

EKSPLORASI STRATEGI INOVATIF PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK PENGUATAN KETERAMPILAN ABAD 21

Anliana, Fauziah Harahap, Ashar Hasairin

Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan
Jl. Willem Iskandar Psr. V Medan Estate, Medan, Indonesia, 20221

Email Korespondensi: anliana.8246173005@mhs.unimed.ac.id

Abstract

Biology education in the 21st century faces various challenges and opportunities along with rapid technological developments and shifting learning paradigms. The digital era demands the implementation of innovative learning strategies that integrate conceptual understanding with real-life applications. This study aims to explore various innovative strategies in biology learning, such as project-based learning, problem-based learning, cooperative learning, discovery learning, and inquiry learning, which are relevant to the needs of modern education. Through a literature review approach with qualitative methods, this study examines the effectiveness and relevance of these models in improving 21st-century skills, including critical, creative, collaborative, and communicative thinking skills. The results of the study indicate that the implementation of innovative learning strategies can encourage students to be more active and reflective, and able to connect biological knowledge with global and real-life contexts. In addition, globalization and advances in information technology expand access to learning resources, enabling collaboration across countries and disciplines. However, the implementation of these strategies also faces challenges, such as teacher preparedness, limited resources, and differences in student characteristics. Therefore, biology education in the 21st century needs to be designed holistically by integrating contextual knowledge, skills, and values to be able to prepare an adaptive and competent generation in facing the complexity of global problems.

Keywords:

*Learning Innovation,
21st Century Skills,
Biology Learning.*

Pendahuluan

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ke-21 menuntut perubahan paradigma pendidikan, termasuk dalam pembelajaran biologi di tingkat sekolah menengah. Biologi sebagai ilmu yang mempelajari kehidupan memiliki peran strategis dalam menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif, empat keterampilan utama yang dikenal sebagai 4C skills dalam kerangka keterampilan abad ke-21 (Desti & Razak, 2023).

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran biologi masih sering bersifat konvensional, berpusat pada guru, dan menekankan hafalan konsep daripada pemahaman kontekstual. Kondisi ini menyebabkan rendahnya keterlibatan siswa dalam proses belajar serta kurang berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi (Tendrita & Hidayati, 2023).

Untuk menjawab tantangan tersebut, diperlukan eksplorasi strategi pembelajaran yang inovatif, kreatif, dan adaptif terhadap kebutuhan zaman. Strategi inovatif dalam pembelajaran biologi dapat diwujudkan melalui penerapan model pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), pembelajaran berbasis inkuiri (*inquiry-based learning*), pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*), serta integrasi teknologi digital melalui platform interaktif. Pendekatan-pendekatan tersebut

memungkinkan siswa untuk belajar secara aktif, kolaboratif, dan reflektif dengan mengaitkan konsep biologi pada konteks kehidupan nyata.

Selain itu, penerapan strategi inovatif juga dapat memperkuat literasi sains dan literasi digital siswa, yang menjadi kompetensi penting dalam menghadapi era revolusi industri 4.0 dan masyarakat 5.0. Guru berperan sebagai fasilitator yang mendorong siswa untuk mengeksplorasi, bereksperimen, dan menghasilkan solusi terhadap permasalahan lingkungan dan bioteknologi yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Arsih *et al.*, 2024).

