

Pelatihan Pembuatan Alat Musik Edukatif dari Limbah Sebagai Integrasi Seni dan Pendidikan Lingkungan

Retnoning A.W. Astuti¹, Marwati², Putri P. Utami³, Mariam N. P. Achadiath⁴,
Dominggas Sobi⁵, Reza N. Gondokusumo⁶

^{1,3,5,6}*Jurusan Seni Rupa dan Desain, Institut Seni Budaya Indonesia Tanah Papua, Jayapura*

²*Jurusan Pertunjukan, Institut Seni Budaya Indonesia Tanah Papua, Jayapura*

⁴*Jurusan Ilmu Pendidikan FKIP, Universitas Cenderawasih, Jayapura*

ABSTRACT

Alamat korespondensi:

Jurusan Ilmu Pendidikan FKIP
Uncen, Kampus Uncen
Abepura, Jl. Raya Abepura-
Sentani, Jayapura, 99351.
Email: widi.achad@gmail.com

This community service study aims to enhance creativity, practical skills, and environmental awareness of prospective elementary school teachers through training in the production of educational musical instruments from inorganic waste using a STEAM approach. The program was conducted at the Primary Teacher Education Study Program, Cenderawasih University, using a qualitative descriptive method. Participants followed stages including socialization, material delivery, instrument construction practice, sound testing, presentation, and reflection. Waste materials such as plastic bottles, cardboard, cans, and used rubber were transformed into maracas, drums, and other simple musical instruments. The results show increased creativity indicated by diverse instrument designs, improved sound exploration skills, and better material selection abilities. Participants also demonstrated improved understanding of sound concepts, recycling, and sustainable education principles. The activity strengthened critical thinking and collaboration skills. Findings indicate that integrating environmental education, arts, and STEAM effectively develops innovative and environmentally conscious teacher candidates. Therefore, waste-based learning can serve as a contextual instructional strategy relevant to twenty-first century education. It also contributes to strengthening pedagogical competence and sustainability-oriented teaching practices in elementary education in Indonesia in response to global environmental challenges while supporting innovation in learning design and student engagement through hands-on contextual learning experiences in sustainable education practice.

Manuskrip:

Diterima: 3 Juni 2026

Disetujui: 27 Juni 2026

Keywords: *Cenderawasih University; environmental education; education practice; instrument designs; STEAM approach*

PENDAHULUAN

Permasalahan limbah, khususnya limbah anorganik, masih menjadi tantangan lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius. Peningkatan jumlah sampah plastik, botol bekas, kardus, kaleng, dan berbagai bahan anorganik lainnya berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik (Harimurti dkk., 2020). Berbagai program pengurangan sampah dan daur ulang telah dilakukan, namun keberhasilannya tidak hanya bergantung pada kebijakan pemerintah,

melainkan juga pada kesadaran masyarakat yang perlu dibangun sejak usia dini melalui pendidikan.

Pendidikan memiliki peran penting dalam menanamkan nilai kepedulian lingkungan dan membentuk perilaku yang mendukung keberlanjutan. UNESCO (2023) menegaskan bahwa pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan bertujuan mengembangkan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan nilai yang memungkinkan individu berkontribusi terhadap pelestarian lingkungan. Sejalan dengan hal tersebut, Kopnina (2022) menyatakan bahwa

pendidikan lingkungan dapat meningkatkan kesadaran ekologis sekaligus mendorong perubahan perilaku yang lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan.

Salah satu bentuk implementasi pendidikan lingkungan adalah memanfaatkan limbah sebagai sumber belajar dan media pembelajaran. Pendekatan ini memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik untuk melihat limbah tidak hanya sebagai sampah, tetapi juga sebagai bahan yang masih memiliki nilai guna (Sujarta dkk., 2026). Kegiatan mengolah bahan bekas menjadi produk bermanfaat dapat membantu peserta didik memahami konsep daur ulang sekaligus menumbuhkan kreativitas, inovasi, dan kemampuan memecahkan masalah.

