



Identifikasi tren penelitian dan peluang inovasi pembelajaran melalui analisis bibliometrik strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah

Identifying research trends and learning innovation opportunities through bibliometric analysis of biology learning strategies in secondary schools

Hery Fajeriadi ⁽¹⁾, Antung Fitriani ⁽²⁾ *

⁽¹⁾ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lambung Mangkurat, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia, 70123

⁽²⁾ SMP Negeri 24, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia, 70122

*Corresponding Author Email: antungfitriani2811@gmail.com

Received date: 04/06/2024 | Accepted date: 25/06/2024

Abstract

Effective learning strategies need to be designed to support in-depth exploration, adapt teaching methods to student needs, and utilize technology and diverse learning resources. This study aims to identify research trends and opportunities for learning innovation through the analysis of biology learning strategies in secondary schools. This research uses a bibliometric study to identify research trends and innovation opportunities in biology learning strategies in secondary schools. The data source is the Google Scholar database for the period 2019-2023 analyzed with the Publish or Perish and VOSviewer applications. Data filtering was carried out based on the keywords "biology learning" "learning strategies" "secondary school". The results found 579 relevant documents with 5416 citations, 1083.20 citations per year, and 9.35 citations per document. VOSviewer visualization revealed that "teaching," "technology," and "problem-based learning" were the main topics, and in recent years there has been a shift towards the use of technology and innovative approaches. Opportunities for innovation in biology learning in secondary schools are still vast, especially technology integration, optimization of problem-based learning approaches, adaptation of online and hybrid models, use of digital platforms, development of self-efficacy, and innovation of learning environments to increase student motivation and engagement in the learning process. The most cited studies show that the development of higher-order thinking skills, the use of technology, and local and problem-based approaches can improve the effectiveness of biology learning strategies in secondary schools. These innovations have great potential to improve student engagement and learning outcomes, providing important guidance for educators in designing effective learning strategies.

Keyword: learning innovation; biology learning strategies; secondary school; digital technology integration

Strategi pembelajaran yang efektif perlu dirancang untuk mendukung eksplorasi mendalam, menyesuaikan metode pengajaran dengan kebutuhan siswa, dan memanfaatkan teknologi serta sumber belajar yang beragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren penelitian dan peluang inovasi pembelajaran melalui analisis strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Penelitian ini menggunakan studi bibliometrik untuk mengidentifikasi tren penelitian dan peluang inovasi dalam strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Sumber data adalah database Google Scholar periode 2019-2023 dianalisis dengan aplikasi Publish or Perish dan VOSviewer. Penjarangan data dilakukan berdasarkan kata kunci "biology learning" "learning strategies" "secondary school". Hasil penelitian ditemukan 579 dokumen yang relevan dengan 5416 sitasi, 1083,20 sitasi per tahun, dan 9,35 sitasi per dokumen. Visualisasi VOSviewer mengungkapkan bahwa topik "teaching," "technology," dan "problem-based learning" adalah topik utama, dan pada tahun-tahun terakhir menunjukkan adanya pergeseran menuju penggunaan teknologi dan pendekatan inovatif. Peluang inovasi pembelajaran biologi di sekolah menengah masih luas, terutama integrasi teknologi, optimalisasi pendekatan pembelajaran berbasis masalah, adaptasi model daring dan hibrida, penggunaan platform digital, pengembangan *self-efficacy*, dan inovasi lingkungan belajar untuk meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Penelitian dengan sitasi terbanyak menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, penggunaan teknologi, dan pendekatan berbasis lokal serta masalah dapat meningkatkan efektivitas strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Inovasi-inovasi ini berpotensi besar meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa, memberikan panduan penting bagi pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang efektif.

Kata kunci: inovasi pembelajaran; strategi pembelajaran biologi; sekolah menengah; integrasi teknologi digital

