kelompok eksperimen dan 25,06 poin pada kelompok kontrol berdasarkan perbandingan rata-rata *pretest* dan *posttest*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua pembelajaran mampu meningkatkan penguasaan konsep siswa setelah diberikan perlakuan. Kelompok PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin menunjukkan perkembangan penguasaan konsep yang lebih besar dibandingkan pembelajaran konvensional, sehingga memberikan indikasi awal terhadap efektivitas pendekatan tersebut.

Tabel 1 memperlihatkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* kedua kelompok sehingga arah perubahan penguasaan konsep dapat diamati secara jelas. Rata-rata dan simpangan baku menunjukkan bahwa skor setelah perlakuan lebih beragam, terutama pada kelompok kontrol dengan simpangan baku 24,4. Variasi tersebut menunjukkan bahwa respons siswa terhadap pembelajaran tidak sepenuhnya seragam sehingga diperlukan analisis inferensial untuk memastikan signifikansi perbedaan peningkatan. Hasil uji prasyarat menunjukkan data penguasaan konsep berdistribusi normal berdasarkan Shapiro–Wilk dengan $p > 0,05$ dan memiliki varians homogen berdasarkan uji Levene dengan $p > 0,05$. Pemenuhan kedua asumsi tersebut menunjukkan bahwa data memenuhi persyaratan penggunaan uji-t parametrik untuk menganalisis perubahan penguasaan konsep dan perbedaan peningkatan antarkelompok secara tepat.

Tabel 1. Deskripsi Nilai Pretest dan Posttest Penguasaan Konsep

Kelompok	n	Pretest (Mean $\pm$ SD)	Posttest (Mean $\pm$ SD)
PBL + STEAM + Labirin	30	25,52 $\pm$ 12,7	62,70 $\pm$ 20,7
Konvensional	30	31,97 $\pm$ 14,6	57,03 $\pm$ 24,4

Perhitungan *N-gain* menunjukkan bahwa kelompok PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin memperoleh rata-rata 0,52, sedangkan kelompok konvensional memperoleh rata-rata 0,39. Kedua nilai tersebut termasuk kategori sedang, tetapi kelompok eksperimen menunjukkan peningkatan relatif lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol. Selisih *N-gain* sebesar 0,13 menunjukkan adanya tambahan peningkatan penguasaan konsep pada kelompok eksperimen, meskipun capaian kedua kelompok belum mencapai kategori tinggi. Penggunaan *N-gain* mempertimbangkan skor awal siswa sehingga perbandingan peningkatan tidak hanya didasarkan pada nilai *posttest*, tetapi juga perubahan kemampuan

setelah pembelajaran. Temuan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan penguasaan konsep berkaitan dengan aktivitas pembelajaran yang mendorong siswa mengolah informasi, memecahkan masalah, menguji gagasan, menghubungkan konsep, serta menerapkannya pada situasi yang relevan.

Uji *paired sample t-test* menunjukkan bahwa penguasaan konsep mengalami peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen maupun kelompok kontrol dengan nilai $p < 0,05$ setelah pembelajaran dilaksanakan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua bentuk pembelajaran sama-sama memberikan perubahan positif terhadap kemampuan siswa dalam memahami konsep mol. Namun, peningkatan pada kelompok PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin lebih tinggi dibandingkan kelompok konvensional berdasarkan perbedaan skor dan nilai *N-gain* yang diperoleh. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa perlakuan eksperimen memberikan kontribusi tambahan melalui aktivitas pembelajaran yang mengintegrasikan pemecahan masalah, kolaborasi, penyelidikan, dan penerapan konsep secara kontekstual. Penerapan PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin terbukti berpotensi lebih efektif dalam meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa dibandingkan pembelajaran konvensional.