Pada pembelajaran seni, limbah dapat dimanfaatkan menjadi berbagai media yang menarik, salah satunya alat musik edukatif. Pembuatan alat musik dari bahan bekas memungkinkan peserta didik mempelajari konsep bunyi, getaran, irama, dan ritme melalui pengalaman langsung. Selain memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan, kegiatan ini juga dapat meningkatkan keterlibatan peserta didik karena mereka berperan aktif dalam proses pembuatan media yang digunakan.

Pemanfaatan limbah sebagai alat musik edukatif memiliki nilai tambah dalam pengembangan kreativitas. Kreativitas merupakan salah satu kompetensi penting abad ke-21 yang berkaitan dengan kemampuan menghasilkan ide, menemukan solusi, dan menciptakan inovasi. Menurut Henriksen (2020), kreativitas berkembang melalui pengalaman belajar yang memberi ruang bagi peserta didik untuk bereksplorasi, bereksperimen, dan menghasilkan karya berdasarkan gagasan mereka sendiri. Oleh karena itu, kegiatan yang melibatkan proses perancangan dan pembuatan produk menjadi sarana efektif untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif.

Selain kreativitas, proses pembuatan alat musik dari limbah juga melatih kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Peserta harus memilih bahan yang sesuai, menentukan bentuk alat musik, serta menguji fungsi produk agar mampu menghasilkan bunyi yang diinginkan. Aktivitas tersebut mendorong peserta melakukan pengamatan, analisis, dan evaluasi selama proses berlangsung sehingga pembelajaran tidak hanya berfokus pada produk akhir, tetapi juga pada proses berpikir yang terjadi.

Bagi mahasiswa calon guru sekolah dasar, kemampuan memanfaatkan sumber daya di lingkungan sekitar menjadi media pembelajaran merupakan kompetensi yang penting untuk dikembangkan. Dalam praktik pembelajaran, guru sering dihadapkan pada keterbatasan sarana dan prasarana sehingga diperlukan kemampuan untuk menciptakan media yang sederhana, ekonomis, namun tetap efektif. Sardone & Devlin-Scherer (2021) menjelaskan bahwa pendidikan guru perlu memberikan pengalaman yang memungkinkan mahasiswa mengintegrasikan prinsip keberlanjutan ke dalam praktik pembelajaran sehingga mereka siap menjadi agen perubahan di lingkungan sekolah.

Penelitian juga menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru memiliki respons positif terhadap kegiatan pembelajaran yang melibatkan pengalaman langsung dalam menyelesaikan permasalahan lingkungan. Yıldırım & Dağhan (2021) menemukan bahwa keterlibatan dalam praktik pendidikan berkelanjutan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa tentang isu lingkungan sekaligus memperkuat kesiapan mereka untuk menerapkannya dalam pembelajaran di masa depan. Pengalaman tersebut membantu mahasiswa menghubungkan teori yang diperoleh di perkuliahan dengan kondisi nyata yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Kemampuan mengembangkan media pembelajaran juga berkontribusi terhadap peningkatan kreativitas calon guru. Hotimah (2020) menjelaskan bahwa kegiatan merancang media pembelajaran memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengembangkan ide, memodifikasi bahan yang tersedia, serta menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan belajar. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya memperoleh keterampilan teknis, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kreatif dan inovatif dalam menghadapi berbagai keterbatasan.

Berdasarkan kondisi tersebut, pelaksanaan pelatihan pembuatan alat musik edukatif dari limbah menjadi salah satu alternatif kegiatan yang relevan untuk meningkatkan kompetensi calon guru sekolah dasar. Kegiatan ini memberikan pengalaman langsung dalam memanfaatkan limbah menjadi media pembelajaran seni yang sederhana, ekonomis, dan mudah diterapkan. Selain mendukung upaya pengurangan limbah, pelatihan ini diharapkan dapat meningkatkan kreativitas, keterampilan

praktis, kemampuan pemecahan masalah, serta kesadaran lingkungan peserta. Temuan Rahmawati, dkk (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis lingkungan dapat memperkuat kompetensi pedagogis calon guru karena mendorong pengembangan inovasi pembelajaran yang kontekstual dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Oleh karena itu, kegiatan ini diharapkan mampu mendukung terbentuknya calon guru yang kreatif, inovatif, dan memiliki kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan.

Pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kreativitas, keterampilan praktis, dan kesadaran lingkungan calon guru sekolah dasar melalui pelatihan pembuatan alat musik edukatif dari limbah anorganik menggunakan pendekatan *Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics* (STEAM).

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar (PGSD), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Papua. Sasaran kegiatan adalah mahasiswa calon guru sekolah dasar yang memiliki minat dalam pengembangan media pembelajaran berbasis lingkungan. Pemilihan sasaran tersebut didasarkan pada pentingnya membekali calon guru dengan kemampuan memanfaatkan sumber daya yang tersedia di lingkungan sekitar sebagai media pembelajaran yang kreatif, inovatif, dan ekonomis.

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah pendekatan STEAM yang diintegrasikan dengan metode deskriptif kualitatif. Pendekatan STEAM dipilih karena mampu menghubungkan unsur sains, seni, kreativitas, dan pemecahan masalah dalam satu kegiatan yang aplikatif. Melalui pendekatan ini, peserta tidak hanya memahami konsep lingkungan dan daur ulang secara teoritis, tetapi juga menerapkannya secara langsung melalui proses perancangan dan pembuatan alat musik edukatif dari bahan limbah. Sementara itu, pendekatan deskriptif kualitatif digunakan untuk menggambarkan proses pelaksanaan kegiatan, partisipasi peserta, serta hasil karya yang dihasilkan selama pelatihan. Tahapan kegiatan pelatihan ini di gambarkan dalam bagan alir berikut (Gambar 1).



Gambar 1. Bagan alir kegiatan pengabdian.

Tahapan kegiatannya adalah:

1. Sosialisasi dan identifikasi limbah, peserta dikenalkan pada isu lingkungan serta jenis limbah yang berpotensi dimanfaatkan sebagai media pembelajaran,
2. Penyampaian materi, materi mencakup edukasi lingkungan, prinsip daur ulang, konsep bunyi, serta contoh pemanfaatan limbah menjadi alat musik sederhana,
3. Praktik pembuatan alat musik edukatif, peserta membuat alat musik dari berbagai bahan limbah seperti botol plastik, kardus, ember bekas, dan karet ban dalam,
4. Uji coba dan eksplorasi bunyi, peserta menguji hasil karya untuk mengenali karakteristik bunyi dan mengevaluasi fungsi alat musik yang dibuat,
5. Presentasi karya dan refleksi, setiap kelompok mempresentasikan hasil karya serta mendiskusikan pengalaman dan kendala selama proses pembuatan,
6. Evaluasi kegiatan, evaluasi dilakukan melalui observasi partisipasi peserta, kualitas produk yang dihasilkan, serta tanggapan peserta terhadap manfaat kegiatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peningkatan kreativitas peserta terlihat dari keberagaman desain alat musik yang dihasilkan. Peserta tidak hanya mengikuti contoh yang diberikan, tetapi juga mengembangkan bentuk, fungsi, dan karakter bunyi sesuai gagasan masing-masing. Temuan ini mendukung pandangan Henriksen (2020) yang menyatakan bahwa kreativitas berkembang melalui aktivitas pembelajaran yang memberikan ruang eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah secara langsung. Kegiatan ini juga meningkatkan pemahaman peserta mengenai pentingnya pengelolaan limbah dan pemanfaatan kembali bahan bekas sebagai sumber belajar. Hasil tersebut sejalan dengan tujuan Education for Sustainable Development yang menekankan pentingnya pengembangan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang mendukung keberlanjutan lingkungan. Selain itu, pendidikan lingkungan yang terintegrasi dalam kegiatan praktik terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran ekologis peserta (Kopnina, 2022).

Berdasarkan perspektif pendidikan, pelatihan ini memberikan pengalaman yang relevan bagi calon guru dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis lingkungan. Penggunaan limbah sebagai alat musik edukatif menunjukkan penerapan pendekatan STEAM karena mengintegrasikan unsur seni, kreativitas, sains bunyi, dan pemecahan masalah dalam satu aktivitas pembelajaran (Perignat & Katz-Buonincontro, 2021). Pengalaman tersebut penting untuk membentuk kompetensi guru yang mampu menerapkan pendidikan berkelanjutan di sekolah (Sardone & Devlin-Scherer, 2021).

Pelatihan menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan pemahaman peserta mengenai pemanfaatan limbah sebagai media pembelajaran seni. Peserta berhasil mengubah berbagai bahan bekas menjadi alat musik edukatif sederhana yang mampu menghasilkan variasi bunyi dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Peningkatan keterampilan terlihat dari kemampuan peserta memilih bahan yang sesuai, merancang bentuk alat musik, serta mengeksplorasi karakter bunyi yang dihasilkan. Proses ini mendorong munculnya kreativitas, kemampuan berpikir kritis, dan kerjasama antar peserta selama kegiatan berlangsung. Bahan yang sebelumnya dianggap tidak bernilai mulai

dipahami sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali untuk tujuan edukatif. Temuan ini sejalan dengan konsep pendidikan berkelanjutan yang menekankan pengembangan kesadaran lingkungan melalui pengalaman langsung (UNESCO, 2023; Kopnina, 2022). Kegiatan ini juga mendukung penguatan kompetensi calon guru dalam mengembangkan media pembelajaran yang inovatif dan kontekstual. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian Rahmawati dkk. (2024) yang menunjukkan bahwa inovasi pembelajaran berbasis lingkungan mampu meningkatkan kesiapan pedagogis calon guru. Selain itu, integrasi unsur seni, kreativitas, dan eksplorasi bunyi mencerminkan penerapan pendekatan STEAM yang efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kreatif peserta (Henriksen, 2020; Perignat & Katz-Buonincontro, 2021).



Gambar 2. Marakas Digoyang (Sumber Foto: Putri, 2025).

Hasil praktik pelatihan menunjukkan bahwa peserta mampu menghasilkan berbagai alat musik edukatif dari bahan limbah yang memiliki karakter bunyi dan fungsi pembelajaran yang beragam. Salah satu hasil karya yang ditampilkan pada Gambar 2 adalah marakas yang dimainkan dengan cara digoyangkan untuk menghasilkan bunyi ritmis. Alat musik ini dibuat dari botol minuman plastik bekas yang mudah ditemukan di lingkungan sekitar, sehingga menjadi contoh sederhana pemanfaatan limbah menjadi media pembelajaran yang bermanfaat. Bunyi yang dihasilkan berasal dari biji kacang hijau yang dimasukkan ke dalam botol dan akan berbenturan dengan dinding botol saat digoyangkan. Selain melatih kreativitas peserta dalam mengolah limbah, marakas juga dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran seni musik untuk mengenalkan konsep irama, tempo, dan

pola ritmis kepada peserta didik secara lebih menarik dan kontekstual.

Gambar 3 memperlihatkan alat musik perkusi yang dibuat dari ember bekas dan dimanfaatkan sebagai drum sederhana. Alat musik ini dimainkan dengan cara dipukul menggunakan kedua tangan sehingga menghasilkan bunyi perkusi yang cukup kuat dan beragam. Pada saat demonstrasi, lima orang peserta memainkan drum ember secara berkelompok sambil menyanyikan lagu nasional. Kegiatan tersebut menunjukkan bahwa alat musik yang dibuat dari bahan limbah dapat digunakan tidak hanya untuk menghasilkan bunyi, tetapi juga untuk mendukung pembelajaran musik melalui latihan ritme, kerja sama, dan ekspresi musical yang mencerminkan penerapan prinsip daur ulang yang dapat meningkatkan kesadaran lingkungan peserta.



Gambar 3. Drums berbahan plastik (Sumber Foto: Mariam, 2025).