PENDAHULUAN

Kurikulum Merdeka menekankan pada kemandirian, kreativitas, dan pembelajaran berbasis proyek, sehingga strategi pembelajaran harus dirancang untuk mendukung pengembangan keterampilan tersebut (Fahlevi, 2022; Nursalam dkk., 2023; Shalehah, 2023). Merancang strategi yang selaras dengan prinsip-prinsip kurikulum ini memberikan ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi materi secara mendalam melalui aktivitas yang menantang dan menarik (Purwowidodo & Zaini, 2023; Sarnoto, 2024). Ini juga memungkinkan guru untuk menyesuaikan metode pengajaran dengan kebutuhan dan minat siswa, yang berdampak positif terhadap keterlibatan dan motivasi siswa (Lisnawati dkk., 2023). Selain itu, strategi yang dirancang dengan baik mendukung penggunaan teknologi dan sumber belajar yang beragam, serta mendorong pendekatan yang lebih fleksibel dalam menilai dan memberikan umpan balik (Purnawanto, 2022; Lase & Murniarti, 2024). Merancang strategi pembelajaran yang sesuai Kurikulum Merdeka dapat memfasilitasi pencapaian tujuan pendidikan dan membantu siswa mengembangkan keterampilan penting yang mereka butuhkan, diantaranya dalam pembelajaran biologi.

Perancangan strategi pembelajaran biologi yang efektif bertujuan untuk memastikan siswa memahami konsep-konsep ilmiah secara mendalam (Zaliani dkk., 2024), dan mampu mengaplikasikan pengetahuan pada kehidupan sehari-hari (Zukmadini dkk., 2018; Nugroho dkk., 2023). Hal ini membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah yang dibutuhkan dalam memahami ilmu biologi (Rose dkk., 2024). Selain itu, dengan merancang strategi yang relevan dan kontekstual, guru dapat memfasilitasi keterlibatan dan motivasi siswa, sehingga pembelajaran menjadi lebih menarik dan bermakna (Irwandi & Fajeriadi, 2019; Fahmi dkk., 2021; Irhasyuarna dkk., 2022; Yuniar dkk., 2022). Strategi pembelajaran yang terstruktur dengan baik juga memungkinkan guru untuk menilai pemahaman dan kemajuan siswa secara efektif, serta memberikan umpan balik untuk mendukung perkembangan akademik (Efendi & Sholeh, 2023).

Penelitian terdahulu mengenai strategi pembelajaran biologi telah menunjukkan beragam pendekatan yang telah diterapkan untuk meningkatkan efektivitas pengajaran dan pemahaman siswa. Berbagai studi telah mengeksplorasi metode-metode seperti pembelajaran berbasis proyek (Anazifa & Hadi, 2016), penggunaan teknologi digital (Kurniawan & Risnani, 2021), pengaruh strategi terhadap motivasi siswa (Oktaviana dkk., 2022), pemahaman konsep (Isnaini, 2016), dan kemampuan berpikir kritis (Velina dkk., 2018). Pemetaan tren penelitian strategi pembelajaran biologi ini perlu dilakukan untuk mengidentifikasi perkembangan terkini dan kebutuhan di lapangan pendidikan.

Pemetaan tren penelitian memberikan pemahaman tentang perkembangan metodologi yang efektif (Muhammad & Triansyah, 2023), dan menilai kesenjangan dalam praktik saat ini (Rukmana dkk., 2023). Pemetaan ini juga membantu dalam mengkaji dampak dari berbagai inovasi pendidikan serta menilai keberhasilan implementasi strategi tertentu dalam mencapai tujuan pembelajaran (Muhammad & Triansyah, 2023). Pemetaan juga berdampak pada pengembangan kurikulum (Taufiq dkk., 2023) dan metode pengajaran agar lebih terarah dan sesuai dengan kebutuhan siswa (Kurnia, 2021), sehingga meningkatkan kualitas pendidikan di bidang biologi.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tren penelitian dan peluang inovasi dalam strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Melalui analisis bibliometrik terhadap literatur yang dipublikasikan, penelitian ini berupaya memberikan gambaran komprehensif mengenai fokus utama dan arah perkembangan penelitian. Manfaat penelitian ini adalah memberikan panduan bagi pendidik dan pembuat kebijakan dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif, relevan, dan inovatif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan kualitas pendidikan biologi di sekolah menengah, yang akan menghasilkan lulusan yang lebih kompeten dan siap menghadapi tantangan masa depan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi bibliometrik untuk mengidentifikasi trend penelitian. Studi bibliometrik adalah metode penelitian yang menggunakan teknik kuantitatif untuk menganalisis literatur ilmiah, seperti artikel, jurnal, dan buku. Studi ini membantu dalam memahami pola publikasi, tren penelitian, serta kolaborasi antar penulis dan institusi (Connaway & Radford, 2021). Tren penelitian dan peluang inovasi pembelajaran diteliti menggunakan pendekatan studi literatur deskriptif terhadap strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Data dikumpulkan pada bulan Mei 2024. Periode ini mencakup pengumpulan data, visualisasi, dan analisis data. Sumber data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah database Google Scholar dengan kata kunci pencarian "*biology learning*" "*learning strategies*" "*secondary school*". Rentang tahun database yang dikumpulkan adalah lima tahun terakhir (2019-2023).

