

PROFIL LITERASI SAINS DALAM ASPEK KESEHATAN LINGKUNGAN PADA SISWA SMK KESEHATAN: STUDI KASUS PASCA-INTERVENSI EDUKATIF

Ni Komang Dina Suciari^{1*}, Desak Nyoman Budiningsih², I Made Diarta³

^{1,2,3} Universitas Mahasaraswati Denpasar

*e-mail: dinasuciari@unmas.ac.id

ABSTRAK

Literasi sains merupakan kompetensi esensial bagi siswa SMK Kesehatan dalam menyelesaikan permasalahan kesehatan lingkungan secara rasional. Namun, intervensi edukasi lingkungan yang ada selama ini masih didominasi penguatan hafalan konseptual linier dan jarang mengevaluasi profil penalaran ilmiah siswa pasca-edukasi secara diagnostik. Penelitian ini bertujuan memetakan profil literasi sains siswa SMK pasca-intervensi edukatif berbasis materi aplikasi kesehatan lingkungan, sekaligus mendiagnosis ketimpangan antar-indikator PISA dan kendala penalaran spesifik siswa. Penelitian deskriptif kuantitatif-kualitatif ini melibatkan 26 siswa SMKS Kesehatan. Data dihimpun melalui tes 15 butir soal PISA dan dianalisis menggunakan persentase capaian, indeks kesukaran (P), serta pembedahan opsi jawaban (*distractor analysis*). Capaian rata-rata literasi sains siswa tergolong tinggi (68,21%). Siswa unggul pada indikator menafsirkan data (77,47%) dan menjelaskan fenomena secara ilmiah (73,08%). Namun, indikator mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah tergolong rendah (47,12%), dengan kendala utama pada penentuan variabel kontrol ($P = 0,19$) serta validitas pengulangan eksperimen ($P = 0,27$). Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini bahwa Intervensi edukatif efektif meningkatkan pemahaman konseptual dan interpretasi data kesehatan lingkungan, namun pembelajaran berorientasi logika eksperimen formal masih membutuhkan penguatan intensif.

Kata Kunci: Kesehatan Lingkungan, Literasi Sains, PISA, Siswa SMK, Intervensi Edukatif.

ABSTRACT

Scientific literacy is an essential competence for health vocational high school (SMK) students in solving environmental health problems rationally. However, existing environmental education interventions remain dominated by linear conceptual memorization and rarely evaluate students' post-educational scientific reasoning profiles diagnostically. This study aims to map the scientific literacy profile of vocational health students following an educational intervention based on applied environmental health materials, while diagnosing disparities across PISA indicators and identifying students' specific reasoning constraints. This descriptive quantitative-qualitative study involved 26 students from a health vocational high school. Data were collected using a 15-item PISA-based test and analyzed through percentage achievement, item difficulty index (P), and distractor analysis. The average scientific literacy achievement of students was categorized as high (68.21%). Students excelled in the indicator of interpreting data and evidence scientifically (77.47%) and explaining phenomena scientifically (73.08%). However, the indicator of evaluating and designing scientific inquiry was relatively low (47.12%), with primary obstacles identified in determining control variables ($P = 0.19$) and understanding the validity of experimental replication ($P = 0.27$). The conclusion of this research is educational interventions effectively improve conceptual understanding and data interpretation in environmental health; however, learning oriented toward formal experimental logic still requires intensive reinforcement.

Keywords: Environmental Health, Educational Intervention, PISA, Scientific Literacy, Vocational High School Students.

PENDAHULUAN

Literasi sains merupakan salah satu kompetensi kunci abad ke-21 yang menuntut individu untuk mampu menggunakan pengetahuan ilmiah, mengidentifikasi pertanyaan, serta menarik kesimpulan berbasis bukti dalam memahami dan mengambil keputusan terkait alam maupun perubahan yang dilakukan manusia (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023). Bagi siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bidang kesehatan, literasi sains mengenai kesehatan lingkungan—seperti kualitas sanitasi air, pengelolaan limbah medis dan rumah tangga, serta pengawasan vektor penyakit—memiliki peran strategis dalam membentuk calon tenaga kesehatan yang responsif dan solutif di masyarakat (Herlina et al., 2021; Kurniati & Handayani, 2026). Meskipun demikian, Laporan PISA (Programme for International Student Assessment) terbaru mencatat bahwa rata-rata skor literasi sains siswa Indonesia masih tergolong rendah, yakni sebesar 383 poin, yang menempatkan mayoritas peserta didik berada pada level kemampuan konseptual dasar (OECD, 2023).

Rendahnya capaian tersebut salah satunya dipicu oleh orientasi pembelajaran sains di tingkat sekolah menengah yang masih didominasi oleh pendekatan konvensional dan hafalan linier, sehingga gagal memvisualisasikan konsep saintifik yang kompleks serta kurang mengaitkannya dengan masalah di dunia nyata (Fauziah, 2025). Akibatnya, siswa kejuruan kerap mengalami kendala serius saat dihadapkan pada tugas-tugas yang membutuhkan penalaran metodologis, seperti mengidentifikasi variabel dalam eksperimen atau merancang uji laboratorium sederhana (Mustika et al., 2026; Wiyarsi et al., 2021). Sebagai bentuk intervensi, berbagai inovasi pembelajaran berbasis media aplikatif (seperti poster edukatif, e-module, maupun case-based learning) telah banyak dikembangkan untuk mendorong keterlibatan dan hasil belajar siswa (Mustika et al., 2026).

Meskipun intervensi edukatif berbasis media aplikatif dilaporkan mampu meningkatkan pemahaman konsep, sebagian besar evaluasi yang dipublikasikan selama ini hanya berfokus pada peningkatan skor akumulatif secara umum (seperti *gain score pre-test dan post-test*) atau sekadar menilai kepuasan peserta (Fauziah, 2025). Di sinilah letak research gap utama yang belum banyak dieksplorasi: penelitian-penelitian terdahulu masih sangat jarang membedah secara diagnostik bagaimana profil literasi sains siswa terbentuk pada tiap-tiap indikator standar PISA pasca-pemberian edukasi. Selain itu, pembedahan kualitatif terhadap pola kesalahan jawaban siswa (*distractor analysis*) guna mengidentifikasi miskonsepsi spesifik dalam menentukan variabel kontrol dan keandalan penyelidikan ilmiah masih sangat terbatas pada konteks pendidikan vokasi kesehatan.

Untuk mengisi kesenjangan penelitian (*research gap*) tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memetakan secara komprehensif profil kemampuan literasi sains siswa SMK Kesehatan pasca-intervensi edukatif pada topik kesehatan lingkungan. Penelitian ini secara khusus berfokus pada tiga hal: (1) menganalisis persentase capaian siswa pada tiga indikator utama PISA (menjelaskan fenomena ilmiah, mengevaluasi/merancang penyelidikan ilmiah, serta menafsirkan data ilmiah), (2) menentukan tingkat kesukaran (*P*) butir soal, serta (3) mendiagnosis kendala penalaran ilmiah dan miskonsepsi spesifik yang dialami siswa melalui pembedahan jawaban. Temuan penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi empiris bagi pengembangan model dan bahan ajar sains yang lebih presisi pada pendidikan vokasi kesehatan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif kuantitatif yang diperkuat dengan analisis kualitatif deskriptif (*mixed-methods convergent design*). Pendekatan ini dipilih untuk memetakan capaian kuantitatif literasi sains siswa secara objektif sekaligus membedah secara kualitatif (*diagnostic analysis*) pola miskonsepsi dan hambatan penalaran ilmiah yang dialami siswa pasca-intervensi edukatif kesehatan lingkungan.

Penelitian dilaksanakan di SMKS Kesehatan Bali Medika Denpasar pada 10 Juni 2025. Subjek penelitian ditentukan menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu sebanyak $N = 26$ siswa kelas X. Seluruh subjek telah mengikuti rangkaian kegiatan intervensi edukatif berbasis materi aplikasi kesehatan lingkungan (penggunaan poster edukatif, analisis studi kasus sanitasi air, dan pengelolaan limbah).

Data dikumpulkan menggunakan tes kemampuan literasi sains berbentuk pilihan ganda beralasan yang dikembangkan berdasarkan kerangka kerja PISA (*Programme for International Student Assessment*). Instrumen terdiri dari 15 butir soal pilihan ganda yang memuat konteks kesehatan lingkungan lokal (kualitas air bersih, sanitasi, dan penyakit berbasis lingkungan). Kisi-kisi instrumen disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kisi-kisi Instrumen Tes Literasi Sains Berdasarkan Indikator PISA

No	Indikator Literasi Sains (PISA)	Butir Soal Terkait	Jumlah Soal
1	Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah	1, 5, 6, 7	4
2	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	3, 8, 9, 15	4
3	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	2, 4, 10, 11, 12, 13, 14	7

Data kuantitatif dan kualitatif dianalisis melalui tiga tahapan sistematis:

1. Analisis Persentase Capaian per Indikator: Persentase capaian literasi sains (P_i) pada setiap indikator dihitung menggunakan rumus:

$$P_i = \left(\frac{\sum S_{\text{benar}}}{\sum S_{\text{maks}}} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

S = skor

Hasil persentase dikategorikan mengacu pada skala interval Sugiyono (2019) dan Riduwan (2020) sebagaimana tercantum pada Tabel 2.

Rentang Persentase (%)	Kategori
81% – 100%	Sangat Tinggi / Sangat Baik
61% – 80%	Tinggi / Baik
41% – 60%	Cukup / Sedang
21% – 40%	Rendah / Kurang
0% – 20%	Sangat Rendah

2. Analisis Indeks Kesukaran Soal (P)

Tingkat kesukaran butir soal dihitung untuk mengidentifikasi distribusi bobot soal dan menemukan butir soal mana yang paling sulit dikuasai siswa:

$$P = \frac{B}{N}$$

Keterangan:

P = indeks kesukaran,

B = adalah jumlah siswa yang menjawab benar,

N = total siswa ($N = 26$).

Kriteria kesukaran diklasifikasikan berdasarkan Arikunto (2021).

Rentang Persentase (%)	Kategori
$P < 0,30$	Sukar/Sulit
$0,30 \leq P \leq 0,70$	Sedang
$P > 0,70$	Mudah

3. Analisis Pembedahan Jawaban (*Distractor/Misconception Analysis*)

Analisis kualitatif dilakukan secara khusus pada butir soal yang tergolong kategori Sukar ($P < 0,30$). Tahap ini membedah distribusi pilihan opsi jawaban salah (distraktor) guna mendiagnosis pola miskonsepsi dasar siswa dalam menentukan variabel penelitian maupun validitas eksperimen ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Profil Capaian Literasi Sains per Indikator

Berdasarkan analisis tes kemampuan literasi sains yang diberikan pasca-intervensi edukatif kesehatan lingkungan, rata-rata capaian literasi sains siswa SMKS Kesehatan Bali Medika Denpasar secara keseluruhan berada pada kategori Tinggi dengan nilai persentase sebesar 68,21%. Rincian persentase capaian dan kategori kualitatif pada masing-masing indikator PISA disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Capaian Literasi Sains Siswa per Indikator PISA

No	Indikator Literasi Sains (PISA)	Persentase Capaian	Kategori
1	Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah	73,08%	Tinggi
2	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	47,12%	Cukup
3	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	77,47%	Tinggi
Rata-rata keseluruhan		68,21%	Tinggi

Data pada Tabel 3 memperlihatkan adanya variasi capaian yang kontras antar-indikator. Siswa mencapai performa sangat optimal pada Indikator 3 (Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah) sebesar 77,47% dan Indikator 1 (Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah) sebesar 73,08%. Sebaliknya, Indikator 2 (Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah) mencatatkan nilai terendah, yaitu sebesar 47,12% (Kategori Cukup), yang menjadi titik tekan masalah penalaran ilmiah siswa.

