

Cultivating Problem-Solving in Undergraduate Chemistry Teachers: A Review of Pedagogical Strategies and Curriculum Design

Fandi Ahmad¹, Nur Indah Sari²

Universitas Negeri Makassar^{1,2}

fandi.ahmad@unm.ac.id¹, nur.indah.sari@unm.ac.id²

Corresponding Author: Fandi Ahmad, E-mail: fandi.ahmad@unm.ac.id

ABSTRACT

The development of problem-solving skills in prospective chemistry teachers is a fundamental aspect of education. This study aims to review pedagogical strategies and curriculum design that cultivate problem-solving in undergraduate chemistry teachers. This literature review uses three main steps: 1) Comprehensive Search Strategy to identify relevant studies related to pedagogical strategies and curriculum design; 2) Screen and Select Relevant Studies based on criteria relevant to problem-solving development; and 3) Synthesize and Analyze Findings to systematically combine and interpret selected data to produce a deeper and more comprehensive understanding. The results of the literature review indicate: 1) Effective pedagogical strategies include computer-based learning, guided inquiry, and context-based learning. 2) Curriculum designs such as innovative teaching programs, vocational learning, and laboratory curricula by integrating technology. Collaborative curriculum models and virtual learning systems based on constructivism are essential. Pedagogical strategies and holistic curriculum designs that focus on developing critical and adaptive individuals are essential to equip prospective chemistry teachers with complex problem-solving skills.

KEYWORDS

Problem solving skills; Undergraduate Chemistry Teachers; Pedagogical Strategies; Curriculum Design; literature review

ARTICLE DOI:

<https://doi.org/10.53696/venn.v4i3.360>

A. Pendahuluan

Lingkungan pendidikan modern memegang peran krusial dalam peningkatan keterampilan pemecahan masalah (*problem-solving skills*) bagi mahasiswa calon guru kimia, bukan hanya sebagai indikator keberhasilan akademis semata, tetapi sebagai fondasi bagi kesiapan profesional di berbagai bidang, terutama dalam sains dan teknologi yang menuntut kemampuan adaptasi dan inovasi yang berkelanjutan (Wahyudiati, 2021; Li, 2024). Sejalan dengan perubahan paradigma dalam pendidikan kimia dari pembelajaran hafalan ke pendekatan aplikatif, kurikulum modern menekankan kemampuan mahasiswa dalam menerapkan pengetahuan teoretis untuk memecahkan masalah praktis (Purba et al., 2021). Keterampilan ini menjadi indikator penting kualitas lulusan dan relevansi mereka di dunia kerja. Oleh karena itu, pengembangan keterampilan pemecahan masalah pada calon guru kimia menjadi sangat penting, mengingat peran mereka sebagai garda depan dalam melaksanakan tranformasi generasi penerus yang kompeten dan inovatif, serta mampu mengimplementasikan metode pengajaran yang efektif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik abad ke-21 (Redhana, 2019).

Sistem pembelajaran kimia di tingkat pendidikan tinggi seringkali masih didominasi oleh pendekatan konvensional yang berfokus pada hafalan dan pengumpulan informasi, dan kurang memberikan ruang bagi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis dan

sintesis, pemikiran kritis, pemecahan masalah, inovasi, dan kemampuan kolaborasi (Wiyarsi et al., 2020; Li, 2024). Dampaknya, banyak calon guru kimia yang belum mampu secara optimal menghubungkan teori kimia dengan permasalahan praktis, serta kurang memiliki kompetensi dalam membimbing peserta didik untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah yang komprehensif. Problematika ini diperparah oleh kurangnya implementasi strategi pedagogis inovatif dan desain kurikulum yang responsif terhadap tuntutan kompetensi di era industri 4.0 (Mian et al., 2020).

Salah satu pendekatan untuk memperkuat keterampilan pemecahan masalah mahasiswa yaitu dengan melibatkan penerapan mata kuliah yang dirancang untuk mengembangkan ketajaman pemecahan masalah sebelum mempelajari konsep kimia yang komprehensif (Genyea, 1983; Weaver et al., 2016). Metode pembelajaran aktif, seperti pembelajaran berbasis proyek kolaboratif dan pemberian studi kasus membantu mengembangkan pemahaman konsep kimia yang lebih praktis dan mendalam (Li, 2024). Selain itu, Mengintegrasikan strategi pemecahan masalah ke dalam kurikulum meningkatkan kemampuan penalaran mahasiswa (Mahaffy et al., 2018). Kombinasi pendidikan interdisipliner dan pembelajaran melalui pengalaman memberikan pemahaman yang lebih holistik tentang pemecahan masalah keberlanjutan, serta memungkinkan mahasiswa untuk mampu memahami dan menyelesaikan soal yang rumit secara efektif (Li, 2024). Sejalan dengan peningkatan keterampilan pemecahan masalah, integrasi teknologi berkelanjutan ke dalam program pendidikan sangat penting untuk mempersiapkan peserta didik dalam mengatasi tantangan lingkungan (Astuti et al., 2020; Ginzburg et al., 2019; Mitarlis et al., 2023).

Peningkatan keterampilan pemecahan masalah harus ditekankan dalam pembelajaran kimia baik di sekolah menengah maupun pendidikan guru yang mengembangkan pemikiran peserta didik terkait dengan aktivitas kehidupan nyata karena hal tersebut menjanjikan untuk meningkatkannya keterampilan pemecahan masalah mahasiswa (Wiyarsi et al., 2020; Etokeren et al., 2019; Franestian et al. 2020; Ho, 2019). Meskipun fokus pada pemecahan masalah akademik, mahasiswa sering mengalami kesulitan saat menerapkan pengetahuan mereka pada skenario dunia nyata, menyoroti kesenjangan yang berasal dari terbatasnya kesempatan untuk melatih pemecahan masalah dalam konteks otentik. Menjembatani kesenjangan ini membutuhkan kurikulum yang mengintegrasikan aplikasi dunia nyata, memungkinkan peserta didik untuk mentransfer pengetahuan teoritis ke dalam solusi praktis dan meningkatkan adaptabilitas mahasiswa (Gitterman, 1988; Plieninger et al., 2020; Rusmin et al., 2024). Mengintegrasikan metode pengajaran modern, seperti diskusi kelompok yang difasilitasi dan *flipped classroom* telah menunjukkan peningkatan keterlibatan mahasiswa dan retensi pengetahuan (Mansour et al., 2018). Oleh karena itu, untuk meningkatkan relevansi pendidikan kimia, penyesuaian pada konten dan pedagogi sangat penting, melalui eksperimen yang bersumber pada skenario kehidupan nyata terbukti sangat efektif selama tahun 1980-an (Asli et al., 2023). Pembelajaran kontekstual sangat penting untuk diintegrasikan ke dalam pembelajaran kimia untuk menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi mahasiswa (Purwanto et al., 2022).