Gambar 4. Drum berbahan karton (Sumber Foto: Reza, 2025).

Gambar 4 menunjukkan hasil karya peserta berupa drum sederhana yang dibuat dari kardus bekas dan ban dalam motor bekas. Alat musik ini dimainkan dengan cara dipukul menggunakan tangan untuk menghasilkan bunyi

perkusi. Walaupun suara yang dihasilkan tidak sekeras drum berbahan plastik, alat musik ini tetap mampu menghasilkan ritme yang cukup jelas untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran musik. Penggunaan bahan yang sederhana dan ekonomis membuktikan bahwa limbah di sekitar dapat dimanfaatkan secara kreatif menjadi media pembelajaran yang menarik.

Gambar 5 memperlihatkan rangkaian botol kaca bekas yang diisi air dengan volume berbeda untuk menghasilkan variasi tinggi nada. Bunyi dihasilkan dengan cara memukul botol menggunakan alat logam sehingga setiap botol menghasilkan nada yang berbeda. Media sederhana ini dapat digunakan untuk mengenalkan konsep bunyi, getaran, serta tinggi rendah nada kepada peserta didik melalui pengalaman belajar yang lebih nyata dan menyenangkan. Pemanfaatan botol bekas tersebut juga menunjukkan bahwa limbah dapat diolah menjadi media pembelajaran yang edukatif dan bernilai guna.



Gambar 5. Botol kaca berisi air (Sumber Foto: Mariam, 2025).



Gambar 6. Terompet berbahan plastik (Sumber Foto: Reza, 2025).

Gambar 6 memperlihatkan sebuah terompet yang dibuat dari bahan plastik bekas dan dimainkan dengan cara ditiup sehingga

menghasilkan bunyi dari getaran udara di dalam alat tersebut. Meskipun dibuat dari bahan sederhana yang mudah ditemukan, terompet plastik ini mampu menghasilkan suara yang cukup jelas dan menarik untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Melalui alat musik ini, peserta dapat memahami konsep dasar bunyi, seperti getaran, resonansi, dan proses terbentuknya suara pada alat musik tiup. Selain melatih kreativitas dalam memanfaatkan limbah, pembuatan terompet plastik juga memberikan pengalaman belajar yang kontekstual dan menyenangkan.

Beragam alat musik yang dihasilkan selama pelatihan, mulai dari marakas, drum ember, drum karton, botol kaca bernada, hingga terompet plastik, menunjukkan bahwa bahan limbah memiliki potensi besar untuk diolah menjadi media pembelajaran seni musik yang edukatif, ekonomis, dan ramah lingkungan. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan peserta dalam menciptakan alat musik sederhana, tetapi juga mendorong kemampuan berpikir kreatif dalam merancang media pembelajaran yang inovatif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Asia, dkk (2024) yang menunjukkan bahwa mahasiswa PGSD memiliki kemampuan kreativitas yang baik dalam mengembangkan media pembelajaran melalui kegiatan berbasis proyek, karena proses tersebut memberikan ruang bagi peserta untuk mengeksplorasi ide, memecahkan masalah, dan menghasilkan produk yang bermanfaat dalam pembelajaran. Dengan demikian, pelatihan ini tidak hanya memperkuat kesadaran lingkungan, tetapi juga mendukung pengembangan kompetensi kreatif calon guru yang diperlukan dalam praktik pembelajaran di sekolah dasar (Nur Asia, dkk 2024). Selain itu, Maharani, dkk (2025) menemukan bahwa kreativitas mahasiswa dalam pembuatan media pembelajaran berada pada kategori sangat tinggi karena didukung oleh kemampuan mengembangkan ide dan menghasilkan desain media yang inovatif. Oleh karena itu, pelatihan ini tidak hanya memberikan keterampilan teknis dalam pemanfaatan limbah, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan kompetensi kreatif yang penting bagi calon guru dalam merancang pembelajaran yang menarik dan bermakna.

