

Pengaruh *Problem Based Learning* terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Materi Ekosistem

The Effect of Problem-Based Learning on Students' Science Literacy Skills in Ecosystem-Related Material

Muthia Rahma*, Halim Simatupang, & Titing Mahyana Genaly

Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Disubmit: 23 Juni 2026; Direview: 01 Juli 2026; Disetujui: 15 Juli 2026

*Corresponding Email: muthiarhma@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* (PBL) terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi ekosistem di kelas X SMA Negeri 1 Labuhan Deli. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan PBL di jenjang SMA dengan mengangkat permasalahan lingkungan lokal Labuhan Deli. Metode yang digunakan adalah kuantitatif jenis quasi experiment dengan desain pretest-posttest control group. Sampel penelitian berjumlah 58 siswa yang dipilih melalui cluster random sampling, terbagi menjadi kelas eksperimen (X5, n=29) dan kelas kontrol (X6, n=29). Instrumen berupa tes pilihan ganda sebanyak 25 butir soal literasi sains yang valid dan reliabel. Data dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk, uji Levene, dan Independent Samples t-test pada taraf signifikansi 0,05. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai posttest kelas eksperimen (91,31) lebih tinggi secara signifikan dibanding kelas kontrol (80,83) dengan nilai $p < 0,001$. Ukuran efek (Cohen's d) sebesar 1,66 yang tergolong sangat besar. Kelas eksperimen juga unggul pada seluruh indikator kompetensi literasi sains. Kesimpulannya, model PBL berbasis permasalahan lokal terbukti efektif meningkatkan kemampuan literasi sains siswa dan dapat menjadi alternatif model pembelajaran biologi.

Kata Kunci: *Problem Based Learning*; Literasi Sains; Pendidikan Biologi; Ekosistem; Pembelajaran Aktif

Abstract

This study aims to determine the effect of the *Problem-Based Learning* (PBL) model on students' science literacy skills regarding ecosystem material in the 10th grade at Labuhan Deli State High School 1. The novelty of this study lies in the application of PBL at the high school level by addressing local environmental issues in Labuhan Deli. The method used was a quantitative quasi-experimental study with a pretest-posttest control group design. The study sample consisted of 58 students selected through cluster random sampling, divided into an experimental class (X5, n = 29) and a control class (X6, n = 29). The instrument consisted of a multiple-choice test comprising 25 valid and reliable science literacy items. Data were analyzed using the Shapiro-Wilk test, Levene's test, and the independent samples t-test at a significance level of 0.05. The results showed that the mean posttest score of the experimental class (91.31) was significantly higher than that of the control class (80.83), with a p-value < 0.001. The effect size (Cohen's d) was 1.66, which is classified as very large. The experimental class also outperformed the control class on all science literacy competency indicators. In conclusion, the problem-based learning (PBL) model based on local issues proved effective in improving students' science literacy skills and can serve as an alternative model for biology instruction.

Keywords: *Problem-Based Learning*; Scientific Literacy; Biology Education; Ecosystem; Active Learning

How to Cite: Rahma, M., Simatupang, H. & Genaly, T.M. (2026). Pengaruh *Problem Based Learning* terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa pada Materi Ekosistem. *Journal of Natural Sciences*. 7(2): 123-131



PENDAHULUAN

Pembelajaran biologi menuntut siswa memiliki literasi sains, yaitu kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, menginterpretasi data dan bukti, serta mengambil keputusan yang bertanggung jawab terkait isu lingkungan dan keberlanjutan, sehingga menjadi kompetensi penting untuk menghadapi tantangan abad ke-21 (Hafizah & Nurhaliza, 2021). Namun, pembelajaran biologi di lapangan masih berfokus pada hafalan konsep, kurang melibatkan siswa secara aktif, dan jarang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi (Yasin, 2025). Hasil PISA 2022 menunjukkan peringkat Indonesia naik menjadi ke-66 dari 81 negara, namun skor rata-rata literasi sains hanya 383 poin, menurun dari 396 poin pada PISA 2018, dan masih tergolong rendah secara global (OECD, 2022; OECD, 2023). Pelajar Indonesia umumnya baru mampu mengidentifikasi fenomena sains sederhana, namun masih kesulitan menganalisis permasalahan ilmiah yang lebih kompleks, sehingga diperlukan intervensi kurikulum yang lebih terarah dan sistematis (Wulandari & Rachmadiarti, 2025).