Data dikumpulkan dengan menggunakan Aplikasi Publish of Perish dari Harzing's, kemudian divisualisasikan menggunakan Aplikasi VOSviewer. Analisis data dilakukan secara deskriptif sesuai dengan data statistik. Analisis juga dilakukan dengan mengamati ukuran garis penghubung dan kekuatan tautan dari hasil pemetaan VOSviewer. Tahun publikasi juga dianalisis berdasarkan warna tahun pada hasil VOSviewer. Analisis konten dilakukan

terhadap sepuluh dokumen dengan sitasi paling banyak. Tren penelitian dan peluang inovasi pembelajaran ditentukan berdasarkan hasil analisis visualisasi dan konten.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pencarian database ditemukan 579 dokumen dengan jumlah sitasi 5416. Rata-rata sitasi per tahun 1083,20, dan rata-rata sitasi per dokumen 9,35. Hasil visualisasi data dapat dilihat pada Gambar 1, dan visualisasi berdasarkan warna tahun pada Gambar 2. Sepuluh dokumen dengan sitasi terbanyak ditampilkan pada Tabel 1.

Visualisasi VOSviewer pada Gambar 1 menunjukkan beberapa tren utama dalam penelitian strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Berdasarkan peta jaringan yang ditampilkan, topik utama yang muncul mencakup konsep-konsep seperti "teaching," "problem," "implementation," "technology," "knowledge," dan "ability." Pusat utama dari peta ini menunjukkan bahwa "teaching" memiliki peran sentral dan terkait erat dengan berbagai konsep lainnya, menunjukkan bahwa pendekatan dan metode pengajaran adalah fokus utama dalam penelitian ini.

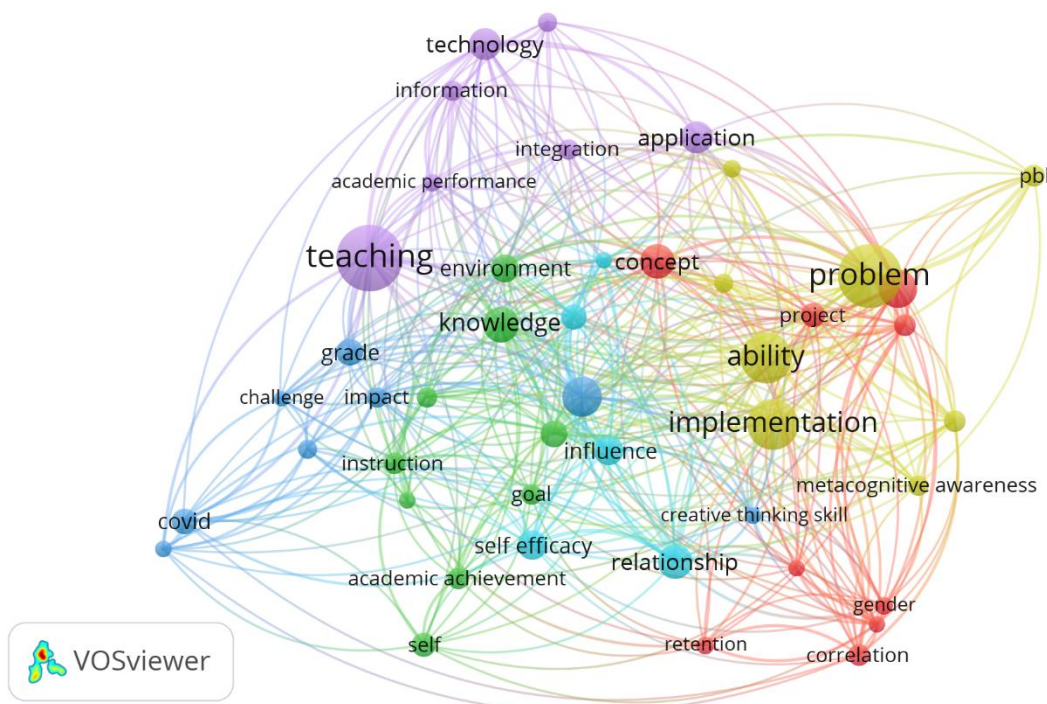
Selain itu, "technology" juga muncul sebagai topik signifikan, mengindikasikan peningkatan minat dalam penggunaan teknologi untuk meningkatkan proses pembelajaran biologi. Konsep ini terkait dengan "information" dan "academic performance,"

yang menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak hanya bertujuan untuk menyediakan informasi, tetapi juga untuk meningkatkan kinerja akademik siswa.

