

Analisis Literatur: Strategi Pembelajaran Ekologi yang Efektif di Sekolah Menengah

Silvia Isna Billa¹, Faudina Permatasari²

^{1,2}Pendidikan IPA, Fakultas Sosial Dan Humaniora, Universitas Bhinneka PGRI TA
Jl.Mayor Sujadi Timur No. 7 Tulungagung. Kode Pos 66221
bismillahpregeant@gmail.com; faudina.science@ubhi.ac.id

Abstrak

Pembelajaran ekologi merupakan bagian penting dari pendidikan biologi karena mempelajari interaksi antara makhluk hidup dan lingkungannya. Namun, proses pembelajaran di sekolah menengah masih menghadapi kendala seperti dominasi metode ceramah, kesulitan memahami konsep abstrak, dan minimnya kegiatan observasi lapangan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi strategi pembelajaran ekologi yang efektif melalui kajian literatur. Metode yang digunakan adalah literature review dengan sumber data dari jurnal terakreditasi SINTA, jurnal internasional bereputasi, prosiding, dan laporan penelitian yang diterbitkan pada periode 2019–2024. Hasil analisis menunjukkan bahwa Outdoor Learning, Project-Based Learning, dan Inquiry-Based Learning merupakan strategi paling efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, dan keterampilan berpikir ilmiah siswa. Strategi lain seperti blended learning, problem-based learning, dan multi-representasi turut mendukung pemahaman konsep ekologi yang kompleks. Pembelajaran ekologi yang optimal perlu dirancang secara kontekstual, berbasis pengalaman langsung, dan melibatkan siswa secara aktif.

Kata Kunci: *Ekologi, Inkuiri, Outdoor Learning, Pembelajaran Biologi, Project-Based Learning.*

Abstract

Ecology learning is an essential component of biology education at the secondary school level because it explores the interactions between living organisms and their environment. However, its implementation in the classroom often encounters several obstacles, such as teacher-centered instructional methods, students' difficulties in understanding abstract ecological concepts, and limited opportunities for direct field observation. This literature review aims to identify effective instructional strategies for teaching ecology, examine their strengths and challenges, and provide recommendations for strategies suitable for secondary schools. This study employs a literature review approach by analyzing sources from nationally accredited SINTA journals, reputable international journals indexed in Scopus and DOAJ, conference proceedings, and research reports published between 2019 and 2024. The analysis indicates that the most effective strategies are Outdoor Learning, Project-Based Learning, and Inquiry-Based Learning, as these approaches enhance students' conceptual understanding of ecology, learning motivation, and scientific thinking skills. Additionally, blended learning, problem-based learning, and multi-representation approaches also contribute to addressing the complexity of ecological concepts. Therefore, effective ecology instruction should be designed to be contextual, grounded in direct experiences, and capable of promoting active student engagement.

Keywords: *Ecology, Inquiry, Outdoor Learning, Biology Learning, Project-Based Learning.*

I. PENDAHULUAN

Ekologi adalah salah satu materi penting dalam pelajaran biologi di tingkat sekolah menengah karena membahas hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya serta berbagai proses yang terjadi didalam ekosistem.

Memahami konsep-konsep seperti keanekaragaman hayati, aliran energi, jaring makanan, dan dampak tindakan manusia terhadap lingkungan sangat penting untuk membentuk kesadaran ekologis siswa. Namun, di sekolah-sekolah, banyak guru masih menggunakan cara mengajar yang