Penelitian terkini dalam pendidikan kimia menunjukkan pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered learning*), seperti pembelajaran berbasis masalah (*Problem-based Learning*), pembelajaran berbasis proyek (*Project-based Learning*), dan pembelajaran kolaboratif (*Collaborative Learning*) dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah peserta didik secara signifikan. Namun, implementasi pendekatan-pendekatan ini memerlukan pemahaman yang mendalam tentang prinsip pedagogis yang mendasarinya. Selain itu, kemampuan untuk merancang kurikulum yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan konteks pembelajaran kimia memerlukan kajian lebih lanjut (James & LaDue, 2021; Ralph et al., 2022).

Tinjauan literatur ini bertujuan menganalisis strategi pengajaran dan kurikulum yang efektif untuk mengembangkan kemampuan pemecahan masalah bagi mahasiswa calon guru kimia. Kemampuan pemecahan masalah ini penting agar calon guru dapat menghubungkan konsep-konsep kimia dengan berbagai disiplin ilmu (*interdisciplinary knowledge*), seperti fisika, biologi, matematika, dan teknik. Dengan demikian mahasiswa perlu memiliki pemahaman luas dan mendalam, serta mampu menerapkan pengetahuannya untuk memecahkan masalah kompleks yang melibatkan berbagai aspek.

Selain itu, keterampilan pemecahan masalah juga melibatkan kemampuan untuk berpikir kreatif dan inovatif. Guru kimia perlu mampu menghasilkan ide-ide baru dan solusi-solusi yang tidak konvensional untuk masalah-masalah yang dihadapi. Hal ini memerlukan lingkungan pembelajaran yang kondusif bagi eksplorasi, eksperimen, dan pengambilan risiko. Oleh karena itu, desain kurikulum perlu memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan kreativitas dan inovasi mereka, misalnya melalui proyek-proyek penelitian atau kompetisi ilmiah. Aspek lain yang tidak kalah penting adalah kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif, baik secara lisan maupun tulisan. Guru kimia perlu mampu menjelaskan konsep-konsep kimia yang kompleks dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa, serta mampu mengkomunikasikan hasil penelitian atau solusi masalah secara jelas dan ringkas. Oleh karena itu, kurikulum perlu mencakup pelatihan keterampilan komunikasi yang memadai, seperti presentasi, penulisan laporan, dan diskusi kelompok.

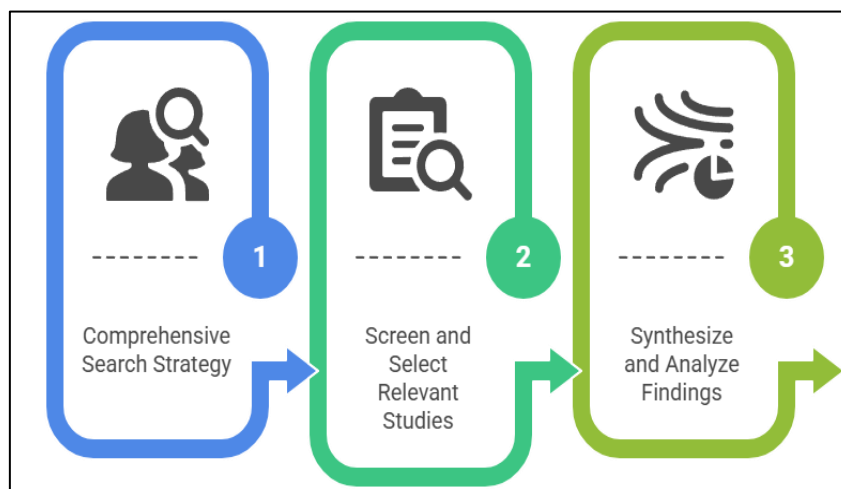
Teknologi berperan dalam pengembangan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa dengan menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih interaktif, menarik, dan personal seperti, simulasi komputer, video pembelajaran, dan platform daring dapat digunakan untuk memvisualisasikan konsep-konsep kimia yang abstrak, memberikan umpan balik yang cepat dan akurat, serta memfasilitasi kolaborasi dan komunikasi antara mahasiswa. Dengan demikian, tinjauan literatur ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif dan mendalam tentang berbagai strategi pedagogis dan desain kurikulum yang efektif dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah pada calon guru kimia. Hasil tinjauan ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi para pembuat kebijakan, pengembang kurikulum, dan guru kimia dalam meningkatkan kualitas pendidikan kimia dan mempersiapkan guru kimia yang kompeten dan inovatif untuk menghadapi tantangan-tantangan abad ke-21.

Guna memberikan Batasan yang jelas pada literatur review ini, maka dirumuskan pertanyaan penelitian berikut

1. Apa saja strategi pedagogis spesifik yang efektif dalam mengembangkan keterampilan pemecahan masalah calon guru kimia?
2. Bagaimana berbagai desain kurikulum mempengaruhi pengembangan kemampuan pemecahan masalah pada calon guru kimia?