Uji *independent sample t-test* menunjukkan bahwa perbedaan peningkatan penguasaan konsep antara kelompok eksperimen dan kontrol signifikan pada taraf 0,05, dengan peningkatan kelompok eksperimen lebih tinggi. Temuan tersebut memberikan bukti inferensial bahwa perbedaan capaian tidak hanya tampak secara deskriptif, tetapi juga mencerminkan perbedaan efektivitas pembelajaran. Secara substantif, PBL membantu siswa mengembangkan penguasaan konsep melalui masalah, penyelidikan, diskusi, dan penyusunan solusi berdasarkan informasi yang diperoleh. Proses tersebut relevan dengan karakteristik konsep mol yang menghubungkan jumlah zat, massa, volume, jumlah partikel, molaritas, dan persamaan reaksi sehingga memerlukan pemahaman antarkonsep. Integrasi PBL, STEAM, dan Labirin dapat menjadi strategi pembelajaran yang lebih kuat daripada pembelajaran konvensional dalam mengatasi kesulitan konseptual siswa secara aktif dan kontekstual.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin meningkatkan penguasaan konsep lebih tinggi daripada pembelajaran konvensional, ditunjukkan oleh *N-gain* 0,52 dibandingkan 0,39 dan perbedaan peningkatan yang signifikan. Temuan tersebut dapat dijelaskan melalui karakter PBL yang menempatkan masalah sebagai pemicu belajar, sehingga siswa tidak sekadar menerima rumus konsep mol,

tetapi mencari informasi, mendiskusikan hubungan antarbesaran, dan menentukan solusi. Wulandari et al. juga menunjukkan bahwa PBL berpengaruh positif terhadap penguasaan konsep kimia, dengan hasil uji-t yang mendukung keunggulan kelompok PBL pada materi redoks.¹⁹ Kesamaan temuan menunjukkan bahwa keterlibatan siswa dalam penyelidikan dapat memperkuat pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang aktif. Hasil tersebut memperluas bukti bahwa PBL relevan diterapkan pada materi kimia yang menuntut pemahaman hubungan antarkonsep dan kemampuan menyelesaikan masalah secara sistematis.

Keunggulan kelompok eksperimen juga berkaitan dengan integrasi STEAM yang memperluas pemecahan masalah melalui sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika secara terpadu. Siswa tidak hanya menemukan jawaban, tetapi diarahkan merepresentasikan masalah, memilih informasi, melakukan perhitungan, menyusun rancangan, dan menyampaikan hasil secara kreatif. Nisa, Indiati, dan Sugiyanti menemukan bahwa PBL terintegrasi STEAM berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif serta menunjukkan keterkaitan pemahaman konsep awal dengan capaian berpikir kreatif siswa.²⁰ Temuan tersebut mendukung bahwa integrasi STEAM dapat menciptakan pengalaman belajar yang mendorong penggunaan konsep secara aktif melalui aktivitas pemecahan masalah yang kontekstual. Keterkaitan antardisiplin penting pada konsep mol karena siswa perlu memadukan pemahaman kimia dengan penalaran matematis untuk menentukan jumlah zat dan hubungan kuantitatif dalam persamaan reaksi secara tepat.

Peningkatan penguasaan konsep yang lebih besar pada kelompok eksperimen dapat dipahami melalui aktivitas Labirin yang memberikan pengalaman belajar seru, interaktif, dan unik melalui tujuh komponen, yaitu seru berpikir, seru bergerak, interaktif manusia-Tuhan, manusia-alam, manusia-manusia, merdeka bermain, dan merdeka berekspresi. Aktivitas tersebut membuat pembelajaran tidak berhenti pada penjelasan verbal, tetapi melibatkan kegiatan berpikir, bergerak, berdiskusi, bereksplorasi, dan mengomunikasikan gagasan secara aktif. Zaliani et al. menegaskan bahwa integrasi lintas disiplin berpotensi mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas pemecahan masalah

¹⁹ Yustina Putri Wulandari et al., "Penerapan Problem-Based Learning pada Materi Kimia untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik," *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia* 9, no. 1 (2026): 1–10, <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/daltonjurnal/article/view/21703>.