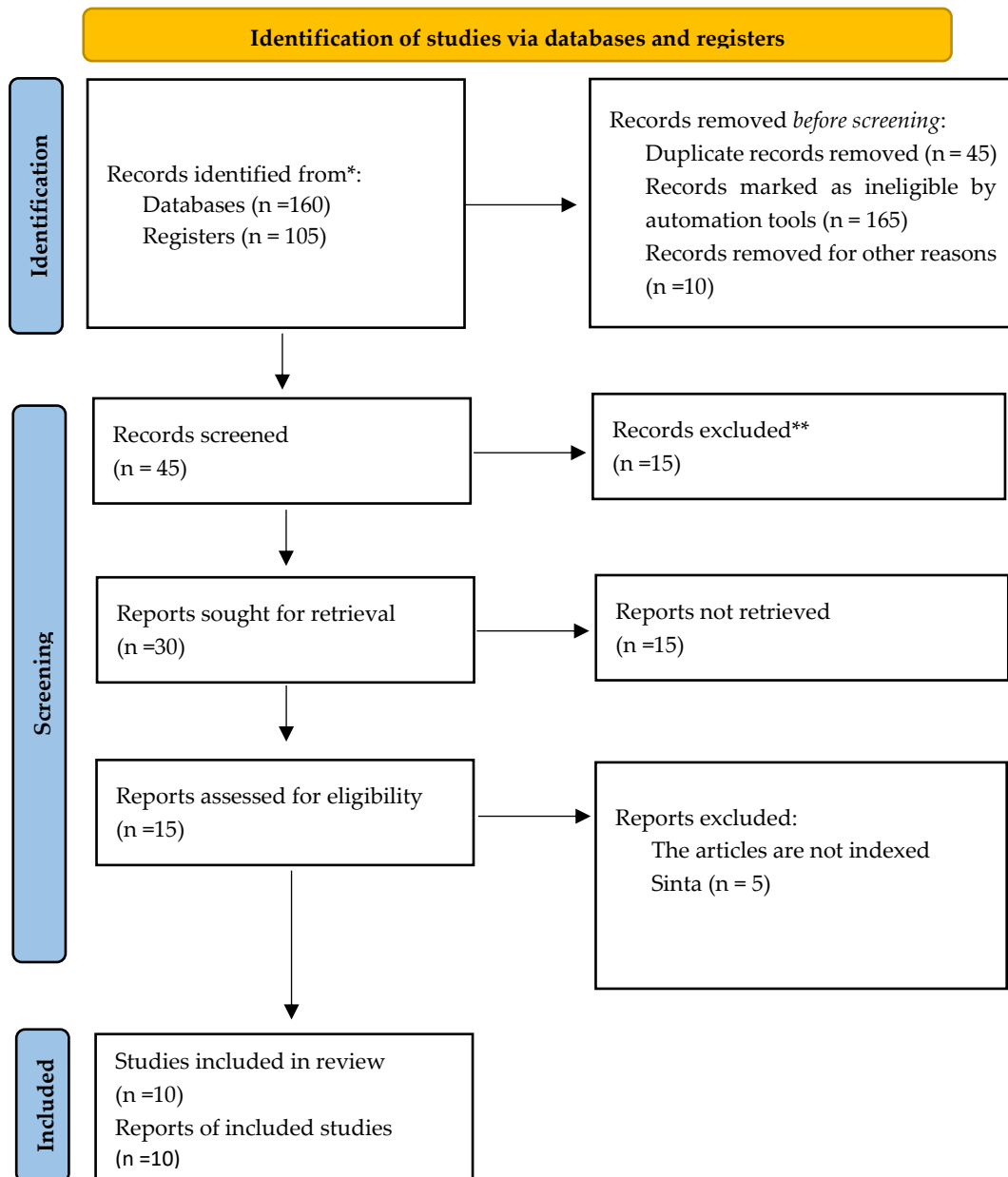
Oleh karena itu, eksplorasi terhadap berbagai strategi inovatif dalam pembelajaran biologi tidak hanya berorientasi pada peningkatan hasil belajar kognitif, tetapi juga pada pembentukan karakter dan keterampilan abad ke-21 yang esensial bagi peserta didik sebagai calon generasi ilmuwan dan warga global yang berdaya saing tinggi.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menelaah berbagai hasil penelitian yang berkaitan dengan strategi inovatif pembelajaran biologi dalam penguatan keterampilan abad ke-21. Prosedur SLR mengikuti pedoman PRISMA, yang meliputi tahapan identifikasi, penyaringan, penentuan kelayakan, dan inklusi artikel.