B. Metodologi

Penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi penerapan pemecahan masalah yang berfokus pada strategi pedagogis dan desain kurikulum Pendidikan kimia dalam kajian metode dan tahun. Penelitian ini adalah studi literatur tentang penelitian pendidikan sains. Artikel-artikel dipilih dari jurnal menggunakan analisis sistematis *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis* (O'Dea et al., 2021; Indah & Ahmad, 2025). Pendekatan penelitian terdiri dari berbagai tahapan, yaitu: 1) Strategi Pencarian Komprehensif; 2) Penyaringan dan Pemilihan Studi Relevan; dan 3) Sintesis dan Analisis Temuan. Langkah-langkah dalam penelitian dijelaskan secara rinci pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses Literatur Review

1) Comprehensive Search Strategy

Tahap ini melibatkan identifikasi set kata kunci yang spesifik dan komprehensif, basis data yang relevan, dan istilah pencarian yang disempurnakan. Ini mencakup konsep inti yaitu *problem-solving skills* dan *chemistry higher education*, strategi pedagogis yaitu *active learning*, *inquiry-based learning*, serta desain kurikulum atau *curriculum development*, *instructional design*. Pencarian dilakukan di beberapa basis data akademik seperti ERIC, Scopus, Web of Science, PubMed, dan Google Scholar, serta memanfaatkan pustaka pribadi, dengan mengakses kata kunci atau simbol pemotongan untuk mengoptimalkan kueri. Setelah itu, pencarian akan dieksekusi secara sistematis, dan semua hasil, basis data yang digunakan, istilah pencarian, serta filter yang diterapkan dicatat dengan cermat.

2) Screen and Select Relevant Studies

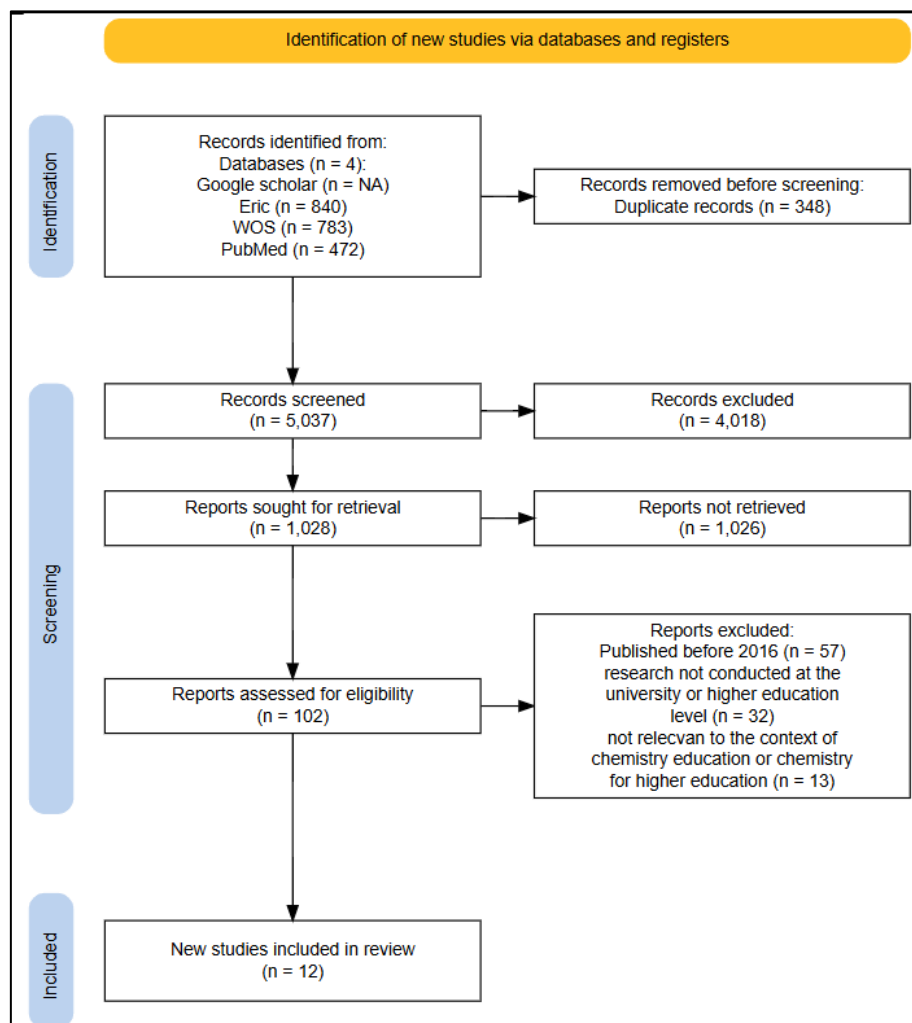
Setelah strategi pencarian komprehensif selesai dan telah mengumpulkan kumpulan artikel potensial dari berbagai basis data, maka dilakukakan tahap 2 yaitu Penyaringan dan Pemilihan Studi Relevan. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memilih studi yang paling relevan dan berkualitas tinggi yang secara langsung menjawab pertanyaan penelitian. Proses ini dimulai dengan penyaringan awal berdasarkan judul dan abstrak dari setiap artikel yang ditemukan, Kemudian artikel-artikel yang lolos tahap awal akan dievaluasi secara lebih mendalam dengan membaca teks lengkapnya. Pada tahap ini, kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Studi literatur ini berfokus pada pendidikan tinggi, menggunakan metodologi kuantitatif, atau dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir, dan diterapkan secara ketat. Pada tahap ini, keputusan penyaringan dan alasan di balik inklusi atau eksklusi suatu artikel menggunakan diagram alir dalam bentuk diagram PRISMA untuk menunjukkan jumlah artikel yang disaring, yang dikecualikan, dan yang akhirnya dimasukkan dalam tinjauan, sehingga memastikan transparansi dan reproduksibilitas proses seleksi.

3) Synthesize and Analyze Findings.

Tahap 3 ini bertujuan menggabungkan dan menginterpretasikan data yang telah dipilih secara sistematis guna menghasilkan pemahaman yang lebih dalam dan menyeluruh. Proses sintesis dimulai dengan mengorganisir data yang telah diekstraksi, mengelompokkan studi berdasarkan tema umum yang muncul, metodologi yang serupa, atau temuan berulang yang signifikan. Hal ini membantu dalam mengidentifikasi pola menyeluruh, menyoroti inkonsistensi atau perbedaan antar penelitian, serta mengidentifikasi kesenjangan atau area yang belum banyak diteliti dalam

literatur yang ada. Analisis mendalam kemudian dilakukan untuk menarik kesimpulan yang lebih luas, mengeksplorasi hubungan antar konsep, dan membangun argumen yang koheren yang secara langsung menjawab pertanyaan penelitian.

