


Peningkatan Kompetensi Sains melalui Pengenalan dan Pemanfaatan Alat Laboratorium Biologi Siswa Sekolah Alam Langit Biru

Rizki Pratama¹, Mariana Ade Cahaya², Merri Sri Hartati³, Reza Wulandari⁴, Mezi Yusdiarti⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

 Email korespondensi: rizki@umb.ac.id

Submit : 26-6-2025 | Accept : 28-6-2025 | Publish : 30-6-2025

Abstract

This community service program was driven by the need to improve the quality of science education at Sekolah Alam Langit Biru through the utilization of biology laboratory equipment. As an institution that adopts an environmental exploration-based learning approach, nature-based schools often face limitations in using modern laboratory tools that support observation- and experiment-based learning. Therefore, this program was designed to provide practical training for students and teachers on the use of stereo microscopes, light microscopes, thermohygrometers, and soil testers. The implementation methods included theoretical introductions, hands-on practice, environmental data analysis, and reflective sessions. The training aimed not only to enhance technical skills in using laboratory tools but also to foster ecological awareness and scientific thinking among students. The results showed that participants demonstrated high enthusiasm and were able to operate the tools independently while understanding their relevance to environmental phenomena. Moreover, the activities sparked students' interest in science and provided meaningful, context-rich learning experiences. This community engagement initiative contributes to strengthening science literacy and developing critical and environmentally conscious mindsets among elementary students. The program is expected to be continued regularly and integrated into the core curriculum of nature-based schools. The involvement of higher education institutions in mentoring science learning at the elementary level has proven effective in reinforcing partnerships and enhancing the quality of science education.

Keywords: Biology Laboratory; Nature-Based School; Training; Ecology; Elementary Students

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan Sekolah Alam Langit Biru dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains melalui pemanfaatan alat laboratorium biologi. Sekolah alam sebagai institusi dengan pendekatan eksplorasi lingkungan seringkali menghadapi keterbatasan dalam penggunaan alat laboratorium modern yang mendukung pembelajaran berbasis pengamatan dan eksperimen. Oleh karena itu, kegiatan ini dirancang untuk memberikan pelatihan praktis kepada siswa dan guru mengenai penggunaan mikroskop stereo, mikroskop cahaya, *thermohygrometer*, dan soil tester. Metode pelaksanaan meliputi pengenalan teori, praktik langsung, analisis data lingkungan, serta refleksi hasil pembelajaran. Pelatihan ini bertujuan tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis dalam penggunaan alat, tetapi juga membangun kesadaran ekologis dan kemampuan berpikir ilmiah pada siswa. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa peserta menunjukkan antusiasme tinggi dan mampu mengoperasikan alat secara mandiri serta

memahami keterkaitannya dengan fenomena lingkungan. Selain itu, kegiatan ini memicu ketertarikan siswa terhadap sains dan memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan menyenangkan. Dengan demikian, kegiatan pengabdian ini berkontribusi dalam memperkuat literasi sains dan membentuk pola pikir kritis serta peduli lingkungan pada peserta didik. Kegiatan ini diharapkan dapat dilanjutkan secara berkala dan menjadi bagian integral dari pembelajaran di sekolah alam. Pelibatan perguruan tinggi dalam pembinaan sains di sekolah dasar terbukti efektif dalam memperkuat kemitraan dan peningkatan mutu pendidikan sains dasar.

Keywords: Laboratorium Biologi; Sekolah Alam; Pelatihan; Ekologi; Siswa SD

PENDAHULUAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat merupakan salah satu bentuk implementasi dari Tridharma Perguruan Tinggi yang bertujuan untuk memberikan kontribusi nyata kepada masyarakat melalui penyebaran ilmu pengetahuan, teknologi, dan keterampilan yang relevan (Ikhsan et al., 2025). Dalam konteks pendidikan, pengembangan keterampilan praktis seperti penguasaan alat-alat laboratorium merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan, terutama dalam pengajaran sains yang berbasis eksplorasi dan eksperimen (Grinnell et al., 2025; Sapia et al., 2025). Salah satu kelompok masyarakat yang memiliki kebutuhan tinggi akan penguatan keterampilan ini adalah sekolah alam.