²⁰ Novia Lairia Ainun Nisa, Intan Indiati, dan Sugiyanti, "Efektivitas Model Project Based Learning Terintegrasi Steam terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif ditinjau dari Kemampuan Penalaran Matematis," *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 7, no. 6 (2025): 720–728, <https://journal.upgris.ac.id/index.php/imajiner/article/view/21474>.

yang aktif dan kontekstual.²¹ Prinsip tersebut sejalan dengan karakter Labirin yang memberikan pengalaman beragam sehingga siswa dapat menghubungkan konsep abstrak dengan representasi dan tindakan konkret. Kondisi tersebut membantu mengurangi ketergantungan pada hafalan rumus serta mendorong terbentuknya pemahaman konsep mol yang lebih bermakna, kontekstual, dan berkelanjutan.

Materi konsep mol membutuhkan strategi yang mengatasi kecenderungan siswa memahami prosedur hitung tanpa memahami makna konsep yang mendasarinya secara utuh. Aktivitas PBL berbasis STEAM dan Labirin memberi kesempatan siswa menghadapi masalah, mengidentifikasi informasi, melakukan perhitungan, memeriksa hasil, serta menjelaskan alasan atas solusi yang dipilih. Penelitian Suswati menunjukkan bahwa pendekatan tersebut dapat meningkatkan penguasaan konsep, sedangkan Kiswanto juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah mendukung kemampuan menerapkan dan menganalisis konsep.^{22,23} Temuan tersebut relevan dengan hasil penelitian ini karena peningkatan skor tidak hanya menunjukkan kemampuan memperoleh jawaban, tetapi juga perkembangan proses pemaknaan konsep melalui penyelesaian masalah. Pembelajaran yang menempatkan konsep sebagai alat menyelesaikan masalah lebih sesuai dengan tuntutan penguasaan konsep dibandingkan pembelajaran yang dominan berorientasi pada latihan algoritmik dan hafalan rumus.

Interaksi manusia-Tuhan, manusia-alam, dan manusia-manusia dalam pendekatan Labirin memperluas pengalaman belajar dari aspek kognitif menuju pembentukan sikap, tanggung jawab, dan kepedulian terhadap lingkungan. Diskusi kelompok memberi kesempatan siswa membandingkan cara berpikir, mengoreksi kesalahan, dan membangun kesepakatan, sedangkan hubungan manusia-alam membantu mengaitkan konsep kimia dengan persoalan lingkungan dan kehidupan sehari-hari. PBL berbasis STEAM juga dilaporkan mampu mengintegrasikan pemecahan masalah dengan aktivitas kolaboratif sehingga mendukung pencapaian hasil belajar yang lebih baik. Pengalaman sosial dan kontekstual tersebut membantu siswa menguji pemahaman melalui pertanyaan dan

²¹ Suci Rahmah Zalianti et al., "Pembelajaran Kimia dengan Pendekatan Stem (Science, Technology, Engeneering, and Mathematics) sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa: Systematic Literature Review," *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 11, no. 2 (2026): 880–894, <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/63676>.

²² Umi Suswati, "Penerapan Problem Based Learning (PBL) Meningkatkan Hasil Belajar Kimia," *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan* 1, no. 3 (2021): 127–136, <https://jurnalp4i.com/index.php/teaching/article/view/444>.

²³ M. Saltiar Kiswanto, "Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) sebagai Upaya untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa pada Materi Stoikiometri di Kelas X.5 SMAN 2 Gunung Putri," *Sindoro: Cendikia Pendidikan* 16, no. 10 (2025): 131–140, <https://cibangsa.com/index.php/sindoro/article/view/4068>.

tanggapan teman sebelum menyusun jawaban akhir secara lebih tepat. Proses tersebut penting karena miskonsepsi konsep mol dapat bertahan ketika siswa hanya menerima prosedur tanpa kesempatan memeriksa, membandingkan, dan mengevaluasi konsistensi pemikirannya secara mandiri.