Rendahnya literasi sains siswa dipengaruhi oleh faktor siswa, guru, dan sekolah, antara lain belum memahami konsep dasar sains, pembelajaran yang berpusat pada metode konvensional, keterbatasan menafsirkan data tabel maupun grafik, serta rendahnya minat membaca dan mengulang materi (Suparya *et al.*, 2022). Guru yang belum optimal melatih keterampilan literasi sains menyebabkan siswa kurang terbiasa menganalisis persoalan ilmiah, sementara kurangnya fasilitas pendukung seperti laboratorium turut membatasi keterlibatan aktif siswa dalam praktikum (Yusmar *et al.*, 2023). Literasi sains sendiri mencakup kemampuan memanfaatkan pengetahuan ilmiah, merumuskan pertanyaan, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti guna memahami fenomena alam dan hubungan manusia dengan lingkungannya (Susanto *et al.*, 2023). Materi ekosistem berpotensi besar mendukung literasi sains karena erat kaitannya dengan permasalahan lingkungan seperti pencemaran, kerusakan habitat, alih fungsi lahan, hingga perubahan iklim, sehingga siswa diharapkan mampu memberikan solusi atas persoalan tersebut (Nabilah *et al.*, 2023). Namun, pembelajaran biologi di sekolah masih berfokus pada pencapaian nilai, tanpa banyak melibatkan siswa dalam proses berpikir kritis dan kontekstual.

Hasil wawancara dengan guru Biologi di SMA Negeri 1 Labuhan Deli menunjukkan siswa masih kesulitan memahami konsep ekosistem, menganalisis hubungan komponen

biotik-abiotik, dan menafsirkan permasalahan lingkungan terkait, karena pembelajaran masih didominasi metode ceramah. Guru memang telah menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL), namun jarang dan tidak konsisten digunakan. Hasil pra-penelitian memperkuat temuan ini, dengan nilai rata-rata literasi sains siswa hanya 62 dari skor maksimum 100, mengindikasikan kesenjangan antara capaian akademik dan keterampilan literasi sains yang dibutuhkan siswa abad ke-21. PBL dinilai sesuai untuk mengatasi kondisi tersebut karena menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran dan mendorong mereka membangun pengetahuan melalui penyelesaian masalah kehidupan nyata (Utami & Setyaningsih, 2022). Penelitian terdahulu menunjukkan PBL efektif meningkatkan berpikir kritis dan literasi sains siswa (Putriyani, 2024), meningkatkan literasi sains siswa SMA karena berorientasi pada penyelesaian masalah secara ilmiah (Alatas & Fauziah, 2020), serta efektif mengembangkan kemampuan kolaborasi dan komunikasi ilmiah peserta didik (Kurniati & Adelia, 2023).