Sekolah alam mengusung filosofi pembelajaran berbasis lingkungan dan eksplorasi langsung, yang menekankan pengalaman belajar di alam terbuka, integrasi antara teori dan praktik, serta pengembangan karakter dan rasa tanggung jawab terhadap lingkungan (Widodo et al., 2024). Namun, pendekatan ini sering kali dihadapkan pada keterbatasan dalam hal fasilitas dan sumber daya pembelajaran, khususnya penggunaan alat laboratorium modern yang mendukung pembelajaran ilmiah secara kuantitatif dan sistematis. Di banyak sekolah alam, alat-alat seperti mikroskop stereo, *thermohyrometer*, dan soil tester belum digunakan secara optimal karena kurangnya pelatihan dan pemahaman mengenai cara penggunaannya.

Sekolah Alam Langit Biru merupakan salah satu contoh sekolah yang menghadapi tantangan tersebut. Meskipun telah memiliki beberapa fasilitas laboratorium dasar, pemanfaatannya masih belum maksimal. Kurangnya pengalaman guru dan siswa dalam menggunakan alat-alat laboratorium menyebabkan proses pembelajaran sains menjadi kurang mendalam, terutama dalam hal observasi dan pengukuran fenomena alam (Lazaro & Paglinawan, 2025; Rashid & Chandran, 2024). Padahal, alat seperti mikroskop sangat penting untuk mengamati struktur jaringan tumbuhan dan mikroorganisme, sementara *thermohyrometer* dan soil tester diperlukan untuk memahami kondisi lingkungan melalui pengukuran suhu, kelembapan, dan pH tanah.

Penggunaan alat-alat laboratorium tersebut bukan hanya memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret bagi siswa, tetapi juga melatih mereka dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis, analitis, dan ilmiah (Sulthon et al., 2025). Terlebih lagi, kesadaran tentang pentingnya memahami data lingkungan menjadi semakin relevan di tengah isu-isu global seperti perubahan iklim dan degradasi lingkungan (Bayani et al., 2025; Pranata & Novalia, 2025). Dengan mempelajari cara mengukur faktor-faktor ekologis, siswa dapat melakukan penelitian sederhana, menarik kesimpulan ilmiah dari data yang mereka peroleh, dan memahami keterkaitan antara aktivitas manusia dengan keseimbangan ekosistem.

Melalui pelatihan penggunaan alat-alat laboratorium, diharapkan akan terjadi peningkatan keterampilan teknis siswa dan guru dalam mengoperasikan peralatan sains serta peningkatan kesadaran ekologis (Gestiada et al., 2025). Kegiatan pelatihan ini tidak hanya menekankan pada aspek teknis, tetapi juga dirancang untuk menumbuhkan rasa ingin tahu dan semangat eksplorasi siswa (Rocha & Nogueira, 2025). Pendekatan ini sejalan dengan

prinsip pembelajaran aktif dan kontekstual yang menjadi ciri khas sekolah alam. Peserta pelatihan dilibatkan dalam berbagai aktivitas seperti mengamati objek dengan mikroskop, mengukur suhu dan kelembaban udara di lingkungan sekitar, serta menganalisis data hasil pengukuran untuk memahami kondisi lingkungan secara lebih menyeluruh.

Dalam kegiatan ini, pelibatan mahasiswa sebagai fasilitator juga menjadi strategi penting untuk membangun sinergi antara dunia pendidikan tinggi dan pendidikan dasar. Mahasiswa tidak hanya berperan sebagai penyampai materi, tetapi juga sebagai inspirator dan teladan bagi siswa dalam menjelajahi sains. Dengan adanya interaksi antara siswa, guru, dan mahasiswa, tercipta suasana belajar yang kolaboratif dan penuh semangat. Pelatihan ini juga membuka ruang refleksi bagi para guru untuk mengevaluasi dan meningkatkan praktik pengajaran mereka di kelas.

Secara keseluruhan, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menjawab kebutuhan nyata sekolah dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains melalui penguasaan alat-alat laboratorium. Dengan demikian, diharapkan siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang lebih kaya dan bermakna, serta tumbuh menjadi individu yang memiliki kecintaan terhadap ilmu pengetahuan dan kepedulian terhadap lingkungan. Selain itu, kegiatan ini juga berperan dalam memperkuat kemitraan antara perguruan tinggi dan sekolah, serta menjadi model kolaborasi yang dapat direplikasi di institusi pendidikan lain yang memiliki visi serupa.