Komponen merdeka bermain dan merdeka berekspresi memberikan kesempatan siswa mencoba strategi, menyusun representasi, serta menyampaikan solusi tanpa bergantung pada satu pola jawaban. Kebebasan yang tetap diarahkan oleh masalah dan tujuan pembelajaran dapat memperkuat keterlibatan siswa karena mereka memiliki ruang memilih cara bekerja, berdiskusi, dan menyajikan hasil secara kreatif. Penelitian Sari et al. menunjukkan bahwa model tersebut berpengaruh signifikan terhadap kemampuan siswa ketika dipadukan dengan pemahaman konsep yang memadai, sehingga aktivitas eksplorasi dan kreativitas relevan bagi pembelajaran konseptual.²⁴ Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kebebasan tersebut tidak menghilangkan arah pembelajaran karena seluruh aktivitas tetap mengikuti tahapan PBL dan tujuan penguasaan konsep mol. Unsur bermain dan berekspresi berfungsi sebagai penguat pengalaman belajar yang aktif dan bermakna, bukan aktivitas tambahan yang terpisah dari pencapaian akademik siswa.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi PBL berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin untuk meningkatkan penguasaan konsep kimia pada materi konsep mol melalui pengalaman belajar yang seru, interaktif, dan unik. Penelitian terdahulu lebih banyak menguji PBL terhadap penguasaan konsep, PBL terintegrasi STEAM terhadap kemampuan berpikir atau hasil belajar, serta STEAM terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi, sedangkan integrasi PBL, STEAM, dan Labirin pada materi konsep mol belum didukung bukti empiris yang memadai. Kontribusi penelitian tidak hanya terletak pada model pembelajaran, tetapi juga pengorganisasian aktivitas kognitif, sosial, spiritual, eksploratif, dan ekspresif dalam satu alur pembelajaran berbasis masalah. Hasil *N-gain* sebesar 0,52 dan perbedaan peningkatan yang signifikan menunjukkan bahwa integrasi tersebut berpotensi menjadi alternatif pembelajaran kimia yang lebih aktif dan kontekstual. Temuan ini mengisi kesenjangan penelitian melalui desain pembelajaran multidimensi yang menghubungkan penguasaan konsep dengan pengalaman belajar sistematis, relevan, aplikatif, dan sesuai kebutuhan siswa.

²⁴ Selvi Novita Sari et al., "Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Literasi Sains Siswa pada Mata Pelajaran IPA Biologi Kelas VII di SMP Negeri 37 Samarinda," *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi* 5, no. 4 (2025): 629–641, <https://www.e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/biocaster/article/view/629>.

KESIMPULAN

Penerapan *Problem Based Learning* berbasis STEAM dengan pendekatan Labirin terbukti lebih efektif meningkatkan penguasaan konsep kimia siswa pada materi konsep mol dibandingkan pembelajaran konvensional. Rata-rata *pretest* kelompok eksperimen meningkat dari 25,52 menjadi 62,70 pada *posttest*, sedangkan kelompok kontrol meningkat dari 31,97 menjadi 57,03, dengan peningkatan masing-masing sebesar 37,18 dan 25,06 poin. Nilai *N-gain* kelompok eksperimen sebesar 0,52 dan kelompok kontrol sebesar 0,39, keduanya berkategori sedang, tetapi selisih 0,13 menunjukkan peningkatan relatif yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen. Hasil *paired sample t-test* menunjukkan peningkatan penguasaan konsep yang signifikan pada kedua kelompok dengan $p < 0,05$, sedangkan *independent sample t-test* menunjukkan perbedaan peningkatan antarkelompok yang signifikan pada taraf 0,05. Temuan tersebut menegaskan bahwa integrasi PBL, STEAM, dan Labirin dapat menjadi alternatif pembelajaran kimia yang lebih aktif, interaktif, kontekstual, dan bermakna untuk memperkuat penguasaan konsep mol siswa secara lebih optimal.