Integrasi antara PBL dan literasi sains didukung kuat oleh beberapa penelitian terdahulu. Menurut Ke *et al.* (2021), pembelajaran berbasis isu sosio-saintifik mendorong siswa menggunakan berbagai model ilmiah untuk memecahkan masalah kompleks di masyarakat. Selain itu, Husniyyah *et al.* (2023) serta Suryanti *et al.* (2024) menemukan bahwa model pembelajaran berbasis masalah dan proyek secara konsisten mampu mendongkrak literasi sains siswa. Tetapi, fokus penelitian terdahulu mayoritas masih berada di jenjang dasar dan menengah pertama (SD/SMP). Kajian mengenai penerapan PBL terhadap literasi sains siswa SMA pada materi ekosistem dengan konteks lingkungan lokal masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kekosongan tersebut dengan menyajikan bukti empiris penerapan PBL di jenjang SMA wilayah Labuhan Deli.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai pengaruh model *Problem Based Learning* terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi ekosistem di Kelas X SMA Negeri 1 Labuhan Deli penting untuk dilaksanakan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai efektivitas model PBL dalam meningkatkan literasi sains siswa, sekaligus menjadi referensi bagi guru dalam menentukan model pembelajaran yang sesuai pada materi ekosistem.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan jenis *quasi experiment* dan desain *Pretest-Posttest Control Group*. Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Labuhan Deli, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara pada semester genap tahun ajaran 2025/2026.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X yang berjumlah 174 siswa. Sampel diambil menggunakan teknik *cluster random sampling* sehingga terpilih kelas X₅ sebagai kelas eksperimen ($n = 29$) dan kelas X₆ sebagai kelas kontrol ($n = 29$). Kelas eksperimen mendapat perlakuan berupa penerapan model *Problem Based Learning* (PBL) selama empat pertemuan, sedangkan kelas kontrol menggunakan model *Direct Instruction* dengan materi yang sama, yaitu ekosistem.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model PBL, sedangkan variabel terikat adalah kemampuan literasi sains siswa yang diukur berdasarkan tiga indikator aspek kompetensi menurut kerangka PISA 2025, yaitu: (1) menjelaskan fenomena secara ilmiah; (2) meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan dan tindakan; serta (3) mengevaluasi desain penyelidikan ilmiah dan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah secara kritis.

Instrumen yang digunakan berupa tes literasi sains dalam bentuk pilihan ganda yang dikembangkan berdasarkan indikator kompetensi PISA 2025. Instrumen diujicobakan pada 34 butir soal dan dinyatakan valid sebanyak 25 butir berdasarkan uji validitas korelasi *point biserial* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Reliabilitas instrumen diuji menggunakan formula Kuder-Richardson (KR-20) dan diperoleh koefisien $r_{11} = 0,93$ (kategori sangat tinggi). Uji tingkat kesukaran dan daya pembeda juga dilakukan untuk memastikan kualitas butir soal (Arikunto, 2018). Seluruh 25 butir soal yang valid digunakan sebagai instrumen *pretest* dan *posttest*.

Analisis data dilakukan secara statistik inferensial. Uji prasyarat meliputi uji normalitas dengan uji *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan uji *Levene*, keduanya menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ melalui program SPSS. Uji hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Samples t-test* untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara kemampuan literasi sains kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah perlakuan (Sugiyono, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 1 Labuhan Deli dengan melibatkan dua kelas, yaitu kelas X5 sebagai kelas eksperimen yang dibelajarkan menggunakan model PBL dan kelas X6 sebagai kelas kontrol yang dibelajarkan menggunakan model *Direct Instruction*, keduanya pada materi ekosistem.

Kemampuan Literasi Sains Siswa

Kemampuan literasi sains siswa diukur melalui *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas. Perbandingan hasil disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan literasi sains

Kelas	N	Pretest		Posttest	
		Mean	SD	Mean	SD
Eksperimen	29	43,45	9,72	91,31	5,46
Kontrol	29	44,83	8,17	80,83	7,04

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kemampuan awal kedua kelas relatif setara. Setelah perlakuan, kelas eksperimen mengalami peningkatan sebesar 47,86 poin, sementara kelas kontrol meningkat 35,00 poin. Selisih peningkatan antara kedua kelas mencapai 12,86 poin, yang mengindikasikan keunggulan kelas eksperimen secara deskriptif.

Uji Prasyarat dan Uji Hipotesis

Sebelum uji hipotesis dilakukan, data diuji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dan homogenitas menggunakan uji *Levene*. Seluruh data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas memperoleh nilai signifikansi di atas 0,05, sehingga data dinyatakan berdistribusi normal dan homogen. Berdasarkan terpenuhinya kedua asumsi tersebut, uji hipotesis dilanjutkan menggunakan *Independent Samples t-test*. Hasil uji disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji hipotesis kemampuan literasi sains

Data	Kelas	N	Mean	t	Sig.
Pretest	Eksperimen	29	43,45	0,585	0,561
	Kontrol	29	44,83		
Posttest	Eksperimen	29	91,31	-6,336	<0,001
	Kontrol	29	80,83		

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada data *pretest*, tidak terdapat perbedaan kemampuan awal yang berarti antara kedua kelas (Sig. = 0,561). Pada data *posttest*, terdapat perbedaan yang nyata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol (Sig. < 0,001),

sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Dengan demikian, model PBL terbukti berpengaruh terhadap kemampuan literasi sains siswa pada materi ekosistem.