konvensional, yaitu dengan ceramah. Hal ini menyebabkan siswa kurang terlibat secara aktif dalam proses belajar (Fitriana & Hermawan, 2022). Akibatnya, siswa kesulitan memahami konsep-konsep ekologi yang rumit dan abstrak karena tidak didukung oleh media visual atau pengalaman langsung di lapangan (Sari & Widodo, 2023; Lestari & Ramadhan, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa metode pembelajaran berbasis ceramah kurang efektif dalam meningkatkan literasi ekologi siswa dibandingkan dengan metode pembelajaran yang lebih aktif seperti Problem Based Learning, Inquiry, dan pembelajaran berbasis lingkungan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023; Lestari & Ramadhan, 2024). Keterbatasan dalam aktivitas belajar yang berbasis lingkungan, seperti kurangnya kegiatan observasi langsung di lapangan atau eksplorasi ekosistem di sekitar sekolah, menyebabkan pembelajaran tentang ekologi kurang bermakna bagi siswa (Sari & Widodo, 2023). Mereka cenderung hanya menghafal informasi, bukan memahami hubungan antar konsep dalam ekosistem (Fitriana & Hermawan, 2022). Berdasarkan berbagai penelitian, strategi pembelajaran aktif seperti inkuiri, project-based learning, multi-representasi, dan blended learning ternyata bisa membantu siswa memahami materi ekologi secara lebih mendalam (Ardiansyah & Lestari, 2020; Kurniawati & Wicaksono, 2021; Hasanah & Purwanto, 2023). Pembelajaran berbasis inkuiri memungkinkan siswa melakukan penyelidikan terhadap masalah ekologi di sekitar mereka (Ardiansyah & Lestari, 2020), sementara project-based learning memberikan kesempatan bagi mereka untuk merancang proyek nyata seperti pemantauan kualitas lingkungan atau inventarisasi tanaman (Abdullah & Fitria, 2021). Multi-representasi membantu siswa memahami konsep dari berbagai sudut pandang (Kurniawati & Wicaksono, 2021), sedangkan blended learning menyediakan visualisasi digital ekosistem yang sulit diamati secara langsung (Hasanah & Purwanto, 2023).

Melihat pentingnya materi ekologi dan tantangan dalam menerapkannya di kelas, kajian ini disusun untuk mengidentifikasi strategi pembelajaran yang paling efektif berdasarkan penelitian terbaru. Urgensi penelitian ini didasarkan pada temuan bahwa hanya 35% siswa SMP/SMA mampu mencapai

KKM pada materi ekologi dalam Ujian Nasional 2022-2023 (Kemendikbudristek, 2023), sementara survei PISA 2022 menunjukkan literasi sains siswa Indonesia berada pada peringkat 70 dari 81 negara dengan skor kompetensi ekologi yang rendah (OECD, 2022). Selain itu, 72% guru biologi masih mendominasi metode ceramah konvensional tanpa pendekatan aktif (Kurniawati & Wicaksono, 2021). Dengan menganalisis hasil penelitian yang dipublikasikan antara tahun 2019 hingga 2024, studi ini diharapkan memberikan gambaran lengkap tentang pendekatan pembelajaran yang dapat meningkatkan pemahaman siswa serta menjadi referensi bagi para guru biologi dalam mengembangkan pembelajaran ekologi yang lebih bermakna dan relevan dengan konteks sekitar mereka (Lestari & Ramadhan, 2024)..

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian tinjauan pustaka deskriptif. Tujuannya adalah menganalisis berbagai publikasi ilmiah mengenai strategi pembelajaran ekologi yang digunakan pada siswa sekolah menengah. Penelitian ini didasarkan pada permasalahan dalam pembelajaran ekologi, seperti kurangnya pengalaman belajar langsung dan kesulitan siswa dalam memahami konsep abstrak. Masalah-masalah ini dapat diatasi dengan mengidentifikasi dan mengevaluasi strategi pembelajaran yang telah terbukti efektif berdasarkan penelitian sebelumnya. Proses analisis dilakukan secara sistematis dengan mengumpulkan dan menelaah berbagai sumber literatur untuk memahami lebih dalam tentang strategi yang digunakan, tingkat efektivitasnya, serta tantangan dalam menerapkannya.

Sumber data yang digunakan berasal dari berbagai jurnal nasional terakreditasi SINTA (peringkat Sinta 2 hingga Sinta 5) dalam bidang pendidikan biologi, jurnal internasional yang terindeks Scopus dan DOAJ, prosiding ilmiah, serta laporan penelitian yang diterbitkan antara tahun 2019 hingga 2024. Artikel yang dimasukkan dalam analisis harus memenuhi kriteria tertentu, yakni berfokus pada pembelajaran ekologi di jenjang SMP, SMA, atau MA; menggunakan strategi pembelajaran seperti *Project-Based Learning*, inkuiri, *blended learning*, *discovery learning*, *multi-*

representasi, atau outdoor learning; merupakan penelitian empiris atau tinjauan pustaka; serta ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Artikel yang tidak relevan dengan ekologi, dilakukan di jenjang perguruan tinggi, bersifat opini tanpa data, atau memiliki informasi yang tidak lengkap tidak akan dimasukkan dalam analisis.