KESIMPULAN

Pelatihan pembuatan alat musik edukatif dari limbah berhasil meningkatkan kreativitas, keterampilan praktis, dan kesadaran lingkungan calon guru. Peserta mampu menghasilkan media pembelajaran sederhana dari bahan bekas sekaligus memahami konsep dasar bunyi dan pemanfaatan limbah secara produktif. Kegiatan ini menunjukkan bahwa integrasi pendidikan lingkungan, seni, dan pendekatan STEAM dapat menjadi strategi efektif dalam membentuk calon guru yang inovatif, kreatif, dan berorientasi pada keberlanjutan. Meskipun demikian, keberlanjutan program masih memerlukan dukungan institusi melalui kegiatan lanjutan dan pendampingan agar keterampilan yang diperoleh dapat diterapkan secara konsisten dalam praktik pembelajaran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan kegiatan pengabdian ini, khususnya peserta mahasiswa PGSD Universitas Cenderawasih, LPPM Institut Seni Budaya Indonesia Tanah Papua, serta pihak-pihak yang berkontribusi dalam penyediaan fasilitas dan pendampingan selama kegiatan berlangsung. Dukungan yang diberikan sangat membantu keberhasilan program dan pencapaian tujuan kegiatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asia, N., Mukhlis, Fadilah, N., Dila, & Latief, S. A. 2024. Analisis kreativitas mahasiswa PGSD dalam integrasi media digital dengan model Project Based Learning. *Elementary: Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 5(1): <https://doi.org/10.51878/elementary.v5i1.4160>.
- Filho, W. L., Salvia, A. L., Paço, A., & Fritzen, B., 2023. Sustainability and environmental education: Recent trends and future perspectives. *Sustainability*, 15(4): 1–18.

- Harimurti, S. M., Dewi Rahayu, E. D., Yuriandala, Y., Koeswandana, N. A., Sugiyanto, R. A. L., Perdana, M. G. P. G., Sari, A. W., Putri, N. A., Putri, L. T., & Sari, C. G. 2020. Pengolahan sampah anorganik: Pengabdian masyarakat mahasiswa pada era tatanan kehidupan baru. *Prosiding PKM-CSR*, 3: 365-372.
- Henriksen, D. 2020. Creativity, education, and STEAM: A review of the literature. *Journal of STEM Education Research*, 3(2): 123–140.
- Hotimah. 2020. Peningkatan kreativitas mahasiswa PGSD dalam mendesain media pembelajaran. *Publikasi Pendidikan*, 10(2): 168–177. <https://doi.org/10.26858/publikan.v10i2.13979>
- Kopnina, H., 2022. Education for sustainable development and environmental awareness: Current challenges and opportunities. *Education Sciences*, 12(5): 1–15.
- Maharani, S., Hasanah, A. N., Dewi, L. P., Sabna, S. A., Salsabila, S. S., & Putri, H. E. 2025. Analisis penggunaan aplikasi Canva dan kreativitas mahasiswa PGSD dalam pembuatan media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(3): 38856–38860. <https://doi.org/10.31004/jptam.v9i3.34457>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. 2021. STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 39: 100799.
- Rahmawati, Y., Nurhayati, S., & Widodo, A. 2024. Environmental-based learning innovation in teacher education programs. *Journal of Education for Sustainable Development*, 18(1): 45–60.
- Sardone, N. B., & Devlin-Scherer, R. 2021. Teacher preparation and environmental sustainability in educational practice. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 23(1): 34–49.
- Sujarta, P., Suharno, Simonapendi, M. L., Surbakti, S., & Farmawaty. 2026. Pembentukan Karakter Peduli Lingkungan Melalui Program Sekolah Berbasis Ekologi di SMA Muhammadiyah Kota Jayapura. *Bakti Hayati, Jurnal Pengabdian Indonesia*, 5(1): 18–25.
- UNESCO. 2023. Education for Sustainable Development: Learning Objectives. Paris: UNESCO.
- Yıldırım, B., & Dağhan, G. 2021. Pre-service teachers' perceptions toward sustainable education practices. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(5): 1021–1038.