Dengan latar belakang tersebut, kegiatan ini dipandang strategis untuk mendukung pengembangan kapasitas sumber daya manusia sejak dini, melalui pendidikan sains yang berbasis pengalaman langsung dan penggunaan teknologi sederhana namun relevan. Hal ini sejalan dengan komitmen perguruan tinggi untuk berkontribusi dalam pembangunan masyarakat berbasis ilmu pengetahuan dan keberlanjutan lingkungan.

Kegiatan pengabdian ini memiliki beberapa tujuan utama yang saling berkaitan. Pertama, meningkatkan keterampilan siswa dan guru dalam penggunaan alat laboratorium biologi sehingga mereka mampu menerapkan pembelajaran berbasis praktik dan observasi. Kedua, kegiatan ini bertujuan menumbuhkan kesadaran ekologis siswa melalui pelatihan pengukuran dan analisis kondisi lingkungan sekitar mereka. Ketiga, pengabdian ini dirancang untuk membangun kerja sama berkelanjutan antara perguruan tinggi dan Sekolah Alam Langit Biru sebagai bentuk sinergi dalam penguatan pendidikan sains di tingkat dasar.

Mitra kegiatan dalam pelaksanaan program ini adalah SD Langit Biru Bengkulu. Fokus pelaksanaan kegiatan ditujukan kepada siswa kelas 5 dan para guru sains yang aktif mendampingi proses pembelajaran. Kemitraan ini memungkinkan terjadinya alih pengetahuan dari akademisi ke lingkungan sekolah serta menciptakan ruang pembelajaran kolaboratif yang memperkaya pengalaman belajar peserta didik dan tenaga pengajar.

METODE KEGIATAN

1. Persiapan

Tahap ini dimulai dengan identifikasi kebutuhan Sekolah Alam Langit Biru terkait dengan penggunaan alat laboratorium biologi. Tim pengabdian melakukan diskusi awal dengan pihak sekolah untuk mengetahui fasilitas yang tersedia, kendala yang dihadapi, serta harapan mereka terhadap pelatihan yang akan dilaksanakan. Berdasarkan hasil identifikasi, disusunlah program pelatihan yang komprehensif meliputi teori dan praktik penggunaan alat. Selain itu, dilakukan penyediaan dan pengecekan alat-alat yang akan digunakan, seperti mikroskop stereo, mikroskop cahaya, *thermohygro-meter*, dan soil tester. Selanjutnya dilakukan koordinasi intensif dengan pihak sekolah untuk memastikan kesiapan peserta, waktu pelaksanaan, serta fasilitas pendukung kegiatan.

2. Pelaksanaan

Tahap ini dimulai dengan kegiatan orientasi yang berisi sambutan, penjelasan tujuan pelatihan, dan alur kegiatan. Dilanjutkan dengan sesi penyampaian materi teori yang menjelaskan prinsip kerja dan fungsi masing-masing alat laboratorium. Setelah itu, peserta mengikuti praktik penggunaan mikroskop untuk mengamati objek biologis, serta praktik pengukuran suhu, kelembaban, dan pH tanah menggunakan *thermohygrometer* dan soil tester. Setiap sesi disertai dengan bimbingan langsung dari fasilitator. Setelah kegiatan praktik, peserta melakukan analisis sederhana terhadap data hasil pengukuran yang mereka peroleh dan mendiskusikan hasilnya dalam kelompok. Kegiatan ditutup dengan sesi refleksi yang mendorong peserta untuk mengemukakan kesan, tantangan, dan pelajaran yang diperoleh dari pelatihan.

3. Evaluasi

Evaluasi dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif untuk menilai keberhasilan kegiatan. Observasi keterlibatan dan antusiasme peserta dilakukan selama pelaksanaan kegiatan. Selain itu, peserta juga mengisi kuesioner untuk mengevaluasi pemahaman materi, kepuasan terhadap pelatihan, dan saran untuk perbaikan. Hasil evaluasi ini digunakan sebagai dasar dalam menyusun laporan serta pengembangan kegiatan serupa di masa mendatang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan berjalan sesuai rencana dengan antusiasme tinggi dari siswa dan guru, yang menunjukkan keberhasilan pendekatan praktik dalam penguatan pembelajaran sains. Peserta pelatihan menunjukkan kemampuan dalam menggunakan mikroskop stereo dan mikroskop cahaya untuk mengamati berbagai objek biologis, seperti daun dan serangga kecil. Mereka mampu mengidentifikasi struktur-struktur sederhana dan memahami perbedaan antara pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Aktivitas ini sangat penting dalam membangun keterampilan observasi dan berpikir ilmiah siswa. Keterampilan observasi mendalam melalui alat bantu visual sangat berkontribusi terhadap pembentukan pemahaman konseptual dalam sains (Donalek et al., 2014; Lee et al., 2017; Simonetti et al., 2021). Praktik langsung dalam penggunaan alat memperkuat integrasi antara teori dan realitas biologis, serta meningkatkan ketertarikan siswa terhadap sains (Dendodi et al., 2024). Eksperimen berbasis observasi terbukti mampu mendorong pencapaian literasi ilmiah sejak dini (L et al., 2025; Sari et al., 2021).

Peserta juga berhasil menggunakan alat pengukur lingkungan seperti *thermohygrometer* untuk mencatat suhu dan kelembaban udara, serta soil tester untuk mengetahui pH tanah di berbagai titik sekitar lingkungan sekolah. Kegiatan ini dilakukan secara mandiri oleh siswa dengan bimbingan fasilitator, memperkuat pengalaman belajar kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Pengukuran lingkungan berbasis alat sederhana memberi pengalaman langsung dalam memahami parameter ekologis (Elvada et al., 2025; Husamah & Rahardjanto, 2019; Ikhsan et al., 2025). Praktik ilmiah seperti ini mendorong pemahaman tentang interaksi faktor lingkungan terhadap makhluk hidup (Habeeb & Mustafa, 2025). Sementara itu, kegiatan observasi parameter lingkungan juga direkomendasikan untuk memperkuat pendekatan inkuiri ilmiah dalam pembelajaran (Ikhsan et al., 2025).

Data hasil pengukuran kemudian dianalisis secara sederhana oleh siswa dengan panduan fasilitator. Mereka dilatih memahami makna dari setiap hasil pengamatan dalam konteks ekologi. Diskusi kelompok dilakukan untuk membahas keterkaitan antara kondisi lingkungan dan keberlangsungan makhluk hidup di sekitarnya, proses ini mendorong kolaborasi dan penguatan berpikir kritis siswa (Ajayi et al., 2025; Nahar & Machado, 2025; Ummah & Yohamintin, 2025). Interaksi sosial berperan penting dalam pembentukan konsep,

termasuk melalui diskusi kelompok dalam pembelajaran sains (Anggraini et al., 2025; Campoy-cubillo & Jimenez-estrada, 2025; Guo & Ye, 2015). Diskusi berbasis data membantu siswa mengembangkan pemahaman konseptual dan argumentatif yang lebih dalam (Ellianawati et al., 2025). Penguatan berpikir kritis dan kolaboratif menjadi aspek penting dalam kompetensi abad 21, yang dapat dibentuk melalui kegiatan sains berbasis data seperti ini (Khan et al., 2025).

Refleksi akhir peserta menunjukkan bahwa mereka mengalami peningkatan pemahaman terhadap pentingnya metode ilmiah, mulai dari pengamatan, pengumpulan data, hingga analisis. Mereka juga menyadari peran ilmu pengetahuan dalam menjaga kelestarian lingkungan hidup. Hal ini menunjukkan ketercapaian tujuan kegiatan dalam membangun kesadaran ekologis dan literasi sains. Refleksi merupakan komponen penting dalam siklus pembelajaran sains karena membantu siswa menyatukan pengalaman praktik dan konsep teoritis (Cheng, 2025; Guo & Ye, 2015; Sapia et al., 2025). Refleksi merupakan salah satu faktor dengan dampak tinggi terhadap hasil belajar. Sementara itu, pendidikan lingkungan yang dikaitkan dengan pengalaman langsung terbukti lebih efektif dalam menanamkan kepedulian ekologis (Ellianawati et al., 2025; Ikhsan et al., 2025; Sehar et al., 2025).