Pengumpulan data dilakukan dengan mencari artikel menggunakan database Google Scholar, Garuda Kemdikbud, *ScienceDirect*, *ResearchGate*, dan SINTA Ristekdikti dengan kata kunci seperti *ecology learning*, *project-based learning ecology*, strategi pembelajaran ekologi, *biology learning*, dan *active learning biology*. Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dalam empat tahap, yaitu mengidentifikasi strategi pembelajaran yang disebutkan dalam artikel, mengklasifikasikan tingkat efektivitasnya, menggabungkan temuan untuk menemukan pola umum, serta membuat rekomendasi berdasarkan tren penelitian terbaru. Dengan prosedur ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang lengkap mengenai strategi pembelajaran ekologi yang relevan dan efektif untuk diterapkan di jenjang sekolah menengah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap berbagai artikel ilmiah pada masa 2019 hingga 2024, terlihat bahwa beberapa strategi pembelajaran kerap digunakan dalam konteks pembelajaran ekologi di jenjang sekolah menengah. Strategi yang paling umum meliputi *Project-Based Learning (PjBL)*, *Inquiry-Based Learning*, *Outdoor Learning* atau pembelajaran di lapangan, *Blended Learning*, *Problem-Based Learning (PBL)*, serta pendekatan multi-representasi.



Gambar 1.1 Strategi Pembelajaran ekologi

Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran ekologi cenderung menggunakan model-model pembelajaran aktif yang menempatkan siswa dalam situasi belajar yang relevan dengan konteks sehari-hari dan berbasis pengalaman langsung. Hal ini sesuai dengan berbagai riset sebelumnya yang menekankan bahwa materi ekologi yang berkaitan erat dengan fenomena alam membutuhkan strategi pembelajaran yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi serta pengamatan langsung terhadap lingkungan sekitarnya.

Strategi pembelajaran yang paling banyak digunakan dalam pembelajaran ekologi di sekolah menengah adalah Project-Based Learning (PjBL), Inquiry-Based Learning, Outdoor Learning, Blended Learning, Problem-Based Learning (PBL), dan pendekatan multi-representasi. Pola ini menunjukkan bahwa guru dan peneliti cenderung beralih dari metode ceramah konvensional menuju model pembelajaran aktif yang menempatkan siswa sebagai subjek belajar (Abdullah & Fitria, 2021; Ardiansyah & Lestari, 2020; Lestari & Ramadhan, 2024). PjBL dan inkuiri, misalnya, memberikan ruang bagi siswa untuk menyelidiki masalah ekologi nyata, merancang proyek, dan memecahkan masalah lingkungan sehingga pengalaman belajar menjadi lebih kontekstual dan bermakna.

Dari sisi efektivitas, beberapa studi melaporkan bahwa PjBL mampu meningkatkan pemahaman konsep ekologi antara 20–35% setelah intervensi, selain memperkuat keterampilan kolaborasi dan kreativitas siswa (Abdullah & Fitria, 2021; Nugroho, 2019). Inquiry-Based Learning terbukti efektif dalam mengembangkan keterampilan proses sains seperti mengamati, mengukur, menganalisis data, dan menarik kesimpulan pada materi ekosistem dan keanekaragaman hayati (Ardiansyah & Lestari, 2020; Putri & Mahendra, 2022). Outdoor Learning menonjol dari sisi peningkatan motivasi dan rasa ingin tahu karena menghadirkan pengalaman langsung di lingkungan nyata, misalnya melalui observasi ekosistem sekolah, inventarisasi keanekaragaman hayati, atau studi kualitas lingkungan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Temuan-temuan ini menguatkan bahwa pembelajaran ekologi yang efektif harus memadukan pengalaman lapangan, penyelidikan ilmiah, dan aktivitas berbasis proyek.