Ketercapaian Indikator Kompetensi Literasi Sains

Ketercapaian masing-masing indikator kompetensi literasi sains pada kedua kelas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Ketercapaian indikator kompetensi literasi sains

Indikator Kompetensi	Eksperimen (%)	Kontrol (%)	Selisih (%)
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	91	81	10
Meneliti, mengevaluasi, dan menggunakan informasi ilmiah	91	80	11
Mengevaluasi desain penyelidikan dan menginterpretasikan data	92	81	11

Berdasarkan Tabel 3, kelas eksperimen mengungguli kelas kontrol pada seluruh indikator dengan selisih antara 10–11%. Indikator ketiga memperoleh skor tertinggi pada kelas eksperimen (92%), sementara indikator kedua menunjukkan selisih terbesar antara kedua kelas (11%).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL berpengaruh positif terhadap kemampuan literasi sains siswa, yang tercermin dari keunggulan kelas eksperimen pada seluruh indikator kompetensi. Pengaruh ini erat kaitannya dengan karakteristik sintaks PBL yang secara sistematis melatih kemampuan berpikir ilmiah siswa melalui serangkaian aktivitas pemecahan masalah yang kontekstual (Arends, 2012).

Temuan ini juga dapat dijelaskan melalui teori konstruktivisme, yang memandang pengetahuan dibangun secara aktif oleh siswa melalui interaksi dengan lingkungan dan pengalaman nyata, bukan sekadar diterima secara pasif dari guru (Piaget, 1970). Perspektif konstruktivisme sosial Vygotsky (1978) menambahkan bahwa interaksi dan diskusi kelompok dalam penyelidikan masalah berperan penting dalam membangun pemahaman ilmiah siswa secara kolaboratif. Prinsip inilah yang mendasari model PBL, yang menurut Barrows (1996) dirancang agar siswa menghadapi masalah nyata sebagai titik awal proses belajar, sehingga mendorong mereka mengonstruksi pengetahuan sains secara mandiri sekaligus melatih keterampilan literasi sains yang dibutuhkan untuk memahami dan memecahkan persoalan kontekstual.

Pada tahap orientasi masalah, siswa dihadapkan pada fenomena nyata yang berkaitan dengan ekosistem di lingkungan sekitar sekolah. Stimulus kontekstual ini mendorong siswa untuk mengidentifikasi permasalahan ilmiah dan menghubungkannya



dengan konsep ekosistem yang dipelajari, sehingga melatih kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah. Ketika siswa dituntut memaknai peristiwa nyata menggunakan pengetahuan yang dimiliki, proses berpikir ilmiah mulai terbentuk secara aktif (Afkar *et al.*, 2024).

Pada tahap pengorganisasian dan penyelidikan, siswa secara berkelompok mencari, menilai, dan mengolah informasi dari berbagai sumber untuk menjawab permasalahan yang dirumuskan. Proses ini melatih indikator meneliti dan mengevaluasi informasi ilmiah, karena siswa tidak hanya mengumpulkan data, tetapi juga menilai relevansi dan kualitasnya sebelum dijadikan dasar keputusan ilmiah (Gimnastiar, 2024). Aktivitas seperti menyusun tabel, diagram, dan skema aliran energi pada tahap ini secara langsung mengembangkan kemampuan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah, yang menjadi indikator dengan skor tertinggi pada kelas eksperimen (lihat Tabel 3).