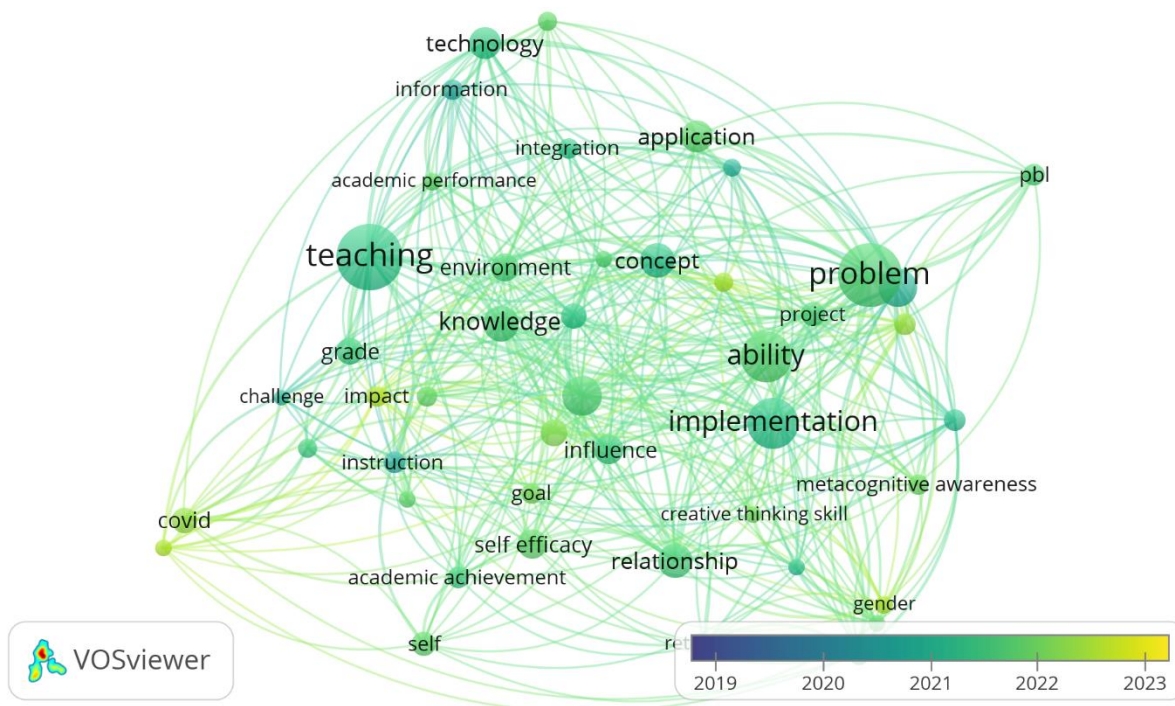
Topik "problem" dan "implementation" menyoroti pentingnya pendekatan pemecahan masalah dalam strategi pembelajaran, dengan kata kunci terkait seperti "project" dan "pbl" (*problem-based learning*). Ini menunjukkan bahwa penelitian banyak difokuskan pada bagaimana siswa dapat dilibatkan dalam pemecahan masalah nyata untuk memperkuat pemahaman mereka tentang konsep biologi.

Tren lainnya termasuk "knowledge," "self-efficacy," dan "relationship," yang menunjukkan bahwa penelitian juga berfokus pada pengembangan pengetahuan siswa, keyakinan diri mereka dalam kemampuan belajar, dan hubungan antara siswa dengan guru serta lingkungan belajar mereka. Selain itu, topik "covid" mengindikasikan adanya perhatian terhadap dampak pandemi terhadap strategi pembelajaran biologi, dengan fokus pada tantangan dan penyesuaian strategi yang digunakan.

Secara keseluruhan, peta ini menunjukkan penelitian strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah sangat dinamis dan mencakup berbagai aspek, mulai dari teknik pengajaran, penggunaan teknologi, hingga pendekatan pembelajaran berbasis masalah, dengan tujuan utama meningkatkan kinerja akademik dan pengalaman belajar siswa.