Meskipun demikian, analisis literatur juga menunjukkan adanya sejumlah tantangan dalam penerapan strategi-strategi tersebut. Kegiatan lapangan dan proyek seringkali terkendala oleh keterbatasan waktu pembelajaran, jadwal sekolah yang padat, serta ketersediaan sarana dan lingkungan belajar yang mendukung seperti taman sekolah atau laboratorium lapangan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Selain itu, tidak semua guru memiliki kesiapan pedagogis untuk merancang dan mengelola pembelajaran berbasis proyek, inkuiri, atau blended learning, sehingga implementasinya belum optimal (Hasanah & Purwanto, 2023; Lestari & Ramadhan, 2024). Kondisi ini mengindikasikan perlunya dukungan pelatihan guru, penyediaan fasilitas, serta kebijakan sekolah yang memberi ruang bagi aktivitas belajar berbasis lingkungan agar potensi strategi pembelajaran ekologi aktif dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Dari berbagai penelitian yang dilakukan, terlihat perbedaan dalam tingkat efektivitas setiap strategi pembelajaran dalam meningkatkan pemahaman ekologi. *Project-Based Learning (PjBL)* terbukti sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan bekerja sama, serta kreativitas siswa pada materi ekosistem (Illahiah, 2023; Sulysiyah, 2024; Al Hanafi, 2024). Beberapa penelitian juga menunjukkan kenaikan pemahaman konsep ekologi atau IPA pada tema ekosistem dengan peningkatan skor antara sekitar 20% hingga lebih dari 30% setelah penerapan PjBL dibandingkan pembelajaran konvensional (Sulysiyah, 2024; Syafruddin, 2025). Keberhasilan PjBL didukung oleh pengalaman nyata yang diperoleh siswa melalui proyek lingkungan, sehingga proses belajar menjadi lebih bermakna, kontekstual, dan mendorong literasi lingkungan yang lebih baik (Illahiah, 2023; Andari et al., 2016 dalam Al Hanafi, 2024; Andari et al., 2016 dalam Andari, 2016).

Inquiry-Based Learning (IBL) terbukti sangat baik untuk membahas materi ekosistem, keanekaragaman hayati, dan jaring makanan karena mampu meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar sains siswa (Ngertini et al., 2013; Purnamasari, 2022; Hidayatullah, 2025). Strategi ini membantu siswa mengembangkan keterampilan proses sains seperti mengamati, melakukan eksperimen,

mengukur, menganalisis, dan menafsir data melalui tahapan penyelidikan yang sistematis (Simbolon & Sahyar, 2015; Wijayanti, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri memungkinkan siswa membangun konsep sendiri karena mereka terlibat langsung dalam proses penemuan dan pemecahan masalah ilmiah (National Research Council, 1996; Edelson et al., 2011).

Strategi *Outdoor Learning* juga menunjukkan efektivitas yang sangat baik dalam pembelajaran ekologi karena kegiatan observasi di lapangan memberi pengalaman nyata bagi siswa untuk mengenali makhluk hidup dan memahami interaksi dalam ekosistem (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023).. Beberapa penelitian melaporkan bahwa outdoor learning dapat meningkatkan motivasi belajar, rasa ingin tahu, dan pemahaman konsep ekologi secara signifikan dibanding pembelajaran di dalam kelas saja (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Sekolah yang memiliki fasilitas seperti taman, kebun, atau area hijau dinilai sangat potensial untuk mengoptimalkan penerapan strategi ini karena menyediakan konteks autentik bagi kegiatan penyelidikan ekologis siswa (Fitriana & Hermawan, 2022).

Selain itu, *Blended Learning* dinilai efektif untuk membantu pemahaman konsep ekologi yang abstrak, seperti aliran energi dan dinamika populasi melalui integrasi pembelajaran tatap muka dengan simulasi digital, video, dan platform daring (Hasanah & Purwanto, 2023). *Problem-Based Learning (PBL)* juga memberikan dampak positif khususnya dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa pada isu lingkungan nyata seperti pencemaran, sampah, dan perubahan iklim (Hidayat & Suryani, 2020). Pendekatan multi-representasi membantu siswa memahami konsep kompleks melalui kombinasi representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik, sehingga memperkuat pemahaman konseptual ekologi (Kurniawati & Wicaksono, 2021).

Analisis literatur menunjukkan ada beberapa masalah yang sering terjadi saat menerapkan strategi pembelajaran aktif. Kegiatan di lapangan membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan metode pembelajaran biasa, sedangkan waktu yang diberikan sekolah untuk belajar biasanya

terbatas. Selain itu, bukan semua sekolah memiliki fasilitas dan lingkungan yang mendukung pembelajaran di luar kelas atau proyek lapangan, sehingga penerapannya menjadi sulit. Salah satu hambatan lain adalah kesiapan guru, karena sebagian dari mereka belum memiliki kemampuan cukup dalam merancang kegiatan berbasis proyek atau inkuiri. Dari sisi siswa, kemampuan belajar mandiri dan bekerja sama masih kurang, yang juga menjadi penghalang untuk suksesnya penerapan strategi tersebut.

Berdasarkan hasil analisis dan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran luar ruang atau *Outdoor Learning* adalah metode yang terbaik dalam pembelajaran ekologi karena memberikan pengalaman belajar langsung mengenai fenomena lingkungan (Fitriana & Hermawan, 2022; Sari & Widodo, 2023). Metode *Project-Based Learning* juga sangat efektif, terutama dalam memperkuat pemahaman konsep melalui kegiatan nyata yang melibatkan penyelidikan lingkungan secara langsung (Abdullah & Fitria, 2021; Nugroho, 2019). Selain itu, *Inquiry-Based Learning* berperan penting dalam meningkatkan keterampilan proses ilmiah siswa seperti mengamati, mengelompokkan, menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Ardiansyah & Lestari, 2020; Putri & Mahendra, 2022). Kombinasi dari proyek, observasi langsung di lapangan, serta pendekatan penyajian konsep secara beragam terbukti memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pemahaman ekologi secara menyeluruh (Lestari & Ramadhan, 2024). Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran ekologi yang efektif memerlukan penggabungan pengalaman langsung, investigasi ilmiah, dan pemaparan konsep secara visual, agar siswa dapat memahami hubungan antar komponen dalam ekosistem secara utuh (Kurniawati & Wicaksono, 2021; Hasanah & Purwanto, 2023).

Terdapat gambar grafik 2.1 tingkat efektivitas berbagai strategi pembelajaran ekologi yang digunakan di sekolah menengah. *Outdoor Learning* tampak memiliki skor tertinggi, yang menandakan bahwa pembelajaran langsung di lingkungan nyata seperti taman, kebun, atau area sekitar sekolah paling berhasil meningkatkan pemahaman ekologi siswa. Pendekatan ini

memberikan pengalaman autentik sehingga siswa dapat mengamati interaksi makhluk hidup secara langsung.

Selanjutnya, *Project-Based Learning* (PjBL) dan *Inquiry-Based Learning* juga terlihat sangat efektif. PjBL membantu siswa membangun pengetahuan melalui proyek lingkungan yang nyata, sedangkan inkuiri melatih kemampuan proses sains seperti observasi, analisis, dan eksperimen. Kedua strategi ini menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran sehingga mendorong keaktifan dan kemandirian belajar.

Multi-Representasi, *Problem-Based Learning* (PBL), dan *Blended Learning* juga menunjukkan efektivitas yang cukup tinggi. Multi-representasi membantu siswa memahami konsep ekologi yang abstrak melalui gambar, diagram, model, dan simbol. PBL mendorong siswa memecahkan masalah lingkungan nyata, sementara *Blended Learning* memadukan pembelajaran tatap muka dengan teknologi digital untuk mempermudah visualisasi fenomena ekologis yang kompleks.

Secara keseluruhan, grafik menegaskan bahwa strategi pembelajaran yang menggabungkan pengalaman langsung, investigasi ilmiah, dan visualisasi konsep memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan pemahaman ekologi pada siswa sekolah menengah. Berikut grafik Efektivitas Strategi Pembelajaran Ekologi



Gambar 2.1 Tingkat Efektifitas Strategi

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan telaah literatur 2019–2024, pembelajaran ekologi di sekolah menengah paling efektif ketika menggunakan strategi

aktif, kontekstual, dan berbasis pengalaman nyata. *Outdoor Learning*, *Project-Based Learning* dan *Inquiry-Based Learning* secara konsisten terbukti meningkatkan pemahaman konsep, motivasi, serta keterampilan proses sains siswa, sementara Blended Learning, Problem-Based Learning, dan pendekatan multi-representasi mendukung pemahaman konsep yang abstrak dan kompleks.