Pada tahap penyajian dan evaluasi, siswa mempresentasikan hasil temuan di depan kelas dan menanggapi pertanyaan dari kelompok lain. Proses ini menuntut kemampuan mengubah data mentah menjadi argumen ilmiah yang koheren dan dapat dipertanggungjawabkan. Kondisi ini sejalan dengan temuan Tillah & Subekti (2025) serta Putriyani (2024) bahwa seluruh sintaks PBL secara integratif melatih dimensi kompetensi literasi sains, mulai dari penjelasan fenomena hingga interpretasi bukti.

Sementara itu, kelas kontrol yang menggunakan model *Direct Instruction* juga menunjukkan peningkatan, namun dalam kisaran yang lebih rendah. Pada model ini, penyampaian materi berpusat pada guru sehingga kesempatan siswa untuk mengeksplorasi ide, menguji dugaan, dan membangun pengetahuan secara mandiri lebih terbatas. Perbedaan pengalaman belajar inilah yang menjelaskan kesenjangan hasil akhir antara kedua kelas (Gimnastiar, 2024; Dadiara *et al.*, 2026).

Secara keseluruhan, temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian terdahulu yang membuktikan efektivitas model PBL dalam meningkatkan literasi sains pada pembelajaran biologi (Putriyani, 2024; Ridho *et al.*, 2025; Wulandari & Rachmadiarti, 2025). Keunggulan model PBL terletak pada kemampuannya menciptakan pengalaman belajar yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa, sehingga seluruh indikator kompetensi literasi sains dapat berkembang secara terintegrasi dalam satu rangkaian proses pembelajaran.

SIMPULAN

Penerapan model *Problem Based Learning* terbukti berpengaruh positif terhadap kemampuan literasi sains siswa kelas X pada materi ekosistem di SMA Negeri 1 Labuhan Deli. Keunggulan kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol tampak pada seluruh indikator kompetensi literasi sains, yaitu kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, meneliti dan mengevaluasi informasi ilmiah untuk pengambilan keputusan, serta mengevaluasi desain penyelidikan dan menginterpretasikan data dan bukti ilmiah. Pengaruh tersebut terjadi karena setiap tahapan sintaks PBL, mulai dari orientasi masalah, penyelidikan kelompok, penyajian hasil, hingga evaluasi pemecahan masalah, secara sistematis melatih siswa untuk berpikir ilmiah, menganalisis permasalahan kontekstual, dan membangun pengetahuan secara aktif dan mandiri. Dengan demikian, model PBL dapat dijadikan alternatif model pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan literasi sains siswa, khususnya pada materi ekosistem yang sarat dengan permasalahan lingkungan yang relevan dengan kehidupan nyata siswa. Temuan ini mengimplikasikan pentingnya guru biologi menerapkan PBL secara konsisten dan didukung fenomena kontekstual lokal untuk melatih literasi sains siswa secara berkelanjutan, serta menjadi bahan pertimbangan sekolah dalam merancang kebijakan pembelajaran berbasis masalah. Penelitian selanjutnya disarankan menguji penerapan model PBL pada materi biologi lain maupun jenjang pendidikan yang berbeda, guna memperkuat generalisasi temuan mengenai efektivitas PBL dalam meningkatkan literasi sains siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afkar, R., Muharni, M., & Suhartini, S. (2024). Profil Literasi Sains Peserta Didik pada Materi Hukum Newton. *Intelektualita: Journal of Education Sciences and Teacher Training*, 13(01), 27-45.
- Alatas, F., & Fauziah, S. (2020). Pengaruh model problem-based learning terhadap kemampuan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2), 110-119.
- Arends, R. I. (2012). *Learning To Teach*. New York: MCGraw-Hill.
- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68), 3-12.
- Dadiara, J., Leasa, M., Batlolona, J. R. (2026). Effects of Problem-Based Learning on Elementary Students' Scientific Literacy: A Quasi-Experimental Study. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 14(1), 224-242.
- Gimnastiar, A. N., Hermanto, I. M., Samatowa, L., & Nurhayati. (2024). Penerapan Model *Problem Based Learning* (PBL) Terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa SMP pada Pembelajaran IPA (Literature Review). *Normalita: Jurnal Pendidikan*, 11(3).
- Hafizah, N., & Nurhaliza, S. (2021). Literasi sains dalam pembelajaran biologi abad 21. *Jurnal Pendidikan Biologi Nusantara*, 9(1), 67-75.