Analisis Tingkat Kesukaran Soal dan Pola Jawaban

Untuk mendiagnosis secara rinci letak hambatan penalaran siswa, dilakukan analisis tingkat kesukaran (P) pada 15 butir soal. Hasil rekapitulasi indeks kesukaran yang diurutkan dari butir soal paling sulit hingga paling mudah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Tingkat Kesukaran Soal (P) Diurutkan dari Nilai Terkecil (Paling Sulit)

No	Nomor Soal	Indikator Literasi Sains (PISA)	Indeks Kesukaran (P)	Kategori Soal
1	Soal 8	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	0,19	Sukar
2	Soal 9	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	0,27	Sukar
3	Soal 2	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	0,54	Sedang
4	Soal 7	Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah	0,54	Sedang
5	Soal 1	Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah	0,58	Sedang
6	Soal 3	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	0,65	Sedang
7	Soal 10	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	0,69	Sedang
8	Soal 11	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	0,69	Sedang
9	Soal 12	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	0,73	Mudah
10	Soal 15	Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah	0,77	Mudah
11	Soal 5	Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah	0,85	Mudah
12	Soal 4	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	0,88	Mudah
13	Soal 13	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	0,88	Mudah
14	Soal 6	Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah	0,96	Mudah
15	Soal 14	Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah	1,00	Mudah

Berdasarkan Tabel 4, terdapat dua butir soal yang berada pada kategori Sukar ($P < 0,30$), yaitu Soal 8 ($P = 0,19$) dan Soal 9 ($P = 0,27$), di mana keduanya menorehkan angka kesalahan terbesar dan berasal dari Indikator Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah.

PEMBAHASAN

Efektivitas Intervensi Edukatif pada Pemahaman Konseptual dan Interpretasi Data

Capaian tinggi pada Indikator Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah (77,47%) serta Indikator Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah (73,08%) membuktikan bahwa intervensi edukatif berbasis media visual terapan (poster dan studi kasus lingkungan lokal) efektif meningkatkan *content knowledge* dan *procedural knowledge* siswa pada level aplikasi langsung. Temuan ini sejalan dengan teori beban kognitif (*Cognitive Load Theory*) dari Sweller, di mana representasi visual yang terstruktur mampu memfasilitasi pembentukan skema kognitif tanpa membebani memori kerja (*working memory*) siswa (Sweller et al., 2019).

Secara kontekstual, tinggi capaian pada Indikator 3 didorong oleh karakteristik siswa vokasi kesehatan yang sudah terbiasa berinteraksi dengan instrumen pengukuran, membaca grafik parameter lingkungan (seperti pH air dan kadar koliform), serta menginterpretasikan simbol-simbol medis. Penyelidikan ilmiah pada konteks ini relevan dengan temuan Nurhayani et al. (2024), yang menyatakan bahwa siswa SMK menunjukkan keunggulan literasi saat materi disajikan dalam format representasi grafik dan tabel terapan. Hal ini diperkuat oleh fakta

bahwa Soal 14 ($P = 1,00$) dan Soal 6 ($P = 0,96$) dijawab benar oleh hampir seluruh siswa. Penguasaan pada soal-soal ini mengonfirmasi bahwa edukasi lingkungan berbasis kasus kontekstual sangat berhasil dalam menanamkan pemahaman fungsional mengenai sanitasi lingkungan dan aplikasi teknologi biofilter sederhana (Wiyarsi et al., 2021).