Jumlah akhir artikel yang akan dianalisis dalam tinjauan sistematis secara detail berdasarkan ketiga tahapan tersebut disajikan melalui Diagram Alir PRISMA (Hebebc1, 2023; O'Dea, 2021) pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penentuan Lietratur

Berdasarkan Gambar 2, terdapat terdapat 12 artikel yang diperoleh dari hasil tinjauan literatur dan memenuhi kriteria analisis yang telah ditentukan. Analisis terhadap tinjauan literatur dilakukan antara Juni hingga Agustus 2025.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Hasil Penelitian

Mengembangkan keterampilan pemecahan masalah pada calon guru kimia sangatlah krusial, mengingat peran vital mereka di masa depan dalam membentuk ilmuwan dan warga negara yang berpengetahuan. Berbagai penelitian secara konsisten menunjukkan bahwa keterampilan ini tidak hanya mendukung prestasi akademik, tetapi juga sangat penting untuk kesuksesan karir. Sayangnya, seringkali fokus perguruan tinggi pada hasil pembelajaran kognitif cenderung mengabaikan pengembangan fundamental keterampilan pemecahan masalah, pengalaman belajar kimia, dan

kemampuan berpikir kritis (Wahyudiati, 2021). Kondisi ini menegaskan perlunya strategi pengajaran yang terencana dan desain kurikulum yang matang untuk membekali calon guru kimia dengan kompetensi penting di abad ke-21 ini (Khlaisang & Songkram, 2019). Beberapa studi menungkap beragam pendekatan dan strategi pengajaran telah terbukti meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dalam kimia dengan mengaitkan pada konteks dunia nyata yang berpusat pada peserta didik, terutama dalam pengaturan laboratorium kimia tingkat lanjut (Quattrucci, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan dasar tersebut mutlak dibutuhkan untuk pengajaran dan pembelajaran yang efektif di bidang STEM (Partanen, 2019; Wiyarsi et al., 2020).

Integrasi teknologi dalam desain pembelajaran dan kurikulum juga dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, seperti pendekatan sistematis terbimbing yang dipadukan dengan aplikasi web interaktif, secara aktif melibatkan mahasiswa dalam pemecahan masalah dan mendorong kemandirian mereka (Agnello et al., 2020). Pemanfaatan teknologi secara strategis, termasuk video dan aktivitas daring, terbukti efektif dalam memperkuat keterampilan pemecahan masalah di kimia organik dan pemecahan masalah numerik dalam pendidikan sains secara umum melalui multimedia interaktif, yang menyediakan jalur pembelajaran yang fleksibel dan menarik (Petersen & Otrell-Cass, 2017; Wıdodo et al., 2023). Selain itu, kurikulum yang dirancang dengan memperhatikan kebutuhan mahasiswa dan tujuan perkuliahan menjadi aspek krusial lain untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah. Kurikulum yang responsif dan berpusat pada peserta didik memberdayakan para pendidik untuk bertindak sebagai perancang kurikulum sehingga tidak hanya bergantung pada buku teks, tetapi juga menciptakan berbagai kesempatan bagi peserta didik untuk menguasai materi yang kompleks (Stehle & Peters-Burton, 2019). Desain kurikulum yang berpusat pada pengembangan kompetensi guru, khususnya bagi calon guru kimia sangat penting membekali pemahaman mereka tentang konten mata pelajaran, strategi pengajaran, dan desain instruksional, yang semuanya secara langsung mendukung penanaman keterampilan pemecahan masalah di kelas mereka kelak (Deng et al., 2024).

Tabel 1 menunjukkan beberapa kajian hasil penelitian yang mengungkap cara efektif untuk mengetahui dan menganalisis tren dan temuan penelitian terkait strategi pedagogis dan desain kurikulum yang dapat mengembangkan keterampilan pemecahan masalah pada mahasiswa

Tabel 1. Temuan Strategi Pedagogis dan Desain Kurikulum untuk Mengembangkan Pemecahan Masalah Calon Guru Kimia

No	Sumber	Strategi Pedagogik	Desain Kurikulum	Dampak Pemecahan Masalah
1	Agnello et al., (2020) Scopus indexed (Q2)	Computer based-learning dan guided-inquiry menggunakan aplikasi berbasis web multiplatform	Metode baru untuk mengajar analisis struktur molekuler kepada mahasiswa tingkat pertama	Pendekatan dan kurikulum yang diterapkan mendorong mahasiswa untuk terlibat aktif dalam pemecahan masalah dan kemandirian mahasiswa meningkat. Pemecahan masalah semacam ini membutuhkan keterampilan praktis dan latihan.
2	Wiyarsi et al., (2020) Sinta indexed (Sinta 2)	Pembelajaran berbasis konteks pada topik vokasi (e.g., petroleum and polimer)	Kurikulum mata kuliah kimia kejuruan untuk calon guru kimia	Keterampilan pemecahan masalah mahasiswa calon guru dalam kategori cukup, khususnya pada indikator menganalisis masalah dan menarik kesimpulan.
3	Bicak et al., (2021) Scopus indexed (Q1)	Mata kuliah praktikum kimia organik yang didesain ulang menggunakan percobaan pemecahan	Kurikulum mata kuliah praktikum kimia organik bagi calon guru	Mendorong keterampilan penalaran ilmiah dan pemecahan masalah eksperimental, khususnya pada indikator perumusan hipotesis dan perencanaan eksperimen