Pencarian literatur dilakukan melalui basis data Semantic Scholar, Publish and Perish, ScienceDirect, dan ResearchGate dengan rentang publikasi 2020–2025. Kata kunci yang digunakan antara lain "*innovative biology learning strategies*," "*21st century skills*," "*Project-Based Learning in biology*," "*Problem-Based Learning*," dan "*Inquiry-Based Learning*." Artikel yang dipilih adalah publikasi ilmiah terindeks yang berfokus pada penerapan strategi inovatif dalam pembelajaran biologi, menekankan pengembangan keterampilan abad ke-21, serta dapat diakses penuh dalam bahasa Indonesia atau Inggris.

Data yang diperoleh dianalisis secara kualitatif deskriptif dengan mengelompokkan temuan berdasarkan jenis strategi pembelajaran, tujuan penelitian, metode, dan hasil utama. Proses analisis dilakukan secara cermat untuk menilai efektivitas dan relevansi strategi pembelajaran terhadap penguatan keterampilan abad ke-21. Seluruh tahapan dilakukan secara sistematis untuk memastikan validitas, objektivitas, dan kredibilitas hasil kajian.



Gambar 1. PRISMA Eksplorasi Strategi Inovatif Pembelajaran Biologi Untuk Penguatan Keterampilan Abad 21

Hasil dan Pembahasan

Dari sejumlah artikel yang ditemukan dalam rentang tahun 2020–2025, hanya sebagian yang dinilai relevan dan memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Rangkuman artikel yang terpilih, dengan penekanan pada sepuluh artikel utama yang paling berkaitan dengan topik penelitian, baik dari jurnal nasional terindeks Sinta maupun jurnal internasional dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Seleksi Artikel Berdasarkan Pendekatan PRISMA (2020–2025)

No.	Judul	Penulis dan Tahun	Hasil Utama
1.	Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Siswa Kelas XI di SMA Negeri 6 Sigi	Hiska dkk. (2025)	Discovery learning efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif di kalangan siswa biologi. Mengintegrasikan model <i>discovery learning</i> ke dalam pengajaran biologi dapat berkontribusi positif terhadap proses dan hasil belajar siswa, mendorong pendekatan yang lebih aktif dan berpusat pada siswa.
2.	Pengaruh 5E-Flipped Classroom Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Keterampilan Berpikir Kreatif, Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa	Kesumawati dan Suwono (2025)	Penelitian menyimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri 5E- <i>Flipped Classroom</i> secara signifikan berdampak pada keterampilan berpikir kritis siswa, keterampilan berpikir kreatif, dan hasil pembelajaran kognitif dalam pendidikan biologi. Intervensi ini terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir dan kinerja akademik dalam pembelajaran biologi
3.	Development of Digital Comic Learning Media Based on Mobile Learning on Media: Making Media Materials in Plant Tissue Culture	Pertiwi <i>et al.</i> (2025)	Strategi inovatif pembelajaran biologi yang dikembangkan melalui media komik digital berbasis mobile learning merupakan langkah efektif untuk memperkuat keterampilan abad ke-21 mahasiswa, terutama dalam berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital.
4.	The Role of Project-Based Learning in Developing 21st Century Skills	Silitubun & Nizam (2024)	PjBL adalah pendekatan pedagogis yang efektif yang menumbuhkan keterampilan abad ke-21 dengan menekankan pemecahan masalah dunia nyata dan kerja kolaboratif. Ini melengkapi siswa dengan alat yang diperlukan untuk menavigasi dunia yang semakin kompleks dan dinamis
5.	Problem-Based learning assisted by virtual laboratory media: Its effect on students' understanding of concepts in excretory system material	Ratna & Adlini, (2024)	Pembelajaran berbasis masalah (<i>problem-based learning</i>) yang dibantu media laboratorium virtual sebagai media pendukung praktikum membantu memperlancar proses pembelajaran dan memungkinkan

