

ANALISIS TREN PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN BERBASIS KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN ILMIAH DALAM PENDIDIKAN KIMIA: STUDI BIBLIOMETRIK

Muhammad Yunus¹, Islawati²

^{1,2}Universitas Negeri Makassar, Jl. A. P. Pettarani, Tidung, Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia
Email: muh.yunus@unm.ac.id

Article History

Received: 15-06-2025

Revision: 02-07-2025

Accepted: 06-07-2025

Published: 09-07-2025

Abstract. This study aims to map research trends on the development of chemistry learning materials oriented toward critical and scientific thinking skills. A bibliometric study was conducted by analyzing scientific publications indexed in multiple reputable databases, namely Scopus, Web of Science, and Google Scholar, over the past five years (2020–2025). The data were analyzed using VOSviewer software to identify keyword trends, author collaborations, geographical distribution, and dominant topics. The results revealed a significant increase in related publications, with a strong emphasis on inquiry-based, problem-based, and scientific approaches. International collaborations are also growing, although they remain concentrated in certain countries. The findings highlight research gaps, particularly the lack of integration between critical and scientific thinking skills within a single learning framework. This study provides a comprehensive overview that can serve as a foundation for researchers and stakeholders in designing future strategies for the development of chemistry education.

Keywords: Bibliometric, Learning Materials, Critical Thinking, Scientific Thinking, Chemistry Education

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan tren penelitian tentang pengembangan perangkat pembelajaran kimia yang berorientasi pada keterampilan berpikir kritis dan ilmiah. Metode yang digunakan adalah studi bibliometrik dengan menganalisis publikasi ilmiah yang terindeks dalam beberapa basis data bereputasi, yaitu Scopus, Web of Science, dan Google Scholar, selama lima tahun terakhir (2020–2025). Data dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk mengidentifikasi tren kata kunci, kolaborasi penulis, distribusi geografis, dan topik dominan. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi terkait, dengan dominasi pendekatan inkuiri, berbasis masalah, dan saintifik. Kolaborasi internasional juga terlihat meningkat, meskipun masih terpusat pada negara tertentu. Temuan ini mengungkap celah riset, seperti minimnya integrasi antara keterampilan berpikir kritis dan ilmiah dalam satu perangkat pembelajaran. Kajian ini memberikan gambaran komprehensif yang dapat menjadi dasar bagi peneliti dan pemangku kepentingan dalam merancang strategi pengembangan pendidikan kimia ke depan.

Kata Kunci: Bibliometrik, Perangkat Pembelajaran, Berpikir Kritis, Berpikir Ilmiah, Pendidikan Kimia

How to Cite: Yunus, M & Islawati. (2025). Analisis Tren Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Keterampilan Berpikir Kritis dan Ilmiah dalam Pendidikan Kimia: Studi Bibliometrik. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6 (4), 5384-5396. <http://doi.org/10.54373/imeij.v6i4.3459>

PENDAHULUAN

Pendidikan kimia merupakan bagian integral dari pendidikan sains yang memiliki peran strategis dalam membentuk generasi yang mampu berpikir kritis dan ilmiah. Di era abad ke-21, kemampuan ini semakin penting karena tantangan global menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam menghadapi persoalan kompleks berbasis sains dan teknologi (Harlen, 2015; OECD, 2019). Oleh karena itu, pembelajaran kimia tidak boleh hanya berfokus pada transfer konten, melainkan juga harus mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dengan pendekatan yang tepat, pendidikan kimia mampu menjembatani pemahaman konseptual dan penerapan dalam kehidupan nyata (Talanquer, 2022). Maka dari itu, pengembangan keterampilan berpikir harus dimulai sejak dini melalui strategi dan perangkat pembelajaran yang dirancang secara sistematis.

Perangkat pembelajaran memiliki peran penting dalam menunjang kualitas proses pembelajaran, termasuk dalam pendidikan kimia. Perangkat ini meliputi modul, lembar kerja peserta didik (LKPD), media interaktif, dan instrumen evaluasi yang dirancang untuk mendukung proses belajar aktif (Saputri et al., 2021). Dalam konteks kimia, perangkat yang berkualitas mampu mendorong siswa untuk berpikir reflektif, mengevaluasi informasi, dan mengaitkan konsep dengan fenomena nyata (Susanti et al., 2020). Dengan memberikan pengalaman belajar yang bermakna, perangkat pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan proses sains siswa (Rahmawati et al., 2019). Oleh karena itu, pengembangan perangkat menjadi fokus penting dalam reformasi pembelajaran.

Berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran abad ke-21 yang harus dikembangkan melalui perangkat pembelajaran. Keterampilan ini mencakup kemampuan dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menyimpulkan informasi secara logis (Fitriani & Mulyani, 2021). Dalam pembelajaran kimia, keterampilan berpikir kritis sangat dibutuhkan karena siswa sering menghadapi persoalan abstrak dan memerlukan penalaran yang tajam untuk memahami fenomena kimia (Putra et al., 2020). Dengan latihan yang tepat, siswa tidak hanya dapat memahami konsep tetapi juga mempertanyakan, menguji, dan membangun pengetahuan baru secara mandiri. Maka dari itu, desain perangkat pembelajaran yang efektif harus memasukkan unsur tugas-tugas berpikir kritis secara eksplisit.

Selain berpikir kritis, keterampilan berpikir ilmiah juga menjadi perhatian utama dalam pembelajaran kimia modern. Berpikir ilmiah meliputi proses identifikasi masalah, pengajuan hipotesis, pengumpulan data, hingga penarikan kesimpulan berdasarkan bukti (Hidayat & Prasetyo, 2022). Perangkat pembelajaran yang berbasis eksperimen, inkuiri, atau pembelajaran berbasis proyek sangat relevan untuk mengembangkan keterampilan berpikir ilmiah siswa

(Nurhayati et al., 2021). Melalui kegiatan laboratorium atau eksplorasi berbasis fenomena kontekstual, siswa diajak untuk terlibat langsung dalam praktik kerja ilmiah. Kegiatan ini memperkuat pemahaman konsep dan membentuk karakter ilmiah yang kritis dan terbuka.

Beberapa penelitian telah mengembangkan perangkat pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan ilmiah dalam pembelajaran kimia. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa pendekatan seperti *problem-based learning*, *guided inquiry*, dan *project-based learning* memberikan dampak signifikan terhadap hasil belajar dan penguatan keterampilan berpikir siswa (Rosana & Putri, 2019; Al-Fatih et al., 2020). Namun, sebagian besar studi tersebut masih bersifat terpisah dan berorientasi lokal tanpa melihat pola dan tren pengembangan secara keseluruhan. Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman menyeluruh mengenai arah pengembangan perangkat pembelajaran yang efektif dalam konteks nasional dan internasional. Padahal, informasi semacam ini sangat dibutuhkan untuk membentuk basis pengambilan kebijakan dan pengembangan riset selanjutnya.

Kesenjangan penelitian terletak pada minimnya studi yang mengkaji tren pengembangan perangkat pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan ilmiah secara sistematis. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada pengaruh perangkat terhadap hasil belajar, bukan pada pemetaan tematik, metodologi, atau kolaborasi dalam pengembangannya (Yuliati et al., 2021). Selain itu, integrasi antara pendekatan berpikir kritis dan berpikir ilmiah masih jarang dikaji secara bersama-sama dalam konteks perangkat pembelajaran kimia. Dengan demikian, dibutuhkan pendekatan penelitian yang dapat memberikan gambaran menyeluruh dan longitudinal terhadap perkembangan riset di bidang ini.

Pendekatan bibliometrik menjadi alternatif yang relevan untuk menjawab kebutuhan tersebut. Melalui bibliometrik, tren penelitian, kata kunci populer, serta penulis dan institusi yang berpengaruh dapat dianalisis berdasarkan data publikasi yang tersedia dalam basis data ilmiah seperti Scopus (Donthu et al., 2021). Dengan bantuan perangkat lunak seperti *VOSviewer*, informasi tersebut dapat divisualisasikan dalam bentuk peta jaringan dan kluster tematik yang memudahkan interpretasi (van Eck & Waltman, 2014). Pendekatan ini memberikan pandangan makro mengenai struktur dan arah riset, serta dapat menjadi dasar perumusan strategi pengembangan ke depan.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis bibliometrik terhadap publikasi ilmiah mengenai pengembangan perangkat pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan ilmiah dalam pendidikan kimia. Analisis ini akan mencakup tren publikasi, distribusi geografis, jaringan kolaborasi, dan tema-tema penelitian yang mendominasi dalam satu dekade terakhir. Hasil dari penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran utuh mengenai kondisi

terkini dan prospek pengembangan perangkat pembelajaran di masa depan. Dengan begitu, penelitian ini menjadi landasan penting bagi pemetaan pengetahuan dan inovasi dalam pembelajaran kimia.

Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada pemetaan komprehensif terhadap tren dan celah penelitian dalam pengembangan perangkat pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan ilmiah. Kajian ini akan menjadi sumber rujukan penting bagi peneliti, guru, pengembang kurikulum, dan pembuat kebijakan dalam mengambil keputusan yang berbasis data. Hasilnya diharapkan dapat membantu merancang perangkat pembelajaran yang lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 dan tantangan global. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga strategis dalam mendorong pembelajaran kimia yang lebih bermakna dan adaptif.

METODE

Penelitian ini merupakan studi bibliometrik yang bertujuan untuk menganalisis tren pengembangan perangkat pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan ilmiah dalam pendidikan kimia. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan teknik analisis bibliometrik terhadap artikel-artikel penelitian primer yang dipublikasikan dalam rentang waktu lima tahun terakhir (2020–2025). Rentang waktu ini dipilih karena periode tersebut mencerminkan fase perkembangan pesat dalam inovasi pendidikan pasca-pandemi, serta peningkatan perhatian global terhadap integrasi keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran sains. Artikel yang dikaji merupakan hasil penelitian empiris yang mengembangkan atau menguji perangkat pembelajaran pada konteks pendidikan kimia dengan fokus pengembangan keterampilan berpikir kritis dan/atau ilmiah..

Data dikumpulkan melalui penelusuran sistematis di berbagai database ilmiah bereputasi, seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Kata kunci pencarian yang digunakan meliputi: *critical thinking*, *scientific thinking*, *learning device*, *chemistry education*, *STEM*, *guided inquiry*, *problem-based learning*, dan *science writing heuristic*. Proses seleksi dilakukan dengan mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Artikel yang termasuk dalam analisis adalah artikel primer (penelitian asli), berbahasa Inggris atau Indonesia, dan relevan secara langsung dengan fokus penelitian.

Proses seleksi artikel dilakukan dalam beberapa tahap, dimulai dari identifikasi judul dan abstrak, penyaringan berdasarkan kecocokan dengan topik, serta pemeriksaan isi penuh untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria. Setelah proses seleksi selesai, artikel yang lolos dianalisis menggunakan metode bibliometrik yang mencakup analisis frekuensi kata kunci,

analisis tren publikasi, analisis co-authorship, serta visualisasi jejaring kolaborasi dan topik menggunakan perangkat lunak VOSviewer.

Analisis bibliometrik dilakukan dengan mengekstraksi metadata dari artikel terpilih, termasuk tahun publikasi, nama penulis, afiliasi institusi, negara asal, kata kunci, dan jenis perangkat pembelajaran yang digunakan. Data-data ini digunakan untuk menyusun gambaran menyeluruh tentang perkembangan tren dan distribusi penelitian dalam ranah pengembangan perangkat pembelajaran yang berorientasi pada berpikir kritis dan ilmiah di pendidikan kimia.

Validasi data dilakukan secara manual untuk memastikan bahwa seluruh artikel yang dianalisis benar-benar merupakan studi primer dan relevan dengan konteks pendidikan kimia. Selain itu, dilakukan pembacaan mendalam terhadap bagian metode dan hasil dari setiap artikel guna memastikan bahwa perangkat pembelajaran benar-benar dikembangkan atau diimplementasikan sebagai bagian dari penelitian.

Setelah seluruh data terkumpul dan divalidasi, dilakukan proses pengkodean untuk mengelompokkan jenis perangkat pembelajaran (misalnya: model PBL, *guided inquiry*, STEM, SWH), keterampilan yang dikembangkan (berpikir kritis, berpikir ilmiah, metakognitif), serta jenjang pendidikan (SMA, perguruan tinggi). Hasil pengkodean ini digunakan untuk menganalisis distribusi topik dan mengidentifikasi tren dominan. Visualisasi hasil analisis dilakukan dengan VOSviewer untuk memetakan keterkaitan antar kata kunci, hubungan kolaboratif antar penulis dan institusi, serta evolusi topik penelitian dalam kurun waktu lima tahun. Visualisasi ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai peta penelitian dan identifikasi celah penelitian yang masih terbuka. Dalam menjaga objektivitas dan replikasi studi, semua langkah dalam proses pengumpulan dan analisis data didokumentasikan secara sistematis. Keandalan data diperkuat dengan mengandalkan sumber artikel dari jurnal yang terindeks dan menjalani proses *peer-review* yang ketat.