No	Sumber	Strategi Pedagogik	Desain Kurikulum	Dampak Pemecahan Masalah
4	Li (2024) Scopus indexed (Q1)	masalah dan pelajaran video penalaran ilmiah Pembelajaran liputi strategi pedagogik, seperti, <i>hands-on</i> , berbasis konteks, pendidikan interdisipliner, pembelajaran berbasis pengalaman, dan systems-level thinking	Mengintegrasikan <i>sustainable technologies</i> ke dalam framework pendidikan/program rekayasa (teknik)	Memungkinkan mahasiswa untuk memahami sistem yang kompleks dengan lebih efektif, meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kolaborasi.
5	Winarto et al., (2022) Scopus indexed (Q2)	Pendekatan Pengajaran Sains Terpadu, Ethno-SETSaR.	Pendekatan pengajaran sains yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan problem-solving	Meningkatkan keterampilan pemecahan masalah guru pra-jabatan pada kategori menengah dengan menyajikan masalah terkait Etnosains.
6	Deng et al., (2024) Scopus indexed (Q2)	Science instruction and cooperative learning	LBCD Curriculum (<i>Learning by Collaborative Design</i>) model untuk mendukung pengembangan <i>Pedagogical Content Knowledge</i> (PCK) calon guru kimia	Penerapan model kurikulum LBCD secara signifikan berhasil meningkatkan komponen PCK di kalangan calon guru kimia. Pemecahan masalah merupakan komponen penting yang diperhatikan dalam PCK.
7	Khlaisang & Songkram (2019) Scopus indexed (Q1)	Virtual Learning Environment (VLE) pada pendidikan tinggi	Design pembelajaran yang efektif untuk pembelajaran Abad 21 di ASEAN	Research and Development (R&D) VLE mampu meningkatkan keterampilan mahasiswa abad 21, termasuk problem-solving skills dengan: 1) mempelajari berbagai jenis konten online melalui LMS; 2) berpartisipasi dan kolaboratif berkolaborasi dalam kelompok.
8	Petersen, E. M., & Otrell-Cass, K. (2017). Scopus indexed- Proceeding (Q4)	Problem Based Learning (PBL) terintegrasi online <i>teaching</i>	Desain kurikulum dalam bentuk video dan aktivitas online pada mata kuliah kimia organik	Mahasiswa mampu mengembangkan sumber belajar dan keterampilan pemecahan masalah dengan tugas videoed chemistry, online group discussions, externally produced videos, and online forum discussions.
9	Wahyudiati (2021) Sinta indexed (Sinta 2)	Strategi pedagogik untuk mengetahui tingkat pemecahan masalah dan pembelajaran calon guru kimia berdasarkan jenis kelamin dan jenjang kelas	Desain kurikulum kimia pada perguruan tinggi	Keterampilan pemecahan masalah mahasiswa calon guru kimia lebih rendah dibanding pengalaman belajar kimia. Perolehan keterampilan pemecahan masalah Mahasiswa perempuan lebih tinggi dibanding laki-laki, serta terdapat perbedaan perolehan mahasiswa tingkat 3, 2 dan 1.
10	Weaver et al., (2016) Scopus indexed (Q2)	Inquiry-Based/Discovery learning Pada Mata Kuliah Praktikum Sintesis Kimia Organik	Mata kuliah yang dirancang untuk mahasiswa kimia tingkat akhir. Mata kuliah ini diprogramkan sebagai kelas praktikum	Mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, memecahkan masalah, dan menganalisis data di laboratorium melalui tiga tahap proses penelitian: proposal berbasis literatur eksperimen dan analisis, serta

No	Sumber	Strategi Pedagogik	Desain Kurikulum	Dampak Pemecahan Masalah
			kimia organik pada kuartal ketiga, setelah dua kuartal mata kuliah praktikum pengantar dan dua kuartal mata kuliah teori kimia organik yang terkait	mengomunikasikan hasil penelitian melalui presentasi lisan dan laporan tertulis
11	Domenici (2022) Scopus indexed (Q1)	Project-based Learning (PjBL) dioptimalkan dan diuji coba dalam rangka mata kuliah calon guru kimia.	Aktivitas pembelajaran berbasis Proyek STEAM dalam konteks non-ormal yang berfokus pada guru kimia masa depan	Calon guru kimia masa depan mengembangkan keterampilan kerja tim, komunikasi, dan pemecahan masalah melalui perancangan serta implementasi proyek multidisiplin berbasis kimia, yang juga meningkatkan motivasi serta minat mereka dalam mengajar dan belajar kimia dengan memanfaatkan pengetahuan dan kreativitas.
12	Stroumpouli & Tsaparlis, (2022) Scopus indexed (Q2)	Pendekatan konstruktivisme.	Tidak dijelaskan	Mengidentifikasi topik-topik sulit dalam kinetika kimia dan mengenali kesalahan serta miskonsepsi umum di kalangan mahasiswa sehingga mampu meningkatkan keterampilan pemecahan masalah pada mata kuliah kimia fisika.

2. Pembahasan

Pengembangan keterampilan pemecahan masalah bagi calon guru kimia sangat penting untuk mempersiapkan mereka menghadapi kompleksitas pengajaran kimia dan tantangan di dunia nyata. Tabel 1 mengungkap beragam strategi pedagogis dan desain kurikulum yang telah diterapkan untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah, serta dampaknya.

1) Strategi Pedagogis untuk Menumbuhkan Keterampilan Pemecahan Masalah

Berbagai strategi pedagogis telah diterapkan untuk secara langsung mengembangkan keterampilan pemecahan masalah pada calon guru kimia, dan strategi ini memiliki landasan teoritis yang kuat dalam pendidikan dan psikologi kognitif. Tabel 1 mengungkap penggunaan pembelajaran berbasis komputer dan inkuiri terbimbing (Agnello et al., 2020) yang sesuai dengan Teori Beban Kognitif (Wekerle & Kollar, 2020), dimana media digital dapat mengelola beban kognitif dengan menyajikan informasi secara visual dan interaktif, sehingga memudahkan pemrosesan informasi dan pemecahan masalah (Kala & Ayas, 2023). Strategi ini juga didukung oleh pembelajaran yang melibatkan aktivitas Hands-on karena mendorong keterlibatan aktif mahasiswa (Li, 2024). Demikian pula, Pembelajaran Berbasis Konteks yang diaplikasikan oleh Wiyarsi et al. (2020) yang menyatakan bahwa pembelajaran paling efektif terjadi ketika berada dalam konteks autentik dan relevan dengan praktik dunia nyata. Hal ini memungkinkan mahasiswa untuk mentransfer pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh ke situasi masalah yang kompleks. Desain pembelajaran dalam laboratorium kimia organik untuk mendukung keterampilan pemecahan masalah (Bicak et al., 2021) sangat mendukung teori pembelajaran inkuiri dan pengembangan penalaran ilmiah yang krusial bagi calon guru. Pembelajaran berbasis inkuiri ini memungkinkan mahasiswa untuk mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, dan merencanakan eksperimen (Reith & Nehring, 2022).