Gambar 1 Visualisasi Tren Penelitian Strategi Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah



Gambar 2 Warna Tahun (2019-2023) dari Tren Penelitian Strategi Pembelajaran Biologi di Sekolah Menengah

Tabel 1 Sepuluh Dokumen dengan Sitasi Terbanyak

Sitasi	Penulis	Judul	Tahun	Publikasi
648	Filgona dkk.	Motivation in learning	2020	Asian Journal of Education and Social Studies
266	Mahanal dkk.	RICOSRE: A Learning Model to Develop Critical Thinking Skills for Students with Different Academic Abilities.	2019	International Journal of Instruction
244	Siburian dkk.	The correlation between critical and creative thinking skills on cognitive learning results	2019	Eurasian Journal of Educational Research
167	Lampropoulos dkk.	Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies	2022	Applied Sciences
130	Weng dkk.	Enhancing students' biology learning by using augmented reality as a learning supplement	2020	Journal of Educational Computing Research
122	Fitriani dkk.	PBLPOE: A Learning Model to Enhance Students' Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes.	2020	International Journal of Instruction
121	Saputri dkk.	Improving Students' Critical Thinking Skills in Cell-Metabolism Learning Using Stimulating Higher Order Thinking Skills Model.	2019	International Journal of Instruction
109	Ramdiah dkk.	South Kalimantan Local Wisdom-Based Biology Learning Model.	2020	European Journal of Educational Research
99	Ramdiah dkk.	Understanding, Planning, and Implementation of HOTS by Senior High School Biology Teachers in Banjarmasin-Indonesia.	2019	International Journal of Instruction
99	Palupi dkk.	The Effectiveness of Guided Inquiry Learning (GIL) and Problem-Based Learning (PBL) for Explanatory Writing Skill.	2020	International Journal of Instruction

Keterangan: D = Dokumen

Berdasarkan Gambar 2, tren penelitian strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah menunjukkan perkembangan yang dinamis dari tahun 2019 hingga 2023. Berdasarkan visualisasi VOSviewer, topik yang lebih awal seperti "covid," "grade," dan "self" mulai mendapatkan perhatian sejak 2019 dan 2020, mencerminkan respons awal terhadap tantangan pandemi serta fokus pada kinerja akademik dan keyakinan diri siswa. Seiring berjalannya waktu, penelitian semakin mengarah pada "problem-based learning" dan "metacognitive awareness" yang menunjukkan penekanan pada keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kesadaran metakognitif siswa. Pada tahun-tahun terakhir, yaitu 2022 hingga 2023, tren penelitian semakin terfokus pada penggunaan "technology" dan "information" dalam pembelajaran, serta integrasi konsep-konsep seperti "teaching" dan "implementation" untuk meningkatkan efektivitas pengajaran biologi. Perkembangan ini mengindikasikan adanya pergeseran menuju penggunaan teknologi dan pendekatan inovatif dalam mengatasi tantangan pembelajaran serta memperkaya pengalaman belajar siswa di sekolah menengah.

Peluang inovasi pembelajaran biologi di sekolah menengah sangat luas dan menjanjikan, sebagaimana tercermin dari tren penelitian yang teridentifikasi. Salah satu peluang utama adalah integrasi teknologi dalam proses pembelajaran. Penggunaan teknologi tidak hanya memungkinkan akses yang lebih luas terhadap informasi, tetapi juga meningkatkan kinerja akademik siswa melalui alat dan aplikasi interaktif yang dapat memfasilitasi pemahaman konsep biologi secara lebih mendalam dan menarik. Selain itu, pendekatan pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*) dapat diadopsi lebih luas untuk membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta kemampuan pemecahan masalah yang relevan dengan kehidupan nyata. Implementasi proyek-proyek berbasis masalah juga dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memperkuat hubungan antara teori dan praktik.

Adaptasi pembelajaran biologi dengan model daring dan hibrida juga menawarkan peluang untuk mengeksplorasi metode pengajaran yang lebih fleksibel dan inklusif. Penggunaan platform digital dan sumber daya online dapat mendukung pembelajaran mandiri dan kolaboratif, serta memungkinkan penyesuaian terhadap kebutuhan individu siswa. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pengembangan *self-efficacy* atau keyakinan diri siswa terhadap kemampuan mereka sendiri merupakan area penting yang dapat dioptimalkan melalui strategi pembelajaran yang lebih personal. Inovasi dalam menciptakan lingkungan yang kondusif untuk belajar juga perlu dicoba untuk mengetahui dampaknya terhadap motivasi dan keterlibatan siswa secara keseluruhan. Berdasarkan peluang-peluang ini,

pendidik dan peneliti dapat terus melakukan inovasi strategi pembelajaran biologi, sehingga mampu menghasilkan pengalaman belajar yang lebih efektif, relevan, dan menyenangkan siswa sekolah menengah.