Diagnosis Kendala Metodologis: Miskonsepsi Variabel dan Validitas Eksperimen

Meskipun capaian rata-rata secara keseluruhan masuk kategori Tinggi (68,21%), temuan terpenting dari penelitian ini terletak pada ketimpangan signifikan pada Indikator Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah (47,12%). Hasil ini menguji sekaligus memperkuat *epistemic knowledge framework* PISA, di mana pemahaman akan "bagaimana ilmu pengetahuan dihasilkan secara metodologis" jauh lebih sulit dibangun daripada pemahaman "apa produk pengetahuan tersebut" (OECD, 2023).

Pembedahan kualitatif (*distractor analysis*) pada dua soal dengan tingkat kesukaran tertinggi mengidentifikasi dua kendala penalaran utama yang dialami siswa:

1. Kegagalan Mengidentifikasi Variabel Kontrol (Soal 8; $P = 0,19$):

Pada Soal 8 yang menyajikan kasus investigasi filtrasi air, sebanyak 80,8% siswa terjebak memilih opsi jawaban distraktor B atau C (menganggap jenis media filter atau diameter tabung sebagai variabel kontrol), alih-alih mempertahankan volume air tetap konstan. Hal ini memperlihatkan adanya miskonsepsi *Control of Variables Strategy* (CVS). Siswa mengalami krisis penalaran diferensiasi antara *manipulated variable* (variabel bebas) dan *controlled variable* (variabel kontrol). Temuan ini sejalan dengan riset Hidayat et al. (2023) serta Rahmayani & Setiawan (2025), yang mengungkapkan bahwa siswa sering kali berfokus pada objek fisik yang dimanipulasi daripada aspek kondisi eksperimen yang harus distabilkan agar pengujian bersifat *fair test*.

2. Keterbatasan Pemahaman Validitas Prosedural / Replikasi (Soal 9; $P = 0,27$):

Pada Soal 9 yang menguji logika validitas uji kualitas sampel air, mayoritas siswa memilih tindakan observasi sekali jalan tanpa melibatkan pengulangan (*replication*). Kesalahan ini menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap *epistemic aspect of science*—bahwa keandalan data ilmiah sangat bergantung pada pengulangan prosedur untuk meminimalkan *random error*—masih sangat terbatas. Hal ini mengonfirmasi hasil penelitian Fitriani et al. (2022) dan Suryani & Rahayu (2023), yang menegaskan bahwa pembelajaran biologi di SMK belum terbiasa melatih penalaran epistemik, melainkan sebatas pengamatan hasil akhir eksperimen.

Implikasi terhadap Pembelajaran Sains Vokasi

Temuan ini memberikan implikasi pedagogis yang berharga bagi pendidik. Intervensi edukatif berbasis media aplikatif terbukti berhasil mendongkrak penguasaan konsep dasar dan pembacaan grafik data. Namun, untuk mengatasi *gap* pada Indikator Merancang Penyelidikan Ilmiah, intervensi singkat terbukti belum cukup.

Pendidikan vokasi kesehatan ke depan membutuhkan reorientasi strategi pembelajaran dari *lecture-based intervention* menuju pendekatan pembelajaran berbasis penyelidikan terbimbing (*Guided Inquiry*) atau *Case-Based Learning* yang secara eksplisit melatih penentuan variabel, penyusunan hipotesis, dan desain pengujian laboratorium (Kurniati & Handayani, 2026; Mustika et al., 2026). Melalui latihan merancang eksperimen mandiri, siswa tidak hanya mampu menjawab "apa" dan "bagaimana" suatu fenomena terjadi, tetapi juga mampu membuktikan kebenaran fenomena tersebut secara ilmiah dan teruji.