Lebih lanjut, Strategi Problem Based Learning terintegrasi dengan pengajaran online (Petersen & Otrell-Cass, 2017) dan metodologi Project-based Learning (Domenici, 2022) sangat didukung oleh Teori Konstruktivisme (Valdez & Bungihan, 2019). Hal ini mendorong mahasiswa calon guru untuk membangun pemahaman mereka sendiri melalui penyelesaian masalah dan proyek

nyata. Integrasi instruksi sains dan pembelajaran kooperatif (Deng et al., 2024), serta Lingkungan Belajar Virtual (Khlaissang & Koraneekij, 2019) mengungkap bahwa pembelajaran terjadi melalui interaksi sosial, diskusi, dan kolaborasi, memungkinkan konstruksi pengetahuan dan pengembangan keterampilan interpersonal yang penting untuk pemecahan masalah kolektif. Pembelajaran berbasis inkuiri/penemuan secara langsung berkontribusi pada pengembangan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Weaver et al., 2016). Sementara itu, pendekatan konstruktivisme yang digunakan Stroumpouli & Tsaparlis (2022) mengidentifikasi kesulitan konseptual sangat penting karena berfokus pada metode dalam merekonstruksi pemahaman terkait fenomena ketika mereka dihadapkan pada gagasan yang bertentangan atau miskonsepsi. Secara keseluruhan, berbagai strategi pedagogis berkaitan dengan teori belajar dan pembelajaran serta menyediakan kerangka kerja komprehensif untuk membekali calon guru kimia dengan keterampilan pemecahan masalah yang diperlukan untuk menghadapi kompleksitas pengajaran di masa depan.

2) Desain Kurikulum terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Calon Guru Kimia

Desain kurikulum merupakan fondasi krusial dalam mendukung pengembangan keterampilan pemecahan masalah pada calon guru kimia, karena secara langsung membentuk pengalaman belajar dan lingkungan di mana keterampilan ini diasah. Pendekatan kurikulum modern seringkali mengadopsi prinsip-prinsip konstruktivisme dan pembelajaran berbasis pengalaman, di mana pembelajar secara aktif membangun pemahaman mereka melalui interaksi dengan materi dan lingkungan. Sebagai contoh metode pengajaran baru diperkenalkan pada materi analisis struktur molekuler kepada mahasiswa sarjana tahun pertama (Agnello et al., 2020). Metode ini didukung oleh pembelajaran berbasis komputer dan inkuiri terbimbing, sejalan dengan teori kognitif yang menekankan pemrosesan informasi aktif. Demikian pula, kurikulum mencerminkan teori pembelajaran situasional (*situated learning*) yang menyoroti pentingnya konteks relevan untuk transfer pengetahuan (Wiyarsi et al., 2020). Bicak et al (2021) merancang ulang perkuliahan dalam laboratorium kimia organik terhadap pengembangan keterampilan pemecahan masalah dan penalaran ilmiah yang selaras dengan pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based learning*) dan pembelajaran melalui pengalaman langsung. Selaras dengan itu, hasil penelitian Li (2024) menekankan integrasi teknologi berkelanjutan dalam kerangka pendidikan untuk meningkatkan pemahaman sistem kompleks, berpikir kritis, dan kolaborasi, yang mencerminkan pendekatan pembelajaran autentik dan pendidikan interdisipliner. Selanjutnya, pendekatan pengajaran sains Ethno-SETSaR (Winarto et al., 2022) yang mengangkat masalah terkait etnosains, merupakan contoh pedagogi responsif budaya yang membangun pengetahuan dari latar belakang siswa. Desain kursus laboratorium organik sintesis berbasis inkuiri (Weaver et al., 2016) dan metodologi *Project-based Learning* dalam perkuliahan guru kimia pra-jabatan (Domenici, 2022) yang berfokus pada aktivitas proyek STEAM, keduanya mengakar kuat pada konstruktivisme dan pembelajaran berbasis proyek, mendorong pengembangan pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan analisis data melalui keterlibatan aktif dan relevansi dunia nyata.

Lebih lanjut, desain kurikulum juga berperan dalam memfasilitasi pengembangan keterampilan pemecahan masalah melalui kolaborasi, pemanfaatan teknologi, dan pengembangan profesional guru. Deng et al. (Deng et al., 2024) memperkenalkan model kurikulum *Learning by Collaborative Design* untuk mendukung pengembangan *Pedagogical Content Knowledge* di kalangan calon guru kimia, dengan pemecahan masalah sebagai komponen penting PCK. Hal ini didasarkan pada konstruktivisme sosial, di mana pengetahuan dibangun secara kolektif, dan pentingnya pengetahuan profesional guru. Khlaissang & Koraneekij, (2019) berkontribusi pada desain sistem pembelajaran

efektif untuk abad ke-21 melalui lingkungan belajar virtual, yang selaras dengan teori kognisi terdistribusi dan pentingnya literasi digital dalam pengembangan keterampilan abad ke-21. Hasil penelitian Petersen & Otrell-Cass (2017) mengembangkan desain pengajaran yang mengintegrasikan *Problem Based Learning* dengan aktivitas online, yang mencerminkan teori beban kognitif (*cognitive load theory*) dengan menyediakan berbagai modalitas belajar dan mendukung pembelajaran mandiri. Hal berbeda diungkap oleh penelitian Wahyudiati (2021) mengungkap perbedaan keterampilan pemecahan masalah berdasarkan gender dan tingkat kelas menggarisbawahi pentingnya desain kurikulum yang responsif terhadap keberagaman peserta didik dan mampu menyediakan pengalaman belajar yang inklusif untuk semua. Desain kurikulum yang efektif tidak hanya berfokus pada konten, tetapi juga pada bagaimana pembelajaran diorganisir untuk secara sistematis mengembangkan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam konteks yang relevan dan mendukung.