Berdasarkan Tabel 1, penelitian-penelitian terkait strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah menunjukkan bahwa motivasi dan keterlibatan siswa adalah faktor penting dalam meningkatkan hasil belajar. Filgona dkk. (2020) menekankan pentingnya motivasi dalam pembelajaran, yang berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan akademik. Mahanal dkk. (2019) mengembangkan model pembelajaran RICOSRE untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan kemampuan akademik yang berbeda, sementara Fitriani dkk. (2020) memperkenalkan model PBLPOE yang juga berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah. Siburian dkk. (2019) menemukan korelasi antara keterampilan berpikir kritis dan kreatif dengan hasil belajar kognitif siswa, menyoroti pentingnya kedua aspek tersebut dalam pendidikan biologi.

Selain itu, penggunaan teknologi canggih seperti augmented reality (AR) telah terbukti efektif dalam meningkatkan pembelajaran biologi. Weng dkk. (2020) menunjukkan bahwa AR dapat digunakan sebagai tambahan pembelajaran yang memperkaya pengalaman belajar siswa, sedangkan Lampropoulos dkk. (2022) melalui tinjauan sistematis, menemukan bahwa gamifikasi dan AR dalam pendidikan memiliki potensi besar dalam penelitian dan aplikasi empiris.

Di sisi lain, Ramdiah dkk. (2019); Ramdiah dkk. (2020) mengembangkan model pembelajaran biologi berbasis kearifan lokal Kalimantan Selatan yang menunjukkan hasil positif dalam pemahaman siswa, serta pemahaman, perencanaan, dan implementasi HOTS (Higher Order Thinking Skills) oleh guru biologi di Banjarmasin. Saputri dkk. (2019) juga berfokus pada peningkatan keterampilan berpikir kritis dalam pembelajaran metabolisme sel melalui model HOTS yang merangsang. Hasil ini dikonfirmasi dan didukung oleh temuan penelitian Fajeriadi (2018); Fajeriadi dkk. (2019); Fahmi dkk. (2021). Terakhir, Palupi dkk. (2020) membuktikan efektivitas pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing dan pembelajaran berbasis masalah dalam meningkatkan keterampilan menulis eksplanatori siswa.