PENUTUP

Simpulan

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa intervensi edukatif berbasis media terapan kesehatan lingkungan secara keseluruhan efektif mendorong kemampuan literasi sains siswa SMKS Kesehatan Bali Medika Denpasar hingga mencapai kategori Tinggi (68,21%), dengan capaian optimal pada indikator Menafsirkan Data dan Bukti secara Ilmiah (77,47%) serta Menjelaskan Fenomena secara Ilmiah (73,08%). Meskipun demikian, analisis mendalam mengungkap adanya ketimpangan signifikan pada indikator Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Ilmiah yang tergolong Cukup (47,12%), akibat hambatan penalaran logika eksperimen formal siswa—khususnya krisis dalam membedakan variabel kontrol (*Control of Variables Strategy*) pada uji filtrasi air (Soal 8, $P = 0,19$) dan keterbatasan pemahaman pentingnya replikasi prosedur untuk menjaga keandalan data ilmiah (Soal 9, $P = 0,27$). Dengan demikian, kendala utama siswa SMK Kesehatan tidak terletak pada penguasaan konsep fungsional maupun pembacaan grafik, melainkan pada tingkat penalaran epistemik metodologis dalam merancang skenario penyelidikan ilmiah secara cermat.

Saran

Untuk menjembatani kesenjangan penalaran eksperimental siswa, pembelajaran sains kejuruan perlu bertransformasi dari sekadar edukasi visual pasif menuju implementasi *Inquiry-Based* atau *Case-Based Learning* yang secara eksplisit melatih formulasi variabel penelitian dan validasi prosedur laboratorium. Sementara bagi penelitian selanjutnya,

direkomendasikan penggunaan desain kuasi-eksperimen berbasis tes diagnostik bertingkat (*multi-tier diagnostic test*) yang dipadukan dengan wawancara klinis, guna memetakan *effect size* intervensi sekaligus membedah struktur miskonsepsi epistemik siswa secara lebih presisi.

Daftar Pustaka

- Arikunto, S. (2021). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan* (Ed. 3). Bumi Aksara.
- Fauziah, N. (2025). Literasi sains peserta didik berdasarkan konteks asesmen PISA. *Al-Madrasah: Jurnal Ilmiah Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 9(4), 2081–2094. <https://doi.org/10.35931/am.v9i4.5552>
- Fitriani, N., Suwono, H., & Lestari, U. (2022). Literasi sains siswa SMK kesehatan dalam konteks isu lingkungan lokal. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 8(1), 55–64. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v8i1.18920>
- Herlina, H., Sutarno, S., & Prayitno, B. A. (2021). Peran literasi sains dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 8(1), 120–128. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/viewFile/97352/48223>
- Hidayat, T., Kusuma, A. W., & Sastrodihardjo, S. (2023). Identification of misconceptions in control of variables strategy among vocational students. *International Journal of STEM Education for Vocational*, 3(2), 112–124.
- Kurniati, Y. S., & Handayani, S. (2026). Assessing chemical environmental literacy and sustainable self-awareness among vocational high school students. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 14(1), 45–56. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/93099>
- Mustika, M., Ni'mah, F., Rahmi, E. G., & Hutahaean, S. D. T. (2026). Pengembangan instrumen tes literasi sains berdasarkan framework PISA 2025 untuk siswa SMA. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(2), 780–790. <https://journal.yp3a.org/index.php/diajar/article/view/7618>
- Nurhayani, N., Sudarmin, S., & Wardani, S. (2024). Analisis profil kemampuan literasi sains siswa SMK berdasarkan domain kompetensi PISA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 10(1), 34–45. <https://doi.org/10.21831/jipi.v10i1.62100>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Rahmayani, A., & Setiawan, B. (2025). Misconception diagnosis on scientific inquiry skills using multi-tier diagnostic test. *Journal of Science Education Research*, 9(1), 88–99.
- Riduwan. (2020). *Belajar Mudah Penelitian untuk Guru-Karyawan dan Peneliti Pemula*: Alfabeta.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Ed. 2): Alfabeta.
- Suryani, L., & Rahayu, S. (2023). Miskonsepsi siswa SMK pada materi pencemaran lingkungan dan upaya penanggulangannya. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(3), 512–523. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i3.28400>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31(2), 261–292. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>
- Wiyarsi, A., Pratomo, H., & Priyambodo, E. (2021). Vocational high school students' chemical literacy on context-based learning: A case of petroleum topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012180. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012180>