- Husniyyah, A. A., Purnomo, T., & Budiyo, M. (2023). Scientific Literacy Improvement Using Socio-Scientific Issues Learning. *IJORE: International Journal of Recent Educational Research*, 4(4), 447-456.
- Ke, L., Sadler, T. D., Zangori, L., & Friedrichsen, P. J. (2021). Developing and using multiple models to promote scientific literacy in the context of socio-scientific issues. *Science & Education*, 30(3), 589-607.
- Kurniati, D., & Adelia, F. (2023). Kolaborasi dan komunikasi ilmiah dalam pembelajaran problem-based learning. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains*, 11(1), 56-63.
- Nabilah, T. Z., Faradisi, A. R., & Sari, E. A. (2023). Analisis materi ekosistem pada keterampilan sains siswa sekolah dasar. *Journal of Humanities and Social Studies*, 1(2), 390-395.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science*. OECD Publishing.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing.
- Piaget, J. (1970). *Genetic Epistemology*. New York: Columbia University Press.
- Putriyani, E. (2024). Penerapan model problem-based learning (PBL) terhadap keterampilan berpikir kritis dan literasi sains siswa pada pembelajaran IPA terpadu materi ekosistem siswa kelas VII SMP Negeri 1 Kadipaten Tasikmalaya. *Jurnal Kajian Penelitian dan Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(2), 267-280.
- Ridho, M., Kurniawati, Z. L., Rambitan, V. M., Serena, N. A., & Masitah, M. (2025). Pengaruh Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Berbantuan Media Aplikasi Smart Apps Creator 3 pada Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya terhadap Kemampuan Literasi Sains Siswa SMA Negeri 14 Samarinda. *Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan (JIIP)*, 8(10), 11747-11755.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta Bandung.
- Susanto, T. T. D., Solihin, R. R., Fauziyah, E. P., Yanti, N. V. I., & Ramadhania, A. P. (2023). The efforts of Indonesian government in increasing teacher quality based on PISA result in 2022: A literature review. *Perspektif Ilmu Pendidikan*, 38(1), 57-65.
- Suryanti, Nursalim, M., Choirunnisa, N. L., & Yuliana, I. (2024). STEAM-Project-based learning: a catalyst for elementary school students' scientific literacy skills. *European Journal of Educational Research*, 13(1), 1-14.
- Suparya, I. K., Suastra, I. W., & Arnyana, I. B. P. (2022). Rendahnya Literasi Sains: Faktor Penyebab dan Alternatif Solusinya. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti*, 9(1), 153-166.
- Tillah, N.F., & Subekti, H. (2025). Analisis Kemampuan Literasi Sains SMP berdasarkan Indikator dan Level Literasi Sains. *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknologi*, 12(1), 137-154.
- Utami, F. U., & Setyaningsih, E. (2022). Kemampuan literasi sains peserta didik menggunakan pembelajaran problem-based learning pada materi sistem ekskresi. *Journal of Education Learning and Innovation*, 2(2), 240-250.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wulandari, F., & Rachmadiarti, F. (2025). *E-BOOK Interaktif Pbl (Problem Based Learning) Pada Materi Ekosistem Untuk Melatihkan Keterampilan Literasi Sains Siswa Kelas X SMA*. *Bioedu: Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi*, 14(3), 680-690.
- Yasin, F. M. (2025). Peningkatan Pemahaman Konsep dan Penerapan Pembelajaran Literasi Sains dan Literasi Terintegrasi Pada Guru Madrasah Ibtidaiyah Melalui Kegiatan KKG. *SEARCH: Science Education Research Journal*, 4(1), 45-51.
- Yusmar, F., Rahayu, N., & Lestari, R. (2023). Pengaruh fasilitas sekolah terhadap kemampuan literasi sains peserta didik. *Jurnal Pendidikan Sains Terapan*, 7(1), 77-86.