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Sekolah Alam Langit Biru telah berhasil mencapai tujuan utamanya, yaitu meningkatkan keterampilan siswa dan guru dalam penggunaan alat laboratorium biologi serta menumbuhkan kesadaran ekologis. Siswa menunjukkan kemampuan dalam mengoperasikan mikroskop stereo dan cahaya, melakukan pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan *thermo hygrometer*, serta mengukur pH tanah dengan soil tester. Selain penguasaan teknis, siswa juga memperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai pentingnya data ilmiah dalam memahami kondisi lingkungan.

Keberhasilan program ini tercermin dari tingginya antusiasme dan partisipasi aktif peserta selama kegiatan berlangsung. Pelatihan berbasis praktik nyata ini tidak hanya memperkaya proses pembelajaran sains, tetapi juga membentuk pola pikir kritis dan rasa tanggung jawab terhadap lingkungan pada peserta didik.

Sebagai tindak lanjut, disarankan agar pihak sekolah mengintegrasikan penggunaan alat laboratorium ke dalam kegiatan pembelajaran secara rutin. Selain itu, pelatihan lanjutan mengenai analisis data dan penyusunan laporan ilmiah sederhana sangat direkomendasikan untuk memperkuat kemampuan literasi sains siswa. Kolaborasi antara perguruan tinggi dan sekolah alam sebaiknya terus dikembangkan agar dampak positif dari kegiatan pengabdian ini dapat berkelanjutan dan menjangkau lebih banyak penerima manfaat.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak SD Langit Biru Bengkulu atas kerja sama dan antusiasme yang luar biasa selama kegiatan pengabdian berlangsung. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Bengkulu atas dukungan administratif dan pendanaan kegiatan ini. Semoga kolaborasi yang telah terjalin dapat terus berlanjut dan memberi manfaat yang lebih luas bagi pengembangan pendidikan sains di sekolah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

Ajayi, V. O., Achimugu, L., & Audu, C. T. (2025). Ameliorating students' cognitive engagement and critical thinking in chemistry: Testing the potency of practical-based

- and discussion-based approaches. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 6(1), 1–12.
- Anggraini, R., Masfuah, S., & Riswari, L. A. (2025). Enhancing students' critical thinking skills through problem-based learning and diorama media: A study at SD 3 Jurang. *International Journal of Research in Education*, 5(1), 111–122.
- Bayani, F., Rokhmat, J., Hakim, A., & Sukarso, A. A. (2025). Research trends in analytical thinking skills for science education: Insights, pedagogical approaches, and future directions. *International Journal of Ethnoscience and Technology in Education (IJETE)*, 2(1), 129–157.
- Campoy-Cubillo, M. C., & Jimenez-Estrada, V. (2025). A critical approach to SDGs through Collaborative Online International Learning: Experiences from Canada and Spain. *Frontiers in Education*, 2025(January), 1–14. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1520859>
- Cheng, X. (2025). Conceptual change in science education: From cold to hot approaches. *SIEF*, 26(1), 4199–4201.
- Dendodi, Simarana, N., Elpin, A., Bahari, Y., & Warneri. (2024). Analisis penerapan augmented reality dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran sains di era digital. *Alacrity: Journal of Education*, 4(3), 293–304.
- Donalek, C., Djorgovski, S. G., Cioc, A., Wang, A., Zhang, J., Lawler, E., Yeh, S., Mahabal, A., Graham, M., Drake, A., Davidoff, S., Norris, J. S., & Longo, G. (2014). Immersive and collaborative data visualization using virtual reality platforms. *Proceedings – 2014 IEEE International Conference on Big Data (IEEE Big Data 2014)*, 609–614. <https://doi.org/10.1109/BigData.2014.7004282>
- Ellianawati, E., Subali, B., Putra, B. R., Wahyuni, S., Dwijananti, P., Adhi, M. A., & Yusof, M. M. M. (2025). Critical thinking and creativity in STEAM-based collaborative learning on renewable energy issues. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 112–119. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21638>
- Elvada, E., Sahrina, A., & Wulandari, S. (2025). Pengaruh model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap keterampilan geografi siswa kelas X SMA Panjura Malang. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(1), 1–14.
- Gestiada, R. J., Tisoy, F. J., & Jr, N. L. (2025). The 360° view: Contextualized virtual reality tours as innovative teaching tool in ecology for elementary school students. *Journal of Basic Education Research*, 6(1), 23–36. <https://doi.org/10.37251/jber.v6i1.1213>
- Grinnell, F., Dalley, S., & Reisch, J. (2025). High school science fair: What students say – Mastery, performance, and self-determination theory. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2025.01.23.634345>
- Guo, W., & Ye, W. (2015). Collaborations to promote critical thinking through summary writing in the physics classroom. *Mid-Atlantic ASEE Conference*, 1–9.
- Habeeb, H. N., & Mustafa, Y. T. (2025). Deep learning-based prediction of forest cover change in Duhok, Iraq: Past and future. *Forestist*, 75, 1–13. <https://doi.org/10.5152/forestist.2025.24068>
- Husamah, & Rahardjanto, A. (2019). *Bioindikator (Teori dan aplikasi dalam biomonitoring)*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Ikhsan, F. A., Sumarmi, & Utaya, S. (2025). Research-based learning conservation critical land in Meru Betiri National Park Indonesia. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 19(1), 169–179. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v19i1.21811>
- Khan, S. J., Gillani, U. S., Ullah, M. K., & Ullah, S. (2025). Quantitative analysis of ICT's role in communication, collaboration, creativity, and critical thinking: Perspectives of