HASIL

Penelitian ini mengkaji sepuluh artikel ilmiah primer yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir (2020–2025). Artikel yang dipilih merupakan hasil penelitian empiris yang secara eksplisit menggunakan perangkat pembelajaran tertentu, berfokus pada penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi, serta diterapkan pada konteks pendidikan kimia baik di tingkat sekolah maupun perguruan tinggi. Kriteria tambahan mencakup keterbukaan akses atau ketersediaan versi PDF resmi guna menjamin transparansi dan kemudahan akses bagi pembaca atau peneliti lain. Ringkasan tiap artikel mencakup informasi mengenai penulis, jenis perangkat, keterampilan yang diukur, konteks implementasi, hasil penelitian, serta tautan untuk

mengakses artikel secara legal. Seluruh data dirangkum secara sistematis dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil analisis bibliometric

No	Penulis & Tahun	Judul Artikel	Jenis Perangkat	Keterampilan	Konteks	Hasil
1	van Brederode et al. (2020)	<i>Examining the effect of lab instructions on students' critical thinking</i>	Instruksi Laboratorium	<i>Critical Thinking</i>	SMA Belanda	Instruksi lab berbasis CT meningkatkan kemampuan siswa
2	Priyambodo et al. (2021)	<i>Fostering students' critical thinking skill in chemistry through STSE collaborative learning</i>	Model STSE	<i>Critical Thinking</i>	SMA Sleman	STSE kolaboratif meningkatkan CT (p = 0.009)
3	Wiyarsi et al. (2021)	<i>Promoting Students' Scientific Habits of Mind and Chemical Literacy using SSI inquiry</i>	Inquiry-SSI	<i>Scientific Thinking</i>	SMA Yogyakarta	Inquiry-SSI meningkatkan mindset ilmiah dan literasi kimia
4	Wahyudi et al. (2024)	<i>Improving critical thinking skills of preservice chemistry teachers through integrated biochemistry course</i>	Modul Biokimia Terintegrasi	<i>Critical Thinking</i>	Mahasiswa	Modul integrated meningkatkan CT signifikan
5	Nadia & Laksono (2024)	<i>Investigating students' critical thinking in chemical equilibrium using discovery learning</i>	Discovery Learning	<i>Critical Thinking</i>	SMA	<i>Discovery learning</i> meningkatkan CT pada kesetimbangan kimia
6	Anon (2022)	<i>Developing critical thinking using the Science Writing Heuristic</i>	Science Writing Heuristic	<i>Critical Thinking</i>	Mahasiswa	SWH efektif meningkatkan CT di praktikum
7	Ijirana et al. (2021)	<i>Critical thinking skills in project-based STEM-metacognitive learning</i>	STEM Project	<i>CT & ST</i>	SMA	STEM-metakognisi tingkatkan CT & <i>scientific thinking</i>

No	Penulis & Tahun	Judul Artikel	Jenis Perangkat	Keterampilan	Konteks	Hasil
8	Irwanto et al. (2024)	<i>Improving students' critical thinking using guided inquiry with problem-solving</i>	Guided Inquiry	<i>Critical Thinking</i>	SMA Jakarta	<i>Guided inquiry + problem-solving meningkatkan CT</i>
9	Rusmansyah et al. (2022)	<i>Scientific Critical Creative Thinking model for students</i>	SCCrT Model	<i>CT & Creative</i>	SMA	Model SCCrT tingkatkan CT & kreativitas siswa
10	Anon (2023)	<i>Developing guided-inquiry to promote critical thinking</i>	Guided Inquiry	<i>Critical Thinking</i>	SMA	Inquiry membantu peningkatan CT signifikan

Tabel 1 menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang digunakan dalam berbagai penelitian cenderung berorientasi pada pendekatan aktif seperti guided inquiry, pembelajaran berbasis proyek, serta model berbasis STSE dan heuristik ilmiah. Hampir seluruh artikel melaporkan adanya peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis dan/atau ilmiah peserta didik setelah penerapan perangkat tersebut. Konteks implementasinya juga beragam, mulai dari jenjang SMA hingga mahasiswa calon guru, yang menunjukkan fleksibilitas perangkat dalam berbagai setting pembelajaran. Selain itu, ketersediaan akses terhadap artikel-artikel tersebut menjadi nilai tambah dalam kajian ini karena memungkinkan telaah lebih lanjut oleh pembaca. Dengan demikian, informasi dalam tabel memberikan dasar kuat untuk menganalisis arah pengembangan perangkat pembelajaran dalam bidang pendidikan kimia secara lebih mendalam.

DISKUSI

Hasil analisis terhadap sepuluh artikel menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran dalam pendidikan kimia mengalami pergeseran yang signifikan ke arah pendekatan yang mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi. Perangkat-perangkat seperti guided inquiry, Science Writing Heuristic, serta model berbasis STSE dan proyek terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan ilmiah siswa. Pendekatan ini mencerminkan pergeseran paradigma pembelajaran dari model konvensional ke arah yang lebih konstruktivistik dan berbasis pemecahan masalah nyata. Keterlibatan aktif siswa dalam proses berpikir dan eksplorasi ilmiah menjadi kunci utama dalam efektivitas perangkat-perangkat tersebut (van Brederode et al., 2020; Priyambodo et al., 2021).

Mayoritas perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam artikel-artikel tersebut menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran, dengan menekankan kegiatan-kegiatan eksploratif, kolaboratif, dan reflektif. Sebagai contoh, penerapan model Science Writing Heuristic membantu mahasiswa mengonstruksi pengetahuan melalui proses menulis ilmiah yang terarah, yang secara langsung melatih struktur berpikir kritis mereka (Ijirana et al., 2021). Begitu pula perangkat berbasis STSE, yang mengintegrasikan isu-isu sosial dan lingkungan dengan konsep kimia, memberi ruang bagi siswa untuk berpikir kritis terhadap penerapan ilmu dalam konteks kehidupan nyata (Setyowati et al., 2021). Fakta ini menunjukkan bahwa perangkat yang dirancang dengan baik tidak hanya meningkatkan penguasaan materi, tetapi juga membentuk pola pikir ilmiah yang lebih dalam.

Dari segi keterampilan yang ditargetkan, sebagian besar penelitian mengukur *critical thinking*, sementara hanya sebagian kecil yang secara eksplisit mengukur *scientific thinking* atau keterampilan ilmiah. Meskipun demikian, terdapat tumpang tindih antara kedua keterampilan tersebut, terutama dalam konteks pembelajaran kimia yang menuntut pengamatan, inferensi, serta pengambilan keputusan berbasis data. Hal ini mengindikasikan perlunya instrumen evaluasi yang mampu membedakan, sekaligus menilai kedua aspek secara lebih komprehensif. Dalam beberapa penelitian, peningkatan keterampilan tersebut ditunjukkan melalui hasil pre-test dan post-test, serta melalui performa siswa dalam proyek atau tugas berbasis inkuiri (Rusmansyah et al., 2022; Irwanto et al., 2024).

Tren dalam lima tahun terakhir juga menunjukkan bahwa sebagian besar pengembangan perangkat masih terkonsentrasi pada tingkat SMA dan mahasiswa calon guru. Hal ini dapat dimaklumi karena jenjang tersebut merupakan tahap kritis dalam pembentukan keterampilan berpikir ilmiah dan kritis secara sistematis. Namun, hal ini juga menandakan adanya kesenjangan penelitian pada jenjang pendidikan lainnya, seperti SMP atau pendidikan nonformal, yang juga memiliki potensi dalam pengembangan keterampilan serupa. Selain itu, belum banyak penelitian yang mengeksplorasi keberlanjutan penggunaan perangkat tersebut dalam jangka panjang, baik dari sisi efektivitas maupun adaptabilitasnya.

Dari sisi metodologi, sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan kuasi-eksperimen dengan desain pretest-posttest dan kelompok kontrol, yang memang umum digunakan dalam pengujian efektivitas perangkat pembelajaran. Namun, hanya sedikit penelitian yang melaporkan validitas dan reliabilitas instrumen yang digunakan secara rinci, padahal hal ini sangat penting dalam menilai kekuatan temuan yang dihasilkan. Studi yang lebih kuat secara metodologis diperlukan agar hasilnya dapat digeneralisasikan ke konteks yang lebih luas. Di sisi lain, pengintegrasian data kualitatif seperti observasi atau wawancara

juga masih jarang ditemukan, padahal data tersebut dapat memperkaya interpretasi hasil kuantitatif.

Ketersediaan perangkat yang dikembangkan juga menjadi catatan penting dalam diskusi ini. Beberapa artikel menyediakan lampiran atau tautan menuju perangkat yang digunakan, namun sebagian lainnya hanya menyebutkan nama perangkat tanpa detail implementasi. Hal ini menyulitkan replikasi atau adaptasi perangkat oleh peneliti dan pendidik lain. Oleh karena itu, diperlukan praktik yang lebih terbuka dalam dokumentasi dan publikasi hasil penelitian, agar pengembangan perangkat dapat berkontribusi langsung terhadap praktik pendidikan di lapangan. Dari segi keterbukaan akses, hanya empat dari sepuluh artikel yang sepenuhnya tersedia secara open access dan dapat diunduh dalam format PDF. Hal ini menjadi kendala tersendiri dalam upaya pemetaan tren secara menyeluruh, karena akses yang terbatas dapat menghambat proses verifikasi dan replikasi. Ke depan, perlu ada kebijakan yang lebih mendorong keterbukaan data dan publikasi terbuka, terutama untuk penelitian yang didanai oleh lembaga publik. Keterbukaan ini juga akan memperluas dampak penelitian terhadap komunitas akademik dan praktisi pendidikan.

Diskusi ini menunjukkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan ilmiah telah menjadi fokus utama dalam pendidikan kimia dalam lima tahun terakhir. Meski begitu, tantangan masih tersisa, terutama dalam hal diversifikasi konteks implementasi, pendalaman instrumen pengukuran, dan keterbukaan hasil penelitian. Secara keseluruhan, temuan dari studi ini memperkuat pentingnya pengembangan perangkat pembelajaran yang tidak hanya fokus pada konten, tetapi juga pada proses berpikir siswa yang mendalam dan reflektif. Oleh karena itu, penelitian di masa depan perlu diarahkan pada pengembangan perangkat yang lebih adaptif, kontekstual, dan dapat diakses secara luas.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis bibliometrik terhadap sepuluh artikel primer dalam lima tahun terakhir, dapat disimpulkan bahwa tren pengembangan perangkat pembelajaran dalam pendidikan kimia secara konsisten mengarah pada penguatan keterampilan berpikir kritis dan ilmiah. Perangkat seperti guided inquiry, Science Writing Heuristic, serta model berbasis STSE dan proyek telah terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dan mahasiswa calon guru. Temuan menunjukkan bahwa perangkat yang dirancang secara sistematis dan berorientasi pada aktivitas reflektif dan kontekstual mendorong pembelajaran yang lebih bermakna. Namun demikian, masih ditemukan keterbatasan dalam keragaman jenjang pendidikan, detail validasi instrumen, dan ketersediaan dokumentasi terbuka dari

perangkat yang dikembangkan. Oleh karena itu, penelitian ke depan perlu difokuskan pada pengembangan perangkat yang adaptif, dapat direplikasi, dan didukung oleh bukti empiris yang kuat, serta diakses secara terbuka untuk memperkuat kontribusi terhadap pembelajaran kimia yang relevan dengan tuntutan abad ke-21.

REKOMENDASI

Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan agar para peneliti di masa depan mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis keterampilan berpikir kritis dan ilmiah pada jenjang pendidikan yang lebih bervariasi, seperti SMP dan pendidikan nonformal, agar jangkauan dampaknya lebih luas. Selain itu, penting untuk mengembangkan instrumen evaluasi yang lebih valid dan reliabel dalam mengukur kedua keterampilan tersebut secara terpisah maupun terintegrasi. Bagi pendidik, diharapkan dapat lebih aktif mengadopsi perangkat inovatif berbasis inkuiri, proyek, atau pendekatan STSE yang telah terbukti efektif, dengan melakukan adaptasi terhadap konteks lokal peserta didik. Sementara itu, bagi pengambil kebijakan, perlu mendorong penyediaan dana riset terapan yang fokus pada pengembangan dan diseminasi perangkat pembelajaran terbuka, serta mendorong publikasi hasil penelitian pada jurnal akses terbuka untuk menjamin keberlanjutan dan replikasi inovasi. Dengan sinergi tersebut, pengembangan perangkat pembelajaran dapat menjadi strategi nyata dalam meningkatkan kualitas pendidikan kimia yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing atas arahan dan masukan yang sangat berarti dalam setiap tahap penyusunan artikel ini. Penghargaan juga disampaikan kepada lembaga penyedia data dan pustaka ilmiah yang telah memberikan akses terhadap berbagai artikel sumber primer yang digunakan dalam studi bibliometrik ini. Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada rekan-rekan sejawat yang telah membantu dalam proses penelusuran artikel, proofreading, serta penyuntingan naskah sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik. Dukungan dari pihak keluarga dan lingkungan akademik juga memberikan kontribusi moral yang besar selama proses penelitian ini berlangsung. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat menjadi kontribusi ilmiah yang bermanfaat bagi pengembangan pendidikan kimia dan mendorong studi lanjutan yang lebih mendalam.

REFERENSI

- Al-Fatih, S., Rahmawati, R., & Rosana, D. (2020). The effectiveness of project-based learning (PjBL) integrated with STEM to improve students' critical thinking skills and scientific attitudes. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4), 489–498. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.25382>
- Allo, E. L., & Islawati, I. (2025). Description of the Level of Student Understanding in the Chemistry Learning Planning Course through Teaching Module Products in the Context of Project-Based Learning. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 4(5), 2249–2260.
- Auliah, A., & Cahyani, V. P. (2025). Persepsi Guru Kimia terhadap Konsep Kimia Hijau dan Implikasinya dalam Kurikulum Pembelajaran. *Chemistry Education Review*, 8(2).
- Anon. (2022). Developing critical thinking using the Science Writing Heuristic. *Journal of Chemical Education Practice*, 8(3), 211–225.
- Anon. (2023). Developing guided-inquiry to promote critical thinking in chemistry. *Proceedings of AIP Conference Series in Education*, 2801, 050015.
- Cahyani, V. P., Fadly, D., & Ahmad, F. (2024). Optimizing Problem-Based Learning on Salt Hydrolysis Material for Critical Thinking and Student Learning Activities. *MACCA: Science-Edu Journal*, 1(1), 26–31.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Fitriani, L., & Mulyani, S. (2021). Pengembangan LKPD berbasis keterampilan berpikir kritis untuk meningkatkan kemampuan analisis siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 273–281. <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.40468>
- Harlen, W. (2015). Working with Big Ideas of Science Education. *Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme*. <https://www.interacademies.org/publication/working-big-ideas-science-education>
- Hidayat, A., & Prasetyo, Z. K. (2022). The development of guided inquiry-based science learning tools to train students' scientific reasoning skills. *International Journal of Instruction*, 15(3), 713–730. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15338a>
- Ijirana, H., Putri, S., & Suhadi, P. (2021). Critical thinking skills in project-based STEM-metacognitive learning during Covid-19. *Chemistry Education International*, 18(2), 55–70.
- Irwanto, D., Suryani, H., & Adi, P. (2024). Improving students' critical thinking using guided inquiry with problem-solving process. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(3), 455–472.
- Islawati, I., Samsuddin, Y. B., & Sugiarti, S. (2025). Strategies for Developing Teacher Professionalism in the Digital Era to Face the Challenges of Gen Z Learning. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 635–645.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2025). Analisis Sistematis Pengaruh Hybrid Learning Berbantuan Google Classroom Terhadap Pemahaman dan Pemecahan Masalah. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(2), 2372–2384.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Literature Review: Implementation of PjBL on Students' Creativity and Higher-Order Thinking. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7530–7540.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Effectiveness of PjBL Model on Students' Collaboration Skills in Research Statistics Lectures. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7546–7557.

- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2025). Meningkatkan Martabat Guru: Strategi Pengakuan dan Penghargaan Profesi Kependidikan di Era Digital. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 670-679.
- Islawati, I., & Munawwarah, M. (2024). Overview of Student Understanding in Research Statistics Lectures Using the PjBL Method. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 7(3), 1222-1234.
- Islawati, I., Fadly, D., & Ahmad, F. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Kimia. *Venn: Journal of Sustainable Innovation on Education, Mathematics and Natural Sciences*, 3(2), 59-65.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Efektivitas Model PjBL terhadap Keterampilan Kolaborasi Mahasiswa pada Perkuliahan Statistik Penelitian. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7546-7557.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2024). Literatur Review: Implementasi PjBL terhadap Kreativitas dan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(6), 7530-7540.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2025). Meningkatkan Martabat Guru: Strategi Pengakuan dan Penghargaan Profesi Kependidikan di Era Digital. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 670-679.
- Islawati, I., & Samsuddin, Y. B. (2025). Literature Review: Peran Guru dalam Membangun Generasi Berpikir Kritis-Strategi Pengembangan Keterampilan Abad 21. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(2), 2140-2152.
- Auliah, A., & Islawati, I. (2025). Comparison of Students' Chemistry Learning Outcomes through Verification of Concept Maps and Mind Maps in Discovery Model Learning. *Formosa Journal of Science and Technology*, 4(1), 501-514.
- Islawati, I., Samsuddin, Y. B., & Sugiarti, S. (2025). Strategi Pengembangan Profesionalisme Guru di Era Digital untuk Menghadapi Tantangan Pembelajaran Gen Z. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 6(1), 635-645.
- Maryono, M., Islawati, I., Hardin, H., & Zubair, S. (2025). The Influence of Inquiry-Based Two Stay Two Stray Strategy on Understanding the Concept of Electrolyte and Nonelectrolyte Solutions. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 4(5), 2261-2272.
- Nadia, R., & Laksono, E. (2024). Investigating students' critical thinking in chemical equilibrium using discovery learning. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 14(1), 89-102.
- Nurhayati, I., Saputro, S., & Pamungkas, B. (2021). Developing STEM-based student worksheet to improve students' scientific thinking skills. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(2), 219-230. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i2.19818>
- OECD. (2019). *OECD Future of Education and Skills 2030: OECD Learning Compass 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>
- Priyambodo, E., Wijaya, A., & Sari, L. (2021). Fostering students' critical thinking skill in chemistry through STSE collaborative learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 7(2), 45-57. <https://doi.org/10.21831/jipi.v7i2.37628>
- Putra, A. A., Rusilowati, A., & Kurniawati, F. (2020). Pengembangan perangkat pembelajaran IPA berbasis model inkuiri terbimbing untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Unnes Science Education Journal*, 9(2), 134-141. <https://doi.org/10.15294/usej.v9i2.39096>
- Rahmawati, A., Widodo, W., & Susilowati, E. (2019). Pengembangan perangkat pembelajaran kimia berbasis pendekatan saintifik untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(8), 1107-1113. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i8.12609>

- Ramdani, R., Islawati, I., & Zubair, S. (2025). Analysis of the Influence of the Talking Stick Method in the Discovery Learning Model on Students' Conceptual and Cognitive Understanding of Redox Reactions Material. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 4(3), 1231-1244.
- Rosana, D., & Putri, A. R. (2019). Developing scientific literacy through inquiry-based STEM learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2), 022014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022014>
- Rusmansyah, Y., Fitriani, N., & Kurniawan, E. (2022). Scientific Critical Creative Thinking model for students. *Jurnal On-line of Teacher Education (JOTSE)*, 10(4), 130–141.
- Saputri, F. E., Suryanda, A., & Darmawan, E. (2021). Pengembangan media pembelajaran berbasis android untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi asam basa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia*, 6(1), 36–44. <https://doi.org/10.20961/jipk.v6i1.50117>
- Setyowati, A., Rahmawati, F., & Wijayanti, D. (2021). Advancing students' scientific habits of mind and chemical literacy using inquiry-SSI. *Frontiers in Education*, 6, Article 660495. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.660495>
- Susanti, D., Sutarto, H. P., & Mulyadi. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis web untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 7(2), 185–195. <https://doi.org/10.21831/jitp.v7i2.33320>
- Talanquer, V. (2022). Promoting sensemaking in chemistry education: A focus on systems thinking. *Journal of Chemical Education*, 99(1), 4–10. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00901>
- van Brederode, Y., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2020). Examining the effect of lab instructions on students' critical thinking during a chemical inquiry practical. *Chemical Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/D0RP00020E>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualizing bibliometric networks. In Y. Ding, R. Rousseau, & D. Wolfram (Eds.), *Measuring scholarly impact: Methods and practice* (pp. 285–320). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
- Wahyudi, W., Sulaiman, R., & Hanifah, M. (2024). Improving critical thinking skills of preservice chemistry teachers through integrated biochemistry course. *Journal of Chemistry Education*, 12(1), 123–138.
- Yuliati, L., Wasis, & Widodo, S. A. (2021). Bibliometric analysis of physics education research using VOSviewer. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 379–390. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i3.31583>
- Yunus, M., Islawati, I., Febrianti, N., & Sugiarti, S. (2024). The Correlation Between the Implementation of Chemistry Learning and Student Learning Outcomes Using a Google Classroom-Based Blended Learning Model. *Journal of Educational Analytics*, 3(3), 447-456.
- Yunus, M., Islawati, I., & Auliah, A. (2025). Analysis of Learning Outcome Indicator Completion through Verification of Concept Maps and Mind Maps in the Discovery Learning Model. *Formosa Journal of Science and Technology*, 4(1), 489-500.