D. Kesimpulan

Pengembangan keterampilan pemecahan masalah pada calon guru kimia sangat bergantung pada strategi pedagogis dan desain kurikulum yang terencana. Berbagai metode pengajaran, seperti pembelajaran berbasis teknologi, inkuiri terbimbing, kontekstual, dan eksperimen, didukung oleh teori seperti, beban kognitif, inkuiri, dan perubahan konseptual, terbukti efektif dalam memfasilitasi pemrosesan informasi, transfer pengetahuan, penalaran ilmiah, dan koreksi miskonsepsi. Desain kurikulum berupa struktur program harus dirancang untuk memfasilitasi keterampilan pemecahan masalah melalui metode pengajaran konsep yang inovatif, mata kuliah yang relevan, medesain ulang pembelajaran dalam laboratorium, dan integrasi teknologi. Model kurikulum kolaboratif dan sistem pembelajaran virtual, yang berlandaskan konstruktivisme, sangat penting untuk mendorong pembelajaran aktif dan kolaboratif. Selain itu, pengembangan *self-efficacy* dan metakognisi juga menjadi kunci untuk memastikan calon guru memiliki kepercayaan diri dalam merefleksikan proses pemecahan masalah. Implikasi hasil kajian bagi praktek pembelajaran mahasiswa dengan mendorong adopsi metode pengajaran inovatif yang tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan kemampuan berpikir kritis, reflektif, dan adaptif mereka. Penelitian lanjutan disarankan untuk menguji implementasi model kurikulum kolaboratif dan strategi pengembangan *self-efficacy* secara terpadu.

Daftar Pustaka

- Agnello, A., Vanberg, S., Tonus, C., Boigelot, B., Leduc, L., Damblon, C., & Focant, J. F. (2020). Introducing Molecular Structural Analysis Using a Guided Systematic Approach Combined with an Interactive Multiplatform Web Application. *Journal of Chemical Education*, 97(12), 4330-4338.
- Alamina, J. I. Effect of Problem-solving Teaching Technique on Students' Stoichiometry Academic Performance in Senior Secondary School Chemistry in Nigeria.
- Asli, S., Basheer, A., & Hugerat, M. (2023). Acid-Base Chemistry and Societal, Individual, and Vocational Aspects of Students' Learning. *Creative Education*, 14(5), 943. <https://doi.org/10.4236/ce.2023.145060>.
- Astuti, N. H., Rusilowati, A., & Subali, B. (2020). STEM-Based Learning Analysis to Improve Students' Problem-Solving Abilities in Science Subject: a Literature Review [Review of STEM-Based Learning Analysis to Improve Students' Problem Solving Abilities

- in Science Subject: a Literature Review]. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 79. State University of Semarang. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.38505>.
- Bicak, B. E., Borchert, C. E., & Höner, K. (2021). Measuring and fostering preservice chemistry teachers' scientific reasoning competency. *Education Sciences*, 11(9), 496.
- Boser, R. A. (1993). The Development of Problem Solving Capabilities in Pre-service Technology Teacher Education. *Journal of Technology Education*, 4(2), 12-29.
- Deng, F., Xiao, C., Jia, F., Tian, P., & Zhu, J. (2024). Developing Chemistry Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) through the Learning by Collaborative Design (LBCD) Curriculum Model. *Journal of Baltic Science Education*, 23(4), 615-631.
- Domenici, V. (2022). STEAM project-based learning activities at the science museum as an effective training for future chemistry teachers. *Education Sciences*, 12(1), 30.
- Etokeren, I. S., Ibemenji, K.-A. G., & Alamina, J. I. (2019). Effect of Problem-solving Teaching Technique on Students' Stoichiometry Academic Performance in Senior Secondary School Chemistry in Nigeria. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 1. <https://doi.org/10.9734/ajarr/2019/v4i330110>.
- Franestian, I. D., Suyanta, S., & Wiyono, A. (2020). Analysis problem solving skills of student in Junior High School. *Journal of Physics Conference Series*, 1440(1), 12089. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012089>.
- Genyey, J. (1983). Improving students' problem-solving skills: a methodical approach for a preparatory chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 60(6), 478. <https://doi.org/10.1021/ed060p478>.
- Ginzburg, A. L., Check, C., Hovekamp, D. P., Sillin, A. N., Brett, J., Eshelman, H. V., & Hutchison, J. E. (2019). Experiential Learning to Promote Systems Thinking in Chemistry: Evaluating and Designing Sustainable Products in a Polymer Immersion Lab. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2863. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00336>.
- Gitterman, A. (1988). *Teaching Students to Connect Theory and Practice*. Social Work with Groups, 11, 33. https://doi.org/10.1300/j009v11n01_03
- Hebebcı, M. T. (2023). A systematic review of experimental studies on STEM education. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 9(1), 56-73.
- Hidayatulloh, R., Suyono, S., & Azizah, U. (2020). Development of stem-based chemistry textbooks to improve students' problem solving skills. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*, 4(3), 308-318.
- Ho, F. M. (2019). Turning Challenges into Opportunities for Promoting Systems Thinking through Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2764. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00309>.

