

# Edukasi Isu Lingkungan Pertambangan Terhadap Masyarakat, Untuk Menumbuhkan Karakter Peduli Lingkungan Pada Siswa SMA Negeri 2 Gorontalo Utara

Regina Putri Podu\*<sup>1</sup>, Yuyu Indriati Arifin<sup>1</sup>, Nawir Sune<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Magister Pendidikan Geografi, Pascasarjana, Universitas Negeri Gorontalo

\*e-mail: reginaputripodu30@gmail.com

## Abstract

*This community service activity aims to increase students' understanding of the environmental impacts of mining activities and foster an environmentally conscious character among students at SMA Negeri 2 North Gorontalo. The background to this activity is based on the increasing number of environmental problems caused by mining activities, such as water pollution, land degradation, declining air quality, and ecosystem degradation. Therefore, educational efforts are needed to raise awareness among the younger generation about the importance of environmental conservation. The method used in this activity is participatory outreach and education through material delivery, interactive discussions, questions and answers, and motivation related to environmentally friendly behavior. The target group for this activity was 30 students at SMA Negeri 2 North Gorontalo. Evaluation of the activity was conducted through observation, documentation, and the distribution of questionnaires to measure the level of understanding of participants after participating in the activity. The results showed that students responded very positively and demonstrated a high level of participation throughout the program. Based on the questionnaire results, 80% of students were in the high understanding category, 13.33% in the medium category, and 6.67% in the low category. These findings indicate that the educational activity successfully increased students' knowledge of environmental issues in mining while fostering environmental awareness and character. Thus, environmental education based on mining issues can be an effective strategy for developing environmental literacy, ecological awareness, and environmental responsibility in the younger generation as part of efforts to achieve sustainable development.*

**Keywords:** Environmental Education, Mining, Environmental Awareness, High School Students

## Abstrak

*Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa mengenai dampak lingkungan akibat aktivitas pertambangan serta menumbuhkan karakter peduli lingkungan pada siswa SMA Negeri 2 Gorontalo Utara. Latar belakang kegiatan didasarkan pada meningkatnya berbagai permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh aktivitas pertambangan, seperti pencemaran air, kerusakan lahan, penurunan kualitas udara, dan degradasi ekosistem. Oleh karena itu, diperlukan upaya edukatif yang mampu meningkatkan kesadaran generasi muda terhadap pentingnya pelestarian lingkungan. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah penyuluhan dan edukasi partisipatif melalui penyampaian materi, diskusi interaktif, tanya jawab, serta pemberian motivasi terkait perilaku ramah lingkungan. Sasaran kegiatan adalah 30 siswa SMA Negeri 2 Gorontalo Utara. Evaluasi kegiatan dilakukan melalui observasi, dokumentasi, dan penyebaran angket untuk mengukur tingkat pemahaman peserta setelah mengikuti kegiatan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa memberikan respons yang sangat positif dan menunjukkan tingkat partisipasi yang tinggi selama pelaksanaan program. Berdasarkan hasil angket, sebanyak 80% siswa berada pada kategori pemahaman tinggi, 13,33% pada kategori sedang, dan 6,67% pada kategori rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa kegiatan edukasi berhasil meningkatkan pengetahuan siswa mengenai isu lingkungan pertambangan sekaligus menumbuhkan kesadaran dan karakter peduli lingkungan. Dengan demikian, edukasi lingkungan berbasis isu pertambangan dapat menjadi salah satu strategi yang efektif dalam membangun literasi lingkungan, kesadaran ekologis, dan tanggung jawab lingkungan pada generasi muda sebagai bagian dari upaya mewujudkan pembangunan berkelanjutan.*

**Kata kunci:** Edukasi Lingkungan, Pertambangan, Karakter Peduli Lingkungan, Siswa SMA

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya mineral yang melimpah dan sektor pertambangan menjadi salah satu penopang penting dalam pembangunan ekonomi nasional. Aktivitas pertambangan memberikan kontribusi terhadap peningkatan pendapatan daerah, penyediaan lapangan kerja, serta mendukung pembangunan infrastruktur. Namun demikian, di balik manfaat ekonomi

tersebut, kegiatan pertambangan juga berpotensi menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan apabila tidak dikelola secara bijaksana dan berkelanjutan.

Kegiatan penambangan merupakan salah satu sektor penting dalam pembangunan ekonomi, namun di sisi lain berpotensi menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan. Salah satu dampak yang paling cepat dirasakan adalah pencemaran air, baik air permukaan maupun air tanah. Aktivitas pembukaan lahan, penggalian pengolahan bijih material, dapat serta memicu terbentuknya air asam tambang dan meningkatkan beban sedimen serta logam berat di badan air. Penurunan kualitas air ini berimplikasi ekosistem langsung perairan dan terhadap kesehatan masyarakat yang memanfaatkan sumber air tersebut (Haryono et al., 2024; Pradana et al., 2019).

Kerusakan lingkungan akibat aktivitas pertambangan turut meluas hingga ke wilayah perairan dan agraris. Pembuangan limbah tambang yang kaya akan logam berat seperti besi, kobalt, dan nikel berisiko merusak ekosistem pesisir serta lautan, yang notabene menjadi tumpuan ekonomi warga setempat (Sangadji & Malau, 2025). Manifestasi dari dampak buruk ini terlihat pada terkontaminasinya air dan tanah, rusaknya terumbu karang, menyusutnya jumlah ikan, hingga penurunan mutu sedimen serta air laut yang pada akhirnya membahayakan stabilitas ekologi dan ekonomi pesisir (Saputro, Sari, & Putri, 2024). Di samping itu, sektor pertanian juga mengalami kemerosotan kualitas lingkungan yang ditandai dengan berkