

**METASINTESIS: PENGGUNAAN E-MODULE MATERI BIOLOGI DALAM
PENINGKATAN KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF****Nanah Amanah¹, Zaenal Abidin²**

Pendidikan Biologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Kuningan

e-mail: nanahamanah08@gmail.com

Diterima: 22/12/2025; Direvisi: 05/01/2026; Diterbitkan: 07/01/2026

ABSTRAK

Peningkatan integrasi sumber belajar digital telah membuat e-modul sebagai bahan ajar yang menjanjikan dalam pendidikan biologi untuk mendukung keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kreatif. Meskipun banyak studi empiris melaporkan hasil yang baik, bukti yang ada masih terfragmentasi dan kurang memiliki pemahaman integratif tentang bagaimana e-modul berfungsi di berbagai konteks. Studi ini menggunakan pendekatan metasintesis kualitatif untuk mengintegrasikan temuan dari delapan artikel yang telah direview dan diterbitkan antara tahun 2022 dan 2025. Sintesis ini mengikuti empat tahap yaitu identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi. Studi yang dipilih meneliti penggunaan e-modul biologi di berbagai jenjang pendidikan dan fungsi dalam pembelajaran. Data dianalisis secara kualitatif dan interpretatif untuk mengidentifikasi penggunaan e-module materi biologi pada jenjang pendidikan dan fungsi dalam pembelajaran. Temuan menunjukkan bahwa sebagian besar studi dilakukan pada tingkat sekolah menengah atas (62,5%), diikuti oleh perguruan tinggi (25%) dan sekolah menengah pertama (12,5%). Modul elektronik sebagian besar digunakan sebagai kombinasi antara bahan dan media pembelajaran (62,5%). Studi yang mengintegrasikan pembelajaran berbasis proyek, pendekatan STEM, dan scaffolding metakognitif secara konsisten mendukung pemikiran kreatif siswa melalui eksplorasi ide, fleksibilitas, dan elaborasi, meskipun tantangan terkait akses teknologi dan kesiapan guru juga diidentifikasi. Metasintesis ini menunjukkan bahwa e-modul biologi memiliki potensi besar untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa ketika dirancang sebagai sumber belajar interaktif dan terintegrasi secara pedagogis. Dengan mengungkap mekanisme dan faktor kontekstual di luar hasil kuantitatif, studi ini memberikan implikasi untuk desain instruksional dan penelitian selanjutnya tentang pembelajaran digital dalam pendidikan biologi.

Kata Kunci: *e-module, biologi, berpikir kreatif***ABSTRACT**

The increased integration of digital learning resources has made e-modules a promising teaching material in biology education to support 21st-century skills, particularly creative thinking. Although many empirical studies report good results, the existing evidence is still fragmented and lacks an integrative understanding of how e-modules function in various contexts. This study uses a qualitative meta-synthesis approach to integrate findings from eight articles that have been reviewed and published between 2022 and 2025. This synthesis follows four stages, namely identification, screening, eligibility, and inclusion. The selected studies examined the use of biology e-modules at various levels of education and their function in learning. The data were analyzed qualitatively and interpretively to identify the use of biology e-modules at different educational levels and their function in learning. The findings show that most studies were conducted at the high school level (62.5%), followed by college (25%) and junior high school (12.5%). Electronic modules were mostly used as a combination of learning

materials and media (62.5%). Studies that integrated project-based learning, STEM approaches, and metacognitive scaffolding consistently supported students' creative thinking through idea exploration, flexibility, and elaboration, although challenges related to technology access and teacher readiness were also identified. This meta-synthesis shows that biology e-modules have great potential to enhance students' creative thinking skills when designed as interactive and pedagogically integrated learning resources. By revealing mechanisms and contextual factors beyond quantitative results, this study provides implications for instructional design and further research on digital learning in biology education.

Keywords: *e-module, biology, creative thinking skill*

PENDAHULUAN

Pendidikan modern memiliki peran fundamental dalam mempersiapkan individu guna menghadapi tantangan sosial, teknologi, dan lingkungan yang terus berkembang. Dalam konteks global saat ini, kurikulum dan praktik pembelajaran tidak hanya dituntut untuk mentransfer pengetahuan faktual, tetapi juga untuk secara aktif mengembangkan kompetensi siswa, termasuk keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti kreativitas, pemecahan masalah, dan keterampilan abad ke-21 lainnya. Hal ini sejalan dengan temuan riset yang menunjukkan bahwa pengembangan competency-based curriculum sangat penting untuk menghasilkan lulusan yang adaptif, inovatif, dan mampu berkontribusi dalam dinamika dunia kerja maupun kehidupan sosial yang kompleks (Dilekçi & Karatay, 2023). Selain itu, pengintegrasian kompetensi tersebut dalam pembelajaran terbukti meningkatkan kesiapan siswa dalam menghadapi tantangan global melalui pembelajaran yang berorientasi pada pembentukan keterampilan kreatif, kolaboratif, dan berpikir kritis (Karaca-Atik et al., 2023; Wijayadi, 2025).

Di era abad ke-21, kompetensi seperti berpikir kritis dan kreativitas menjadi pilar utama dalam kerangka learning and innovation skills, yang ditempatkan setara dengan komunikasi dan kolaborasi sebagai komponen fundamental yang harus dikembangkan oleh sistem pendidikan modern agar siswa siap menghadapi tantangan global yang kompleks dan dinamis. Penelitian kontemporer menunjukkan bahwa keterampilan abad ke-21 bukan sekadar kemampuan personal, tetapi keterampilan yang perlu dilatih melalui kurikulum dan strategi pembelajaran yang dirancang untuk merangsang berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan penciptaan gagasan baru yang solutif dan relevan (Dilekçi & Karatay, 2023). Selain itu, literatur terkini menggarisbawahi bahwa pengembangan kreativitas harus dipasang secara eksplisit dalam tujuan pembelajaran karena kreativitas tidak hanya memfasilitasi produksi ide orisinal, tetapi juga memungkinkan penggabungan berbagai perspektif dalam pemecahan masalah (Hapsari & Prasetyarini, 2025). Karena itu, kebijakan pendidikan dan riset saat ini sama-sama menekankan bahwa integrasi pembelajaran yang secara eksplisit menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif merupakan bagian tak terpisahkan dari capaian pembelajaran utama di sekolah abad ke-21 (Nabi, 2024).

Peningkatan keterampilan berpikir kreatif dalam pendidikan dapat dicapai melalui media dan bahan ajar digital inovatif, seperti e-module. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa e-module memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa, terutama jika dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang mendukung aktivitas berpikir tingkat tinggi. Mayoritas peserta didik menilai pentingnya e-module dalam mengembangkan keterampilan berpikir kreatif dan kolaboratif dalam pendidikan biologi (Puspita et al., 2024). Studi pengembangan e-module pada materi bioteknologi menggunakan platform Google Sites juga menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa (Setiani et al., 2025; Utari & Idrus, 2025). Dengan demikian, e-module

yang dirancang untuk interaksi dan aktivitas berpikir kreatif terbukti mampu melatih siswa untuk menghasilkan ide-ide baru, memecahkan masalah, dan meningkatkan kemampuan berpikir kreatif mereka dalam konteks pembelajaran.

Meskipun literatur tentang e-module cukup banyak, penelitian seringkali terbatas pada konteks lokal atau validasi produk, tanpa sintesis lintas studi yang mendalam. Metaanalisis kuantitatif banyak dikaji dalam artikel, namun kurang mampu menangkap makna dan konteks temuan kualitatif (Shibuya et al., 2023). Oleh karena itu, metasintesis yang menekankan interpretasi studi kualitatif, menjadi penting karena menggabungkan wawasan dari berbagai konteks untuk menghasilkan temuan baru yang holistik (Korb & Vosgerau, 2025). Metode dalam metasintesis memberikan kerangka kerja terstruktur untuk penelitian sintesis kualitatif dalam pendidikan (Kantor et al., 2025). Melalui metasintesis dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang mekanisme, konteks, dan interpretasi pengalaman subjek yang seringkali tidak terjangkau oleh metaanalisis kuantitatif (Afshari et al., 2024).

Studi ini menggunakan metasintesis sebagai pendekatan utama untuk menjawab kebutuhan akan pemahaman yang lebih mendalam. Metasintesis, sebagai metode sintesis kualitatif yang sistematis dan interpretatif, memungkinkan perumusan pemahaman tingkat tinggi tentang bagaimana dan mengapa e-module berpeluang dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa. Dengan mengikuti langkah metasintesis dari identifikasi dan skrining literatur hingga agregasi dan sintesis interpretatif (Yang et al., 2023). Studi ini menawarkan tinjauan sistematis, interpretasi mendalam, dan sintesis komprehensif dari berbagai penelitian tentang penggunaan e-module biologi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk memberikan kontribusi signifikan bagi pendidikan, khususnya dalam hal pengembangan media dan bahan ajar yang efektif dan relevan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metasintesis untuk memperoleh pemahaman komprehensif terhadap perkembangan kajian terkait pemanfaatan e-module dalam pembelajaran biologi, khususnya dalam mendukung pengembangan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Pendekatan metasintesis dipilih karena memungkinkan peneliti mengintegrasikan temuan-temuan kualitatif dari berbagai studi secara sistematis, sehingga pola, kecenderungan, serta keterbatasan penelitian terdahulu dapat diidentifikasi secara lebih mendalam. Desain penelitian yang digunakan adalah tinjauan naratif berbasis metasintesis. Proses kajian dilakukan melalui beberapa tahapan berurutan yang mencakup pengumpulan sumber, seleksi awal, penilaian kelayakan, dan penetapan artikel akhir yang dianalisis. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan bahwa artikel yang dikaji benar-benar relevan dengan fokus penelitian dan memiliki kualitas akademik yang memadai.

Analisis data dilakukan secara kualitatif dan interpretatif dengan menekankan pada pemaknaan isi penelitian. Pada tahap awal, peneliti menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi sebagai dasar seleksi artikel. Artikel yang dipilih harus membahas penggunaan e-module dalam konteks pembelajaran biologi, memuat pembahasan tentang keterampilan berpikir kreatif, diterbitkan dalam rentang waktu 2022 hingga 2025, menggunakan bahasa Inggris, serta dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi atau jurnal internasional bereputasi. Sebaliknya, artikel yang tidak sesuai dengan fokus kajian, tidak relevan dengan konteks pendidikan biologi, atau tidak memenuhi standar publikasi ilmiah dikeluarkan dari analisis.

Penelusuran literatur dilakukan melalui berbagai basis data daring yang memiliki kredibilitas tinggi dalam publikasi ilmiah, meliputi Google Scholar, Elsevier, ResearchGate,

dan mesin pencarian akademik lainnya. Strategi pencarian dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang merepresentasikan fokus penelitian, seperti e-module, pembelajaran biologi, dan keterampilan berpikir kreatif. Kata kunci tersebut digunakan baik secara tunggal maupun dalam berbagai kombinasi untuk menjangkau cakupan literatur yang lebih luas dan relevan. Artikel yang lolos seleksi selanjutnya dianalisis secara mendalam dengan cara mengelompokkan temuan utama, pendekatan pembelajaran yang digunakan, serta dampak e-module terhadap pengembangan keterampilan berpikir kreatif siswa. Hasil analisis kemudian disintesis untuk menghasilkan gambaran konseptual mengenai peran e-module dalam pembelajaran biologi serta implikasinya bagi pengembangan bahan ajar dan praktik pembelajaran di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Proses penelitian diawali dengan tahap identifikasi, di mana sebanyak 929 artikel diperoleh melalui penelusuran awal pada berbagai basis data ilmiah. Tahap berikutnya adalah penyaringan dengan menelaah judul dan abstrak, sehingga tersaring 11 artikel yang dinilai paling relevan dan berpotensi sesuai dengan fokus kajian. Selanjutnya, pada tahap kelayakan, artikel-artikel tersebut dianalisis secara menyeluruh berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Melalui proses ini, diperoleh 8 artikel yang memenuhi seluruh persyaratan dan selanjutnya dimasukkan dalam proses meta-sintesis untuk dianalisis secara lebih mendalam.

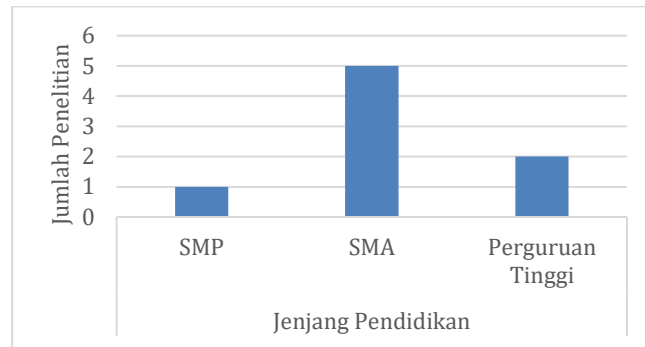
Setelah melalui proses skrining, sebanyak 8 artikel penelitian terpilih untuk dianalisis dalam metasintesis ini. Berbagai artikel penelitian tersebut disajikan dalam tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Daftar Artikel Relevan tentang E-module, Biologi, dan Keterampilan Berpikir Kreatif

No.	Judul Artikel	Penulis dan Tahun
1	Development of E-Modules Based on Project Based Learning on Virus Material to Improve Students' Creative Thinking	Darmastuti et al., (2025)
2	Enhancing creative thinking skills on biotechnology materials: Development of an e-module using Google Sites	Setiani et al., (2025)
3	Effectiveness of e-module based on Google Sites in plant diversity courses on creative thinking skills of biology students	Lativa et al., (2024)
4	PBL-STEM Integrated Interactive E-Module in Improving Creative Thinking Skills and Collaboration Skills: Needs Analysis in Biology Education	Puspita et al., (2024)
5	Improving Creative Thinking Skill on Biotechnology Material Through the Effectiveness of Project Based Learning-STEM E-Module Provided with Formative Assessment	Pambudi et al., (2024)
6	Development of an E-Module Based on the 5E <i>Learning Cycle</i> to Improve the Creative Thinking Abilities of Junior High School Students	Kartikasari et al., (2023)
7	The Effectiveness of STEM-Based High School Biology E-Module on Respiratory System Material to Improve Student Learning Outcomes and Creative Thinking	Wulansari & Irdawati, (2023)

Penggunaan E-Module Berdasarkan Jenjang Pendidikan

Penggunaan e-module di setiap jenjang pendidikan ditunjukkan dalam gambar 1 grafik di bawah ini.

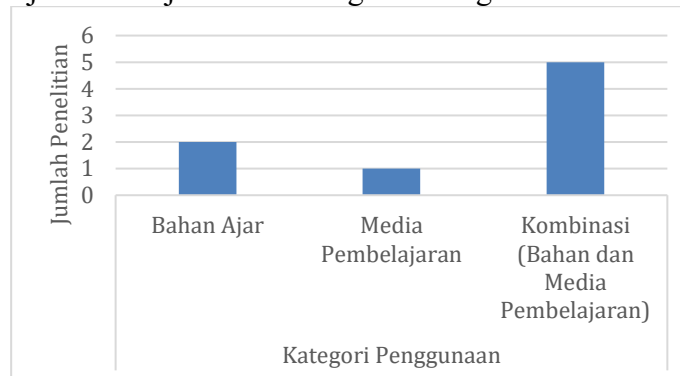


Gambar 1. Grafik Penggunaan E-Module Berdasarkan Jenjang Pendidikan

Analisis terhadap delapan artikel menunjukkan bahwa penggunaan e-module dalam pembelajaran biologi paling banyak diterapkan pada jenjang SMA (62,5%), diikuti oleh perguruan tinggi (25%) dan SMP (12,5%). Mayoritas penelitian e-module untuk peningkatan keterampilan berpikir kreatif dilakukan pada jenjang SMA, menunjukkan bahwa tingkat ini dianggap paling strategis untuk pengembangan kreativitas melalui pembelajaran biologi berbasis digital.

Penggunaan E-Module Berdasarkan Fungsi dalam Pembelajaran

Penggunaan e-module sebagai bahan ajar, media pembelajaran, maupun sebagai bahan/media pembelajaran ditunjukkan dalam gambar 2 grafik di bawah ini.



Gambar 2. Grafik Penggunaan E-Module Berdasarkan Fungsi dalam Pembelajaran

Dari sisi fungsi, e-module umumnya digunakan sebagai kombinasi bahan ajar dan media pembelajaran (62,5%), sementara sisanya berperan sebagai bahan ajar saja (25%) atau media pembelajaran (12,5%). Sebagian besar artikel menggunakan e-module sebagai kombinasi bahan ajar dan media pembelajaran, yang mengindikasikan peran ganda e-module tidak hanya sebagai sumber materi tetapi juga sebagai sarana interaktif untuk memfasilitasi aktivitas kreatif siswa.

Pembahasan

Hasil metasintesis menunjukkan bahwa pemanfaatan e-module dalam pembelajaran biologi memiliki kontribusi signifikan terhadap pengembangan keterampilan berpikir kreatif peserta didik di berbagai jenjang pendidikan. E-module tidak lagi diposisikan sekadar sebagai sarana digitalisasi materi cetak, melainkan sebagai lingkungan belajar yang memungkinkan terjadinya eksplorasi ide, refleksi kognitif, dan produksi karya kreatif secara berkelanjutan. Karakteristik e-module yang fleksibel, multimodal, dan interaktif memungkinkan siswa mengaitkan konsep-konsep biologi yang bersifat abstrak dengan fenomena nyata, sehingga mendorong kelancaran, fleksibilitas, dan orisinalitas berpikir. Temuan ini sejalan dengan pandangan bahwa kreativitas merupakan bagian integral dari kompetensi abad ke-21 yang harus diintegrasikan secara sistematis dalam kurikulum dan praktik pembelajaran (OECD, 2023; Dilekçi & Karatay, 2023; Karaca-Atik et al., 2023).

Sebagian besar studi yang dianalisis dalam metasintesis ini berfokus pada jenjang sekolah menengah atas, yang secara kuantitatif mencakup lebih dari separuh artikel yang direview. Dominasi konteks SMA menunjukkan bahwa peserta didik pada fase ini telah memiliki kematangan kognitif yang memadai untuk terlibat dalam aktivitas pembelajaran berbasis proyek, pemecahan masalah, dan eksplorasi konsep biologi yang kompleks. E-module pada jenjang ini umumnya dirancang dengan mengintegrasikan tugas terbuka, proyek berbasis masalah, serta asesmen formatif yang mendorong siswa untuk menghasilkan ide-ide kreatif dan solusi alternatif. Hal ini mendukung laporan UNESCO (2024) yang menegaskan bahwa pembelajaran digital pada pendidikan menengah merupakan wahana strategis untuk pengembangan keterampilan abad ke-21, termasuk kreativitas, kolaborasi, dan berpikir kritis.

Pada jenjang pendidikan tinggi, khususnya program pendidikan biologi, e-module juga menunjukkan efektivitas yang kuat dalam memfasilitasi keterampilan berpikir kreatif mahasiswa. Studi-studi yang dianalisis memperlihatkan bahwa mahasiswa didorong untuk tidak hanya memahami konsep biologi secara teoritis, tetapi juga menghasilkan produk kreatif berbasis kajian ilmiah, seperti media pembelajaran, proposal inovatif, dan proyek berbasis STEM. Pembelajaran digital yang berpijak pada prinsip konstruktivisme memungkinkan mahasiswa membangun pengetahuan secara aktif melalui analisis, refleksi, dan kolaborasi, sehingga kreativitas berkembang sebagai bagian dari proses berpikir tingkat tinggi. Temuan ini konsisten dengan pandangan bahwa integrasi STEM dalam pembelajaran sains efektif meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kritis secara simultan (Abdullah, 2025; Azizah & Angelina, 2025).

Meskipun jumlahnya masih terbatas, studi pada jenjang sekolah menengah pertama memberikan indikasi awal bahwa e-module memiliki potensi besar untuk mengembangkan kreativitas sejak tahap pendidikan yang lebih dini. E-module berbasis siklus belajar 5E, misalnya, memungkinkan siswa SMP terlibat dalam proses eksplorasi dan elaborasi konsep secara bertahap, sehingga kreativitas tidak hanya muncul sebagai hasil akhir, tetapi sebagai bagian dari proses belajar itu sendiri. Hal ini menguatkan argumen bahwa kreativitas seharusnya dikembangkan secara progresif melalui pengalaman belajar yang terstruktur dan bermakna sejak usia sekolah menengah pertama (Fithriyah, 2024; Fadillah, 2024).

Ditinjau dari fungsinya, e-module dalam kajian ini paling efektif ketika berperan ganda sebagai bahan ajar sekaligus media pembelajaran. E-module dengan fungsi kombinatorik tidak hanya menyajikan konten konseptual, tetapi juga memuat aktivitas interaktif, simulasi, proyek, dan asesmen formatif yang mendorong keterlibatan aktif siswa. Pendekatan ini selaras dengan temuan bahwa pembelajaran digital multimodal lebih unggul dalam mengembangkan kreativitas dibandingkan pembelajaran berbasis teks linear semata. Namun demikian, e-module yang difungsikan sebagai bahan ajar mandiri tetap menunjukkan kontribusi positif terhadap kreativitas melalui penyajian tugas berbasis masalah dan proyek kontekstual, meskipun tingkat interaktivitasnya relatif lebih terbatas.

Integrasi e-module dengan pendekatan pedagogis seperti *Project-Based Learning*, *Problem-Based Learning*, dan STEM muncul sebagai faktor kunci keberhasilan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif. Pendekatan-pendekatan tersebut menempatkan siswa sebagai pemecah masalah aktif yang dihadapkan pada situasi autentik, sehingga mendorong munculnya ide-ide orisinal dan elaborasi gagasan secara mendalam. Integrasi ini memperkuat posisi e-module sebagai katalis pembelajaran kreatif, bukan sekadar perangkat teknologi pendukung. Selain itu, penggunaan platform berbasis web, seperti Google Sites, memberikan kemudahan akses, fleksibilitas navigasi, serta peluang kolaborasi, yang semuanya berkontribusi pada iklim belajar kreatif (Kohnke & Moorhouse, 2024).

Dari perspektif kognitif, mekanisme utama peningkatan kreativitas melalui e-module meliputi eksplorasi ide, refleksi metakognitif, dan produksi karya. E-module menyediakan ruang aman bagi siswa untuk mencoba berbagai kemungkinan solusi tanpa tekanan kesalahan, sementara aktivitas reflektif membantu siswa menyadari dan mengevaluasi proses berpikirnya sendiri. Literatur mutakhir menegaskan bahwa metakognisi kreatif merupakan elemen penting dalam pengembangan kreativitas, karena memungkinkan individu mengelola strategi berpikirnya secara sadar dan adaptif (Lebuda & Benedek, 2023; von Thienen et al., 2023). Dalam konteks pembelajaran biologi, pengorganisasian materi secara visual, konseptual, dan kontekstual melalui e-module membantu siswa membangun hubungan antarkonsep dan menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam (Abidin et al., 2020).

Meskipun demikian, implementasi e-module tidak lepas dari berbagai tantangan, seperti keterbatasan akses teknologi, kesiapan infrastruktur, serta kompetensi pedagogik guru dalam merancang dan memanfaatkan e-module secara optimal. Hambatan-hambatan ini berpotensi mengurangi efektivitas pembelajaran digital apabila tidak diimbangi dengan dukungan institusional dan program pengembangan profesional berkelanjutan. Oleh karena itu, pengembangan e-module perlu disertai pelatihan guru yang berfokus pada integrasi pedagogi, konten, dan teknologi, sehingga e-module benar-benar berfungsi sebagai sarana pembelajaran kreatif yang bermakna.

Secara keseluruhan, metasintesis ini menegaskan bahwa e-module pembelajaran biologi memiliki potensi besar dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif di berbagai jenjang pendidikan. Efektivitas tertinggi ditemukan pada e-module yang dirancang secara integratif, menggabungkan fungsi bahan ajar dan media pembelajaran, serta dipadukan dengan pendekatan pedagogis inovatif. Temuan ini tidak hanya memperkaya khazanah penelitian

pembelajaran biologi, tetapi juga menunjukkan bahwa pendekatan interpretatif melalui metasintesis mampu mengungkap makna dan pola konseptual yang lebih luas dari berbagai studi yang tersebar (Afshari et al., 2024; Korb & Vosgerau, 2025; Sommer & Barroso, 2023).

KESIMPULAN

Analisis mendalam melalui metasintesis terhadap 8 artikel jurnal menunjukkan bahwa penggunaan e-module dalam pembelajaran biologi memiliki potensi yang kuat dan konsisten dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif di berbagai jenjang pendidikan, khususnya pada tingkat SMA. E-module terbukti tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampaian materi, tetapi juga sebagai media pembelajaran interaktif yang mendorong eksplorasi ide, fleksibilitas berpikir, dan pemecahan masalah kontekstual melalui integrasi pendekatan seperti PBL, STEM, 5E *Learning Cycle*, dan isu *sosio-scientific*. Efektivitas e-module sangat dipengaruhi oleh desain pembelajaran, konteks implementasi, serta peran guru dalam memfasilitasi aktivitas kreatif. Oleh karena itu, metasintesis ini memberikan kontribusi penting dengan mengungkap pola, mekanisme, tantangan, dan kondisi keberhasilan penggunaan e-module dalam pembelajaran biologi. Hasil kajian ini menegaskan perlunya pengembangan dan pemanfaatan e-module yang dirancang secara pedagogis dan kontekstual sebagai strategi pembelajaran abad ke-21 untuk menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif siswa secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (2019). Analisis pedagogical content knowledge dalam konteks pendidikan karakter: Sebuah studi meta-synthesis. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 11(1), 36–44. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i1.1512>
- Abidin, Z., Susilowati, S. M. E., Prasetyo, A. P. B., & Ridlo, S. (2020). The profile changes in pedagogical content knowledge of pre-service biology teachers based on concept maps. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(4), 042083. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042083>
- Abdullah, A. (2025). STEM-based learning to enhance students' critical and creative thinking skills. *Journal of Science Education Research*, 9(1), 45–56.
- Afshari, P., Bayazidi, S., & Yazdani, S. (2024). Meta-synthesis as an original method to synthesize qualitative literature in chronic diseases: A narrative review. *Jundishapur Journal of Chronic Disease Care*, 13(2). <https://doi.org/10.5812/jjcdc-139621>
- Azizah, N., & Angelina, R. (2025). STEM integration in elementary science learning: Effects on students' higher-order thinking skills. *Journal of Elementary Education Research*, 7(1), 21–33.
- Darmastuti, I., Zulfiani, & Mardiaty, Y. (2025). Development of e-modules based on project-based learning on virus material to improve students' creative thinking. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 17(1), 16–23. <https://doi.org/10.25134/quagga.v17i1.340>
- Dilekçi, A., & Karatay, H. (2023). The effects of the 21st century skills curriculum on the development of students' creative thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 47, 101229. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101229>
- Fadillah, M. (2024). Pembelajaran sains kontekstual di sekolah dasar abad ke-21. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 15(2), 89–101.



- Fithriyah, N. (2024). Konstruktivisme dalam pembelajaran IPA sekolah dasar. *Jurnal Teori dan Praktik Pendidikan*, 8(1), 12–24.
- Fleissner-Martin, J., Paul, J., & Bogner, F. X. (2025). Creativity as a key trigger to cognitive achievement: Effects of digital and analog learning interventions. *Research in Science Education*, 55(3), 669–686. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10211-3>
- Hapsari, A. D., & Prasetyarini, A. (2025). Integrating 21st century skills: Creative thinking, communication, collaboration, and critical thinking in the EFL classroom. *Jurnal Basis*, 12(1), 71–82. <https://doi.org/10.33884/basisupb.v12i1.9953>
- Hwang, Y., & Lee, J. H. (2025). Exploring students' experiences and perceptions of human–AI collaboration in digital content making. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00542-0>
- Kantor, J., Smrckova, A., Zaman, M., Belkin, L., Rozmarinova, J., Svobodova, Z., Sedlackova, D., & Klugarova, J. (2025). A qualitative systematic review protocol for a synthesis of teachers' and learners' experiences with the teaching and learning toolkit. *Frontiers in Education*, 10, 1563052. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1563052>
- Karaca-Atik, A., Meeuwisse, M., Gorgievski, M., & Smeets, G. (2023). Uncovering important 21st-century skills for sustainable career development of social sciences graduates: A systematic review. *Educational Research Review*, 39, 100528. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100528>
- Kartikasari, M., Ismet, I., & Sriyanti, I. (2023). Development of an e-module based on the 5E Learning Cycle to improve creative thinking abilities of junior high school students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(Special Issue), 121–129. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.6528>
- Kohnke, L., & Moorhouse, B. L. (2024). Microlearning as continuous professional development for English language teachers: Initial findings and insights. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/02680513.2024.2362649>
- Korb, V. M., & Vosgerau, D. S. R. (2025). Qualitative meta-synthesis systematic review: Possibilities and challenges in the use of review statements. *New Trends in Qualitative Research*, 2(1), 1–19. <https://doi.org/10.36367/ntqr.21.1.2025.e1190>
- Lebuda, I., & Benedek, M. (2023). A systematic framework of creative metacognition. *Physics of Life Reviews*, 46, 161–181. <https://doi.org/10.1016/j.plrev.2023.07.002>
- OECD. (2023). *How are education systems integrating creative thinking in schools?* PISA in Focus No. 122. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/f01158fb-en>
- UNESCO. (2024). *UNESCO in action: Education highlights in 2024*. <https://www.unesco.org/en/articles/unesco-action-education-highlights-2024>
- Utari, W. M., & Idrus, A. A. (2025). Research trends of e-module problem-based learning models to improve creative thinking skills of learners (2016–2025): A literature review. *Current Educational Review*, 1(3), 103–109. <https://doi.org/10.56566/cer.v1i3.401>
- von Thienen, J. P. A., Weinstein, T. J., & Meinel, C. (2023). Creative metacognition in design thinking: Theories, educational practices, and implications for measurement. *Frontiers in Psychology*, 14, 1157001. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1157001>
- Wijayadi, I. (2025). *Pengembangan e-module pencemaran lingkungan dengan model emkontan bermuatan potensi lokal Kalimantan Timur untuk memberdayakan keterampilan berpikir kreatif dan literasi lingkungan mahasiswa*. Universitas Negeri Malang.