- Ijirana, I., Aminah, S., Supriadi, S., & Poba, D. (2021). Ability of Chemistry Problem Solving of Senior High School Students in Palu Sulawesi Tengah. *Jurnal Akademika Kimia*, 10(2), 64. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2021.v10.i2.pp64-71>.
- Indah, N. I. S., & Ahmad, F. (2025). Exploring the Wilcoxon Test in Science Education: A Literature Review of Empirical Research. *Indonesian Journal of Educational Science (IJES)*, 7(2), 158-169.
- James, N. M., & LaDue, N. D. (2021). Pedagogical reform in an introductory chemistry course and the importance of curricular alignment. *Journal of chemical education*, 98(11), 3421-3430.
- Kala, N., & Ayas, A. (2023). Effect of instructional design based on cognitive load theory on students' performances and the indicators of element interactivity. *Journal of Turkish Science Education*, 20(3), 468-489.
- Khlaisang, J., & Songkram, N. (2019). Designing a virtual learning environment system for teaching twenty-first century skills to higher education students in ASEAN. *Technology, Knowledge and Learning*, 24(1), 41-63.
- Li, X. (2024). Innovative Integration of Sustainable Technologies in Educational Programs: Fostering Freshwater Production and Environmental Preservation Awareness. *Heliyon*, 10(19). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37978>
- Mahaffy, P. G., Krief, A., Hopf, H., Mehta, G., & Matlin, S. A. (2018). Reorienting chemistry education through systems thinking. *Nature Reviews Chemistry*, 2(4), 0126.
- Mansour, M. J., Shadafan, S. F. A., Abu-Sneineh, F. T., & AlAmer, M. (2018). Integrating Patient Safety Education in the Undergraduate Nursing Curriculum: A Discussion Paper. *The Open Nursing Journal*, 12(1), 125. <https://doi.org/10.2174/1874434601812010125>
- Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting universities for sustainability education in industry 4.0: Channel of challenges and opportunities. *Sustainability*, 12(15), 6100.
- Mitarlis, M., Azizah, U., & Yonata, B. (2023). The integration of green chemistry principles in basic chemistry learning to support achievement of Sustainable Development Goals (SDGs) through education. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 233-254. <https://doi.org/10.3926/jotse.1892>
- Mistry, N., & Shahid, N. (2021). Design and delivery of virtual inquiry-based organic chemistry experiments. *Journal of chemical education*, 98(9), 2952-2958.
- O'Dea, R. E., Lagisz, M., Jennions, M. D., Koricheva, J., Noble, D. W., Parker, T. H., ... & Nakagawa, S. (2021). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses in ecology and evolutionary biology: a PRISMA extension. *Biological Reviews*, 96(5), 1695-1722.

- Partanen, L. (2020). How student-centred teaching in quantum chemistry affects students' experiences of learning and motivation—a self-determination theory perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 79-94.
- Petersen, E. M., & Otrell-Cass, K. (2017). Strengthening problem solving skills in organic chemistry: Videos and online activities for active learning in engineering education. In *THE ASSOCIATION OF VISUAL PEDAGOGY CONFERENCE (AVPC) 2017 AT AALBORG UNIVERSITY, DENMARK* (pp. 138-142). Dafolo Forlag A/S.
- Plieninger, T., Fagerholm, N., & Bieling, C. (2020). How to run a sustainability science research group sustainably? *Sustainability Science*, 16(1), 321. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00857-z>.
- Purba, S., Iskandar, A., Khalik, M. F., Syam, S., Purba, P. B., Saputro, A. N. C., ... & Chamidah, D. (2021). *Landasan Pedagogik: Teori dan Kajian*. Yayasan Kita Menulis.
- Purwanto, A., Rahmawati, Y., Rahmayanti, N., Mardiah, A., & Amalia, R. (2022). Socio-critical and problem-oriented approach in environmental issues for students' critical thinking skills development in Chemistry learning. *Journal of Technology and Science Education*, 12(1), 50. <https://doi.org/10.3926/jotse.1341>.
- Quattrucci, J. G. (2018). Problem-based approach to teaching advanced chemistry laboratories and developing students' critical thinking skills. *Journal of Chemical Education*, 95(2), 259-266.
- Ralph, V. R., Scharlott, L. J., Schwarz, C. E., Becker, N. M., & Stowe, R. L. (2022). Beyond instructional practices: Characterizing learning environments that support students in explaining chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(5), 841-875.
- Redhana, I W.. *Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 dalam Pembelajaran Kimia*. Universitas Pendidikan Ganesha.
- Reith, M., & Nehring, A. (2022). Fostering scientific reasoning competencies in undergraduate laboratories using “classical” kinetics experiments. *Journal of Chemical Education*, 99(12), 3915-3922.
- Rusmin, L., Misrahayu, Y., Pongpalilu, F., Radiansyah, R., & Dwiyanto, D. (2024). Critical thinking and problem-solving skills in the 21st century. *Join J. Soc. Sci*, 1(5). <https://doi.org/10.59613/svhy3576>.
- Stehle, S. M., & Peters-Burton, E. E. (2019). Developing student 21st Century skills in selected exemplary inclusive STEM high schools. *International Journal of STEM education*, 6(1), 1-15.
- Stroumpouli, C., & Tsaparlis, G. (2022). Chemistry students' conceptual difficulties and problem solving behavior in chemical kinetics, as a component of an introductory physical chemistry course. *Chemistry Teacher International*, 4(3), 279-296.
- Tóthová, M., & Rusek, M. (2021). Developing students' problem-solving skills using learning tasks: An action research project in secondary school. *Acta Chimica Slovenica*, 68(4), 1016-1026.

- Wahyudiati, D. (2021). Investigating Problem Solving Skills and Chemistry Learning Experiences of Higher Education Base on Gender and Grade Level Differences. *Journal of Science and Science Education*, 2(2), 62. <https://doi.org/10.29303/jossed.v2i2.632>
- Weaver, M. G., Samoshin, A. V., Lewis, R. B., & Gainer, M. J. (2016). Developing Students' Critical Thinking, Problem Solving, and Analysis Skills in an Inquiry-Based Synthetic Organic Laboratory Course. *Journal of Chemical Education*, 93(5), 847. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00678>
- Wekerle, C., & Kollar, I. (2021). Fostering pre-service teachers' situation-specific technological pedagogical knowledge–Does learning by mapping and learning from worked examples help?. *Computers in Human Behavior*, 115, 106617.
- Widodo, W., Mahdiannur, M. A., Suryanti, S., & Choirunnisa, N. L. (2023). Mobile Interactive Multimedia to Assist Prospective Science Teachers Holding Conceptual Understanding in Problem-Solving Electrical Circuits. *TEM Journal*, 12(4).
- Wiyarsi, A., Damanhuri, M. I. M., & Fitriyana, N. (2020). Exploring Pre-Service Chemistry Teachers' Problem-Solving Skills On Vocational Context-Based Learning. *Jurnal Kependidikan Penelitian Inovasi Pembelajaran*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.21831/jk.v4i2.35302>