Keefektifan pembelajaran tersebut berkaitan dengan karakter PBL yang mendorong siswa memecahkan masalah, melakukan penyelidikan, berdiskusi, mengembangkan solusi, dan mengevaluasi hasil belajar, sedangkan integrasi STEAM membantu menghubungkan konsep kimia dengan penalaran matematis, teknologi, rekayasa, dan kreativitas. Pendekatan Labirin memperkuat proses tersebut melalui pengalaman belajar yang seru, interaktif, dan unik dengan melibatkan aktivitas berpikir, bergerak, berdiskusi, bereksplorasi, bermain, serta berekspresi secara terpadu. Karakteristik tersebut relevan dengan materi konsep mol yang menuntut pemahaman hubungan jumlah zat, massa, jumlah partikel, volume, molaritas, dan persamaan reaksi, bukan sekadar menghafalkan rumus. Meskipun *N-gain* sebesar 0,52 masih berkategori sedang, strategi ini menghasilkan peningkatan yang lebih tinggi dan signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional sehingga berpotensi menjadi alternatif pembelajaran kimia yang aktif, kontekstual, dan bermakna. Temuan tersebut mengisi kesenjangan penelitian melalui integrasi PBL, STEAM, dan Labirin sebagai desain pembelajaran multidimensi yang memadukan aspek kognitif, sosial, eksploratif, dan ekspresif untuk mendukung penguasaan konsep kimia siswa secara optimal.

REFERENSI

- Arikunto, Suharsimi. *Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal*. Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2002.
- Budiyono, Agus, Hotimatul Husna, dan Arin Wildani. "Pengaruh Penerapan Model PBL

- Terintegrasi Steam terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Ditinjau dari Pemahaman Konsep Siswa.” *Edusains* 12, no. 2 (2020): 166–176.
<https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains/article/view/13248>.
- Fathurrohman, Muhammad. *Model-Model Pembelajaran Inovatif: Alternatif Desain Pembelajaran yang Menyenangkan*. Yogyakarta: Ar-Ruzz Media, 2017.
- Ghozali, Imam. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS 26*. Cet. 10. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro, 2021.
- Karimatunnisa’, dan Heru Pratomo Aloysius. “Identifikasi Miskonsepsi Konsep Stoikiometri pada Sumber Belajar Kimia SMA.” *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia* 8, no. 2 (2023): 102–110.
<https://journal.student.uny.ac.id/index.php/jrpk/article/view/20632>.
- Kiswanto, M. Saltiar. “Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) sebagai Upaya untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa pada Materi Stoikiometri di Kelas X.5 SMAN 2 Gunung Putri.” *Sindoro: Cendikia Pendidikan* 16, no. 10 (2025): 131–140.
<https://cibangsa.com/index.php/sindoro/article/view/4068>.
- Manurung, Hisar Marulitua. “Pengaruh Modul Kimia Umum Berbasis Problem Based Learning (PBL) terhadap Penguasaan Konsep Mahasiswa pada Materi Stoikiometri.” *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 12, no. 1 (2021): 82–90.
<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/quantum/article/view/10278>.
- Nisa, Novia Lairia Ainun, Intan Indiati, dan Sugiyanti. “Efektivitas Model Project Based Learning Terintegrasi Steam terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif ditinjau dari Kemampuan Penalaran Matematis.” *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika* 7, no. 6 (2025): 720–728.
<https://journal.upgris.ac.id/index.php/imajiner/article/view/21474>.
- Putri, Isma Yanti Vitarisma Sukirno, Apriani Sulu Parubak, Nelly Gultom, dan Murthihapsari. “Penerapan Model PBL Berbasis Steam untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik.” *QUANTUM: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains* 12, no. 1 (2021): 106–117.
<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/quantum/article/view/10116>.
- Rafiuddin, R., Arniah Dali, dan La Ode RusdiAnton. “Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Berbasis Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep pada Materi Pokok Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan.” *Jurnal Riset Pendidikan Kimia* 8, no. 2 (2018): 1–10.
<https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/jrpk/article/view/10290>.
- Safitri, Dara Cyntia, dan Andromeda. “Development of E-Module for Electrolyte and Nonelectrolyte Solution Based on Problem Based Learning Integrated with STEAM for SMA/MA.” *Journal of Educational Sciences* 7, no. 2 (2023): 202–212.
<https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/view/320>.
- Salempa, Pince, Muhaedah Rasyid, dan Abdul Rauf. “Pengaruh Strategi dalam Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap penguasaan Konsep Kimia dan Sikap Peserta Didik.” *Jurnal Ilmiah Kimia dan Pendidikan Kimia* 16, no. 2 (2015): 36–44.
<https://ojs.unm.ac.id/chemica/article/view/4556>.
- Sari, Selvi Novita, Vandalita Maria Magdalena Rambitan, Masitah, Sri Purwati, dan Suparno Putera Makkadafi. “Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terintegrasi STEAM terhadap Literasi Sains Siswa pada Mata Pelajaran IPA Biologi