			pelaksanaan kegiatan praktik meski keterbatasan fasilitas fisik ada berpengaruh positif signifikan terhadap pemahaman konsep siswa pada materi sistem ekskresi.
6.	Efektivitas Metode Pembelajaran Inovatif dalam Pendidikan Biologi	I Wayan Karmana (2024)	Metode pembelajaran inovatif dalam pendidikan biologi, seperti pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran kolaboratif, dan teknologi digital, secara signifikan meningkatkan keterampilan abad ke-21. Pendekatan ini mendorong keterlibatan siswa aktif, pemikiran kritis, dan kreativitas, penting untuk pendidikan modern.
7.	Penguatan Kompetensi Profesional dan Pedagogik Guru MGMP Biologi dalam Mengembangkan Pembelajaran Inovatif untuk Mendukung Pemberdayaan Keterampilan Abad-21 Siswa	Arsih <i>et al.</i> (2024)	Strategi inovatif untuk pembelajaran biologis melalui Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL), Pembelajaran Berbasis Kasus (CBL), dan Pembelajaran Berbasis Proyek (PJBL). Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keterampilan lunak dan keras guru, memungkinkan mereka untuk menumbuhkan keterampilan abad ke-21 pada siswa.
8.	Empowering the Future: Innovative Education Strategies for Global Skills in the Context of the Golden Generation 2045	Syahriani & Yufriadi, (2023)	Menekankan integrasi strategi pendidikan inovatif, seperti pembelajaran yang berpusat pada siswa dan teknologi canggih, untuk memperkuat keterampilan abad ke-21. Ini menyoroti pentingnya pendekatan kolaboratif dan pengalaman belajar yang beragam dalam menumbuhkan pemikiran kritis, kreativitas, dan kemampuan beradaptasi
9.	Development of Web-Based Media Integrated with 3D Models for Training Information Literacy	Triantono <i>et al.</i> (2024)	Media pembelajaran berbasis web ' <i>Biology Insight</i> ' adalah alat yang divalidasi dan efektif yang secara langsung mendukung pengembangan keterampilan penting abad ke-21. Dengan mengatasi kesenjangan yang teridentifikasi dalam literasi informasi, mendorong pengalaman belajar yang interaktif

			dan menarik, dan memanfaatkan teknologi digital modern, ini mempersiapkan siswa untuk menavigasi, mengevaluasi secara kritis, dan secara efektif memanfaatkan informasi dalam pengejaran akademik mereka dan seterusnya.
10.	The Impact of Inquiry-Based Learning on Students' Critical Thinking in Biology Education Programs within open and distance learning systems	Sapriati <i>et al.</i> (2024)	Pembelajaran Berbasis <i>Inquiry-Based</i> (IBL) secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan penyelidikan dalam program pendidikan biologi dalam sistem pembelajaran terbuka dan jarak jauh (ODL)

Hasil kajian literatur yang dilakukan menunjukkan bahwa pembelajaran biologi di abad ke-21 mengalami perubahan paradigma yang signifikan. Dari hasil analisis terhadap artikel memiliki keterkaitan yang kuat dengan penerapan strategi inovatif dalam pembelajaran biologi untuk memperkuat keterampilan abad ke-21. Temuan ini menegaskan bahwa pendidikan biologi saat ini tidak lagi berfokus pada transfer pengetahuan semata, tetapi lebih menekankan pada pembentukan kompetensi berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (4C) yang selaras dengan kebutuhan era digital dan globalisasi.

Secara umum, strategi inovatif yang banyak digunakan dalam pembelajaran biologi mencakup *Project Based Learning* (PjBL), *Problem Based Learning* (PBL), *Inquiry Learning*, *Discovery Learning*, dan *Cooperative Learning*. Model PjBL merupakan strategi yang paling banyak diteliti karena terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kerja tim. Melalui proyek berbasis konteks nyata, seperti isu lingkungan atau bioteknologi, peserta didik dilatih untuk menerapkan konsep-konsep biologi dalam situasi konkret (Henje dkk., 2025). Studi yang dilakukan menunjukkan bahwa penerapan PjBL berbasis digital meningkatkan literasi ilmiah sekaligus kemampuan siswa dalam mengintegrasikan teori dan praktik biologi (Pertiwi *et al.*, 2025).