- students and teachers. *The Knowledge*, 4(1), 26–36. <https://doi.org/10.63062/tk/2k25a.41027>
- L, C. Z., Parisu, Sisi, L., & Juwairiyah, A. (2025). Pengembangan literasi sains pada siswa sekolah dasar melalui pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Multidisiplin*, 1(1), 11–19.
- Lazaro, J. M. V., & Paglinawan, J. L. (2025). Laboratory resource availability and students' engagement in science. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science (IJRIAS)*, IX(XII), 146–153. <https://doi.org/10.51584/IJRIAS>
- Lee, P.-S., West, J. D., & Howe, B. (2017). Viziometrics: Analyzing visual information in the scientific literature. *IEEE Transactions on Big Data*, 4(1), 117–129. <https://doi.org/10.1109/TBDATA.2017.2689038>
- Nahar, L., & Machado, C. (2025). Inquiry-based learning in Bangladesh: Insights into middle and high school students' experiences and 21st-century skill development. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(2), 2–17.
- Pranata, O. D., & Novalia, R. (2025). What are students' thoughts on their activities and thinking skills in learning science? *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 7(1), 1–13.
- Rashid, F. A. A., & Chandran, G. R. (2024). Challenges in digital technology use among science teachers in Perak, Malaysia. *International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)*, 6(6), 1–6.
- Rocha, C. A. da, & Nogueira, M. S. (2025). Active learning methodology applied to a remote projectile launch experiment: Students' first impressions. *Physics.Ed*, 1–20.
- Sapia, Bachtiar, M. Y., & Wahira. (2025). Application of experimental methods in science learning to improve early childhood thinking skills. *Pancasila International Journal of Applied Social Science*, 3(1), 115–128.
- Sari, M. L., Asmawati, L., & Atikah, C. (2021). Implementation of experimental methods for developing science process skills and science literacy in early childhood. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 8(1), 88–99.
- Sehar, A., Orangzab, Akbar, M., Poulova, P., Vasudevan, A., & Huang, T. (2025). Understanding the drivers of a pro-environmental attitude in higher education institutions: The interplay between knowledge, consciousness, and social influence. *Frontiers in Environmental Science*, 2025(January), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2024.1458698>
- Simonetti, M., Perri, D., Amato, N., & Gervasi, O. (2021). Teaching math with the help of virtual reality. *Physics.Ed*, 1–11.
- Sulthon, I. K., Nuriman, & Handayani, R. D. (2025). Developing augmented reality-based interactive learning media to improve critical thinking skills of elementary school students. *Jurnal Paedagogy: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan*, 12(1), 69–76.
- Ummah, W. T., & Yohamintin. (2025). Integrating scientific attitude to realize Pancasila learner profile in science learning. *Integrated Science Education Journal*, 6(1), 15–23. <https://doi.org/10.37251/isej.v6i1.1318>
- Widodo, S. F. A., MR, M. I. F., Widiastuti, A., Ahmed, T., & Shahzeb, S. (2024). Implementasi dan dampak pendidikan holistik berbasis lingkungan pada siswa: Studi kasus di sekolah alam. *Humanika: Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 24(2), 193–204. <https://doi.org/10.21831/hum.v24i2.76954>