- Kelas VII di SMP Negeri 37 Samarinda.” *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi* 5, no. 4 (2025): 629–641. <https://www.e-journal.lp3kamandanu.com/index.php/biocaster/article/view/629>.
- Sholehah, Sayyidah. “Reduksi Miskonsepsi dengan Model Pembelajaran Conceptual Change pada Konsep Stoikiometri.” *UJCEd: UNESA Journal of Chemical Education* 3, no. 3 (2014): 161–168. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/9759>.
- Sudaryono. *Metode Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Prenada Media, 2016.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Sulalah, Anis, dan Suyono. “Implementasi Strategi Pogil untuk Mereduksi Miskonsepsi pada Materi Stoikiometri Kelas X di SMAN 1 Kandangan.” *Unesa Journal Of Chemical Education* 3, no. 3 (2014): 187–192. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/journal-of-chemical-education/article/view/9763>.
- Suswati, Umi. “Penerapan Problem Based Learning (PBL) Meningkatkan Hasil Belajar Kimia.” *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan* 1, no. 3 (2021): 127–136. <https://jurnalp4i.com/index.php/teaching/article/view/444>.
- Tairas, Nelson, Das Salirawati, Suyanta, Eli Rohaeti, dan Maria Outi Haatainen. “Building Bridges: How Integrated STEM with Problem-Based Learning Can Enhance Student Critical Thinking and Learning Outcomes in Chemistry.” *JPSI: Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 12, no. 3 (2024): 597–613. <https://jurnal.usk.ac.id/JPSI/article/view/38253>.
- Virgiawan, Wira, Nahadi, Ali Kusrijadi, Wiwi Siswaningsih, dan Triannisa Rahmawati. “Profil Miskonsepsi Siswa SMA Negeri di Kota Bandung pada Materi Konsep Mol Menggunakan Tes Diagnostik Two-Tier Berbasis Piktorial.” *Jurnal Riset dan Praktik Pendidikan Kimia* 8, no. 2 (2020): 55–63. <https://ejournal.upi.edu/index.php/JRPPK/article/view/52297>.
- Wiragasari, Palupi, Sulistyio Saputro, dan Budi Utami. “Pengaruh Model Pembelajaran Problem-Based Learning terhadap Penguasaan Konsep dan Sikap Ilmiah Siswa pada Pembelajaran Kimia Reaksi Redoks Kelas X MIPA SMA Negeri 7 Surakarta Tahun Pelajaran 2018/2019.” *Jurnal Pendidikan Kimia* 10, no. 2 (2021): 117–122. <https://jurnal.uns.ac.id/JPKim/article/view/41173>.
- Wulandari, Yustina Putri, Yasinta Klaudia Mei, Natalia Christin Alci Tamur, dan Anastasia Welerubun. “Penerapan Problem-Based Learning pada Materi Kimia untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik.” *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia* 9, no. 1 (2026): 1–10. <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/daltonjurnal/article/view/21703>.
- Zalianti, Suci Rahmah, Adia Heriana Putri, Novia Siska, dan Dian Rifa Audina. “Pembelajaran Kimia dengan Pendekatan Stem (Science, Technology, Engeneering, and Mathematics) sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa: Systematic Literature Review.” *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar* 11, no. 2 (2026): 880–894. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/view/63676>.
- Zidan, Muhammad Rifqi, Umi Nur Khamidah, dan Ifah Silfianah. “Integration of STEAM Approach in Chemistry Learning to Develop Higher Order Thinking Skills (HOTS):

Literature Review.” *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia* 14, no. 3 (2025): 20–39. <https://jpk.fkip.unila.ac.id/v2/article/view/37>.