Secara keseluruhan, berdasarkan penelitian-penelitian tersebut dapat diketahui pentingnya pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, penggunaan teknologi dalam pembelajaran, serta pendekatan berbasis lokal dan masalah yang semuanya berkontribusi untuk meningkatkan efektivitas strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Inovasi-inovasi ini menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa, serta memberikan panduan bagi pendidik dalam merancang dan implementasi strategi pembelajaran yang efektif.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis database dengan 579 dokumen dan 5416 sitasi, penelitian strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah menunjukkan tren dinamis dengan rata-rata 1083,20 sitasi per tahun dan 9,35 sitasi per dokumen. Visualisasi VOSviewer mengungkapkan bahwa konsep "teaching," "technology," dan "problem-based learning" adalah topik utama, dengan pengajaran sebagai pusat perhatian dan teknologi yang digunakan untuk meningkatkan kinerja akademik siswa. Penelitian dari 2019 hingga 2023 menunjukkan respons terhadap pandemi covid dengan fokus pada teknologi dan pendekatan inovatif dalam pembelajaran. Analisis konten penelitian-penelitian dengan sitasi terbanyak menunjukkan bahwa pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, penggunaan teknologi, dan pendekatan berbasis lokal dan masalah meningkatkan efektivitas strategi pembelajaran biologi di sekolah menengah. Inovasi-inovasi ini berpotensi besar meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa, serta memberi panduan bagi pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Anazifa, R. D., & Hadi, R. F. (2016). Pendidikan lingkungan hidup melalui pembelajaran berbasis proyek (project-based learning) dalam pembelajaran biologi. In *Prosiding Symbion (Symposium on Biology Education)* (Vol. 1, No. 1, pp. 453-462).
- Connaway, L. S., & Radford, M. L. (2021). *Research methods in library and information science*. Bloomsbury Publishing USA.
- Efendi, N., & Sholeh, M. I. (2023). Manajemen pendidikan dalam meningkatkan mutu pembelajaran. *Academicus: Journal of Teaching and Learning*, 2(2), 68-85.
- Fahlevi, M. R. (2022). Upaya pengembangan number sense siswa melalui kurikulum merdeka (2022). *Sustainable Jurnal Kajian Mutu Pendidikan*, 5(1), 11-27.
- Fahmi, F., Fajeriadi, H., & Irhasyuarna, Y. (2021). Feasibility of the Prototype of Teaching Materials on the Topic of Classification of Living Things based on the Advantage of Local Wetland. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 3(2), 113-118.
- Fahmi, F., Fajeriadi, H., Irhasyuarna, Y., Suryajaya, S., & Abdullah, A. (2021, November). The practicality of natural science learning devices on the concept of environmental pollution with problem-solving learning models. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2104, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Fajeriadi, H. (2018). *Pengembangan buku ilmiah populer tentang diversitas gastropoda untuk siswa SMA di kawasan pesisir*. (Master's thesis, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin).
- Fajeriadi, H., Zaini, M., & Dharmono, D. (2019). Validity of the Gastropods popular scientific book in the Pulau Sembilan Kotabaru coastal area for high school students. *Journal of Biology Education*, 8(2), 142-149.
- Filgona, J., Sakiyo, J., Gwany, D. M., & Okoronka, A. U. (2020). Motivation in learning. *Asian Journal of Education and social studies*, 10(4), 16-37.
- Fitriani, A., Zubaidah, S., Susilo, H., & Al Muhdhar, M. H. I. (2020). PBLPOE: A Learning Model to Enhance Students' Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes. *International Journal of Instruction*, 13(2), 89-106.
- Irhasyuarna, Y., Kusasi, M., Fahmi, F., Fajeriadi, H., Aulia, W. R., Nikmah, S., & Rahili, Z. (2022). Integrated science teaching materials with local wisdom insights to improve students' critical thinking ability. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 4(3), 328-334.
- Irwandi, I., & Fajeriadi, H. (2019). Pemanfaatan lingkungan sebagai sumber belajar untuk meningkatkan minat dan hasil belajar siswa SMA di kawasan pesisir, Kalimantan Selatan. *BIO-INOVED: Jurnal Biologi-Inovasi Pendidikan*, 1(2), 66-73.
- Isnaini, M. (2016). Pengaruh strategi pembelajaran mind mapp terhadap pemahaman konsep pada materi sistem ekskresikelas xi ipa sma negeri 1 pampangan oki. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 2(2).
- Kurnia, S. (2021). *Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) di Pendidikan Sains: Analisis Bibliometrik dan Pemetaan Literatur Penelitian Menggunakan Perangkat Lunak Vosviewer* (Undergraduate thesis, UIN Raden Intan Lampung).
- Kurniawan, M. R., & Risnani, L. Y. (2021). Pengembangan Game Edukasi Digital Dan Implementasi Pada Pembelajaran Biologi Materi Plantae Siswa Sma Kelas X. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 1-16.
- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). Augmented reality and gamification in education: A systematic literature review of research, applications, and empirical studies. *applied sciences*, 12(13).
- Lase, W. L., & Murniarti, E. (2024). Strategi pengembangan kompetensi guru dalam mengimplementasikan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Eksplorasi Pendidikan*, 7(6).
- Lisnawati, L., Kuntari, S., & Hardiansyah, M. A. (2023). Peran Guru dalam Penerapan Pembelajaran Berdiferensiasi untuk Menumbuhkan Minat Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Sosiologi. *As-Sabiqun*, 5(6), 1677-1693.