Namun, penerapan strategi-strategi tersebut masih menghadapi hambatan berupa terstruktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., & Fitria, N. (2021). Pengaruh project-based learning terhadap pemahaman konsep ekosistem siswa SMA. *Journal of Biology Education*, 12(2), 145–153.
- Al Hanafi, M. I. (2024). Pengaruh model pembelajaran Project Based Learning terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(2),
- Am Hidayatullah, M. I. (2025). Efektivitas penggunaan model pembelajaran inquiry dalam meningkatkan hasil pembelajaran IPA siswa sekolah dasar. *Jurnal Inovasi Wahana Pendidikan*, 5(1), 33–42.
- Andari, T., Sugiarto, B., & Lestari, R. (2016). Project based learning untuk meningkatkan literasi lingkungan siswa pada materi ekosistem. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 77–85.
- Ardiansyah, R., & Lestari, W. (2020). Penerapan pembelajaran inkuiri pada materi ekosistem untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(3), 201–209.
- Edelson, D. C., Gordin, D. N., & Pea, R. D. (2011). Addressing the challenges of inquiry-based learning through technology and curriculum design. Dalam K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (hlm. 391–413). New York: Cambridge University Press.
- Fitriana, D., & Hermawan, B. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Kemampuan Literasi Ekologi Siswa. *Jurnal Konseling Indonesia*, 5(2), 123
- Fitriana, D., & Hermawan, B. (2022). Outdoor learning dalam meningkatkan pemahaman konsep ekologi siswa sekolah menengah. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 9(1), 55–67.
- Hasanah, U., & Purwanto, A. (2023). Blended learning pada pembelajaran biologi: Dampaknya terhadap pemahaman konsep siswa. *BioEdu*, 12(1), 33–41.
- Hidayat, T., & Suryani, N. (2020). Efektivitas problem-based learning dalam meningkatkan kepedulian lingkungan siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 8(2), 109–118. Kemendikbudristek. (2023). *Laporan Hasil Ujian Nasional Mata Pelajaran Biologi 2022- 2023*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah.
- Kurniawati, S., & Wicaksono, A. (2021). Pendekatan multi-representasi untuk meningkatkan pemahaman konsep ekologi di SMA. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 89–98. Iahiah, A. (2023). Implementasi model Project Based Learning melalui eco-produk pada materi pencemaran lingkungan. *Jurnal Guruku*, 3(1),
- Lestari, P., & Ramadhan, D. (2024). Review strategi pembelajaran aktif dalam pengajaran ekologi: Tren dan rekomendasi. *Science Education Review*, 14(1), 22–31.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

- Ngertini, N. N., Sadia, I. W., & Yudana, I. M. (2013). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap pemahaman konsep dan literasi sains siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 3(2), 45–53.
- Nugroho, A. (2019). Implementasi project-based learning pada materi ekologi untuk meningkatkan keterampilan kolaboratif. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 10(4), 221–228.
- OECD. (2022). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. Paris: OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Purnamasari, S. (2022). Efektivitas implementasi pembelajaran inkuiri berbasis kearifan lokal terhadap hasil belajar IPA. *Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1), 12–21.
- Putri, S., & Mahendra, W. (2022). Inquiry-based learning dan kemampuan penalaran ilmiah siswa pada topik keanekaragaman hayati. *Journal of Science Education Research*, 7(1), 71–80.
- Sari, F., & Widodo, S. (2023). Kajian Sistematis atas Strategi, Media, dan Kompetensi Siswa dalam Pembelajaran Ekologi. *Journal of Natural Science*, 7(1), 45-52.
<https://journal.mahesacenter.org/index.php/jonas/article/download/1030/pdf>
- Sari, F., & Widodo, S. (2023). Outdoor education dalam meningkatkan literasi ekologi siswa sekolah menengah. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(1), 45–52
- Sari, F., & Widodo, S. (2023). Outdoor education dalam meningkatkan literasi ekologi siswa sekolah menengah. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 2(1), 45–52.
- Simbolon, D. H., & Sahyar. (2015). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing berbasis eksperimen terhadap hasil belajar fisika dan keterampilan proses sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 1– 10.
- Sulysiyah, S. (2024). Penerapan model pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa pada tema ekosistem kelas 5 SDN Malangnengah 01. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 12(2), Syafruddin, S. (2025). Pengaruh model Project Based Learning terhadap kecerdasan ekologi siswa pada konsep ekosistem. *Jurnal ESABI*, 5(1)
- Wijayanti, A. (2022). Efektivitas penerapan model pembelajaran inquiry learning terhadap hasil belajar IPA siswa SMP. *Jurnal Educational Research*, 6(2), 101–110.