Sementara itu, model *Problem Based Learning* memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir analitis dan reflektif melalui penyelesaian masalah kontekstual. Ratna & Adlini (2023) menemukan bahwa PBL mampu meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah dan penalaran berbasis bukti. Model ini menempatkan siswa sebagai peneliti aktif yang berkolaborasi untuk menemukan solusi terhadap permasalahan biologi yang kompleks.

Selanjutnya, *Inquiry Learning* berperan penting dalam menumbuhkan rasa ingin tahu ilmiah dan keterampilan metakognitif siswa. Melalui proses observasi, eksperimen, dan refleksi, siswa dilatih untuk berpikir ilmiah secara sistematis. Sapriati *et al.* (2024) menjelaskan bahwa penerapan inkuiri dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan pemahaman konseptual.

Selain itu, model *Discovery Learning* juga banyak diimplementasikan untuk memperkuat pemahaman konseptual dan motivasi belajar siswa. Strategi ini memungkinkan siswa menemukan sendiri konsep atau prinsip biologi melalui eksplorasi aktif. Penelitian oleh Hiska dkk. (2022) menunjukkan bahwa *Discovery Learning* berbantuan media digital mampu meningkatkan keterlibatan siswa serta pemahaman mendalam terhadap materi yang bersifat abstrak. Adapun *Cooperative Learning* menekankan kolaborasi dan komunikasi ilmiah antar siswa. Berdasarkan hasil penelitian Syahriani &

Yufriadi (2023) pendekatan ini terbukti meningkatkan kemampuan kerja sama dan komunikasi efektif dalam menyelesaikan tugas biologi yang kompleks.

Integrasi kelima model pembelajaran tersebut menunjukkan bahwa masing-masing memiliki kontribusi terhadap penguatan keterampilan abad ke-21. *Project Based Learning* dan *Problem Based Learning* berfokus pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah. *Inquiry* dan *Discovery Learning* menumbuhkan kreativitas, rasa ingin tahu, dan kemampuan berpikir ilmiah, sedangkan *Cooperative Learning* memperkuat aspek komunikasi dan kerja sama. Dalam konteks pembelajaran biologi, penerapan strategi-strategi ini menjadi semakin efektif ketika didukung oleh teknologi digital seperti *Learning Management System* (LMS), simulasi interaktif, dan aplikasi biologi daring yang memfasilitasi pembelajaran berbasis eksplorasi dan kolaborasi.

Namun, beberapa tantangan tetap muncul dalam penerapan strategi inovatif ini, seperti keterbatasan fasilitas laboratorium digital, kesiapan guru dalam mendesain pembelajaran berbasis proyek, dan rendahnya kemandirian belajar siswa. Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan berbasis teknologi dan pengembangan modul pembelajaran kontekstual yang relevan dengan isu-isu biologi lokal maupun global. Dengan demikian, strategi inovatif pembelajaran biologi dapat diimplementasikan secara efektif guna membentuk peserta didik yang adaptif, literat sains, dan siap menghadapi tantangan kompleks abad ke-21.

Kesimpulan

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa strategi inovatif dalam pembelajaran biologi berperan penting dalam memperkuat keterampilan abad ke-21, khususnya berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Model *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Inquiry Learning*, *Discovery Learning*, dan *Cooperative Learning* terbukti efektif menciptakan pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa.

Setiap model memiliki keunggulan tersendiri, namun keseluruhannya mendukung pembentukan peserta didik yang adaptif dan literat sains. Integrasi strategi-strategi tersebut, disertai pemanfaatan teknologi digital dan pendekatan berbasis konteks, menjadi kunci untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di era global dan digital saat ini.

References

- Arsih, F., Fadilah, M., & Alberida, H. (2024). *Penguatan Kompetensi Profesional dan Pedagogik Guru MGMP Biologi dalam Mengembangkan Pembelajaran Inovatif untuk Mendukung Pemberdayaan Keterampilan Abad-21 Siswa*. <https://doi.org/10.26877/e-dimas.v15i1.14056>
- Desti, Y., & Razak, A. (2023). Development of Problem-Based Learning (PBL) Biology Module to Improve Learning Competence and Students' Critical Thinking Skills Class VIII Junior High School (SMPN 1) Patamu. *International Journal of Social Science and Human Research*, 06(02). <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v6-i2-44>
- Hentje H. Umbunan, Ferny M. Tumbel, & Anita C. Tengker. (2025). Project Based Learning sebagai Alternatif Inovatif dalam Pembelajaran Biologi: Implementasi & Pengaruhnya Terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 5728–5737. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.1479>
- Hiska, H., Jamhari, M., Windarsih, Y., Rafiq, R., Bialangi, M. S., & Ramadhan, A. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Pada Siswa Kelas XI di SMA Negeri 6 Sigi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(2), 993–999. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i2.16092>

- Ilma, S., Adhani, A., & Sarira, N. T. (2023). Hybrid Project-Based Learning for Problem-Solving Skills and Student Creativity in Plant Anatomy and Physiology Courses. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 16(1), 138–151. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.33888>
- Karmana, I. W. (2024). Literature Review: Efektivitas Metode Pembelajaran Inovatif dalam Pendidikan Biologi. *Educatoria*, 4(4), 162–167. <https://doi.org/10.36312/educatoria.v4i4.325>
- Kusumawati, E., & Suwono, H. (2025). Pengaruh 5E-Flipped Classroom Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis, Keterampilan Berpikir Kreatif, dan Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(1), 9. <https://doi.org/10.17977/um052v15i1p9-24>
- Pertiwi, S. I., Harahap, F., Harahap, A. G. Y., Indrawati, M. A., Simanullang, A. J. C., Tarigan, Y. F. G. B., & Sitinjak, M. E. (2025). Development of Digital Comic Learning Media Based on Mobile Learning on Media: Making Media Materials in Plant Tissue Culture. *Jurnal Pendidikan Sains*, 13(3), 2.
- Ratna, R. D. M., & Adlini, M. N. (2024). Problem-Based Learning Assisted by Virtual Laboratory Media: Its Effect on Students' Understanding of Concepts in Excretory System Material. *Journal of Research in Instructional*, 4(1), 284–294. <https://doi.org/10.30862/jri.v4i1.410>
- Sapriati, A., Rahayu, U., Sausan, I., Sekarwinahyu, M., & Anam, R. S. (2024). The Impact of Inquiry-Based Learning on Students' Critical Thinking in Biology Education Programs within Open and Distance Learning Systems. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(3). <https://doi.org/10.15294/7sty9026>
- Silitubun, E., Costa, B., & Nizam, Z.. (2024). The Role of Project-Based Learning in Developing 21st Century Skills. *International Journal of Educational Narrative*, 2(6), 525-534. <https://doi.org/10.70177/ijen.v2i6.1689>
- Syahriani, F., & Yufriadi, F. (2023). *Empowering the Future: Innovative Education Strategies for Global Skills in the Context of the Golden Generation 2045*. <https://doi.org/10.59890/ijaer.v1i2.1077>
- Triantono, R. R., Rivaldi, M., Norra, B. I., & Rasyida, N. (2024). Development of Web-Based Media Integrated with 3D Models for Training Information Literacy. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 15(1), 123-134.
- Tendrita, M., & Hidayati, U. (2023). Efektivitas Project Based Learning sebagai Implementasi Kurikulum Merdeka Terhadap Keterampilan Abad 21 Mahasiswa Pendidikan Biologi. *Kulidawa*, 4(2), 92. <https://doi.org/10.31332/kd.v4i2.7916>
- Yuniarto, B., & Yudha, R. P. (2021). Literasi Digital Sebagai Penguatan Pendidikan Karakter Menuju Era Society 5.0. *Eduksos: Jurnal Pendidikan Sosial & amp; Ekonomi*, 10(2). <https://doi.org/10.24235/edueksos.v10i2.8096>