- Mahanal, S., Zubaidah, S., Sumiati, I. D., Sari, T. M., & Ismirawati, N. (2019). RICOSRE: A Learning Model to Develop Critical Thinking Skills for Students with Different Academic Abilities. *International Journal of Instruction*, 12(2), 417-434.
- Muhammad, I., & Triansyah, F. A. (2023). *Panduan Lengkap Analisis Bibliometrik dengan VOSviewer: Memahami Perkembangan dan Tren Penelitian di Era Digital*. Penerbit Adab.
- Nugroho, B. A., Fajeriadi, H., Retnaningati, D., & Iskandar, A. C. (2023). Peningkatan kemampuan literasi dan kesadaran lingkungan melalui program pendampingan belajar (dunia sains) untuk anak pesisir Pulau Tarakan. *SERIBU SUNGAI: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 33-39.
- Nursalam, N., Sulaeman, S., & Latuapo, R. (2023). Implementasi Kurikulum Merdeka melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Sekolah Penggerak Kelompok Bermain Terpadu Nurul Falah dan Ar-Rasyid Banda. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 8(1), 17-34.
- Oktaviana, D., Wulandari, N., & Hazwani, H. (2022). Pengaruh Strategi Pembelajaran Question Student Have dengan Teknik Roda Keberuntungan terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Educatoria: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 2(1), 10-19.
- Palupi, B. S., Subiyantoro, S., Rukayah, R., & Triyanto, T. (2020). The Effectiveness of Guided Inquiry Learning (GIL) and Problem-Based Learning (PBL) for Explanatory Writing Skill. *International Journal of Instruction*, 13(1), 713-730.
- Purnawanto, A. T. (2022). Perencanaan pembelajaran bermakna dan asesmen Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pedagogy*, 15(1), 75-94.
- Purwowododo, A., & Zaini, M. (2023). *Teori dan Praktik Model Pembelajaran Berdiferensiasi Implementasi Kurikulum Merdeka Belajar*. Yogyakarta: Penebar Media Pustaka.
- Ramdiah, S., Abidinsyah, A., Royani, M., & Husamah, H. (2019). Understanding, Planning, and Implementation of HOTS by Senior High School Biology Teachers in Banjarmasin-Indonesia. *International Journal of Instruction*, 12(1), 425-440.
- Ramdiah, S., Abidinsyah, A., Royani, M., Husamah, H., & Fauzi, A. (2020). South Kalimantan Local Wisdom-Based Biology Learning Model. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 639-653.
- Rose, A. E., Nancy, A., Sudira, E., Haria, Y., & Suryanda, A. (2024). Strategi Inovatif Pembelajaran Eksplorasi: Strategi Inovatif Pembelajaran Biologi di Abad 21. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(1), 102-107.
- Rukmana, A. Y., Supriandi, S., & Wirawan, R. (2023). Penggunaan teknologi dalam pendidikan: Analisis literatur mengenai efektivitas dan implementasi. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(07), 460-472.
- Saputri, A. C., Rinanto, Y., & Prasetyanti, N. M. (2019). Improving Students' Critical Thinking Skills in Cell-Metabolism Learning Using Stimulating Higher Order Thinking Skills Model. *International Journal of Instruction*, 12(1), 327-342.
- Sarnoto, A. Z. (2024). Model pembelajaran berdiferensiasi dalam kurikulum merdeka. *Journal on Education*, 6(3), 15928-15939.
- Shalehah, N. A. (2023). Pembelajaran Berbasis Proyek sebagai Bentuk Implementasi Kurikulum Merdeka di Satuan PAUD. *Islamic EduKids: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(1), 14-24.
- Siburian, J., Corebima, A. D., & Saptasari, M. (2019). The correlation between critical and creative thinking skills on cognitive learning results. *Eurasian Journal of Educational Research*, 19(81), 99-114.
- Taufiq, M., Yustiana, Y. R., & Kaniawati, I. (2023, July). Landasan sosial pendidikan IPA untuk pengembangan berkelanjutan: analisis pemetaan bibliometrik menggunakan aplikasi VOSviewer. In *Proceeding Seminar Nasional IPA*.
- Velina, Y., Nurhasanah, W., & Zulhannan, Z. (2018). Pengaruh strategi pembelajaran peningkatan kemampuan berpikir (SPPKB) terhadap kemampuan berpikir kritis biologi peserta didik kelas XI SMA Al-Kautsar Bandar Lampung. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 8(2), 67-83.
- Weng, C., Otanga, S., Christianto, S. M., & Chu, R. J. C. (2020). Enhancing students' biology learning by using augmented reality as a learning supplement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 747-770.
- Yuniar, R., Nurhasanah, A., Hakim, Z. R., & Yandari, I. A. V. (2022). Peran guru dalam pelaksanaan model Pbl (Problem Based Learning) Sebagai penguatan keterampilan berpikir kritis. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(2), 1134-1150.
- Zaliani, I., Aliza, N. N., Sihotang, S. R., Suryanda, A., & Rini, D. S. (2024). Evaluasi Strategi Pengajaran dalam Pembelajaran Biologi di SMA. *Jurnal Edukasi Biologi*, 10(1), 49-56.
- Zukmadini, A. Y., Karyadi, B., & Trisnawati, W. (2018, June). Strategi Pembelajaran Biologi Berbasis Lingkungan Melalui Kombinasi Pembelajaran Indoor dan Outdoor Sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa SMA. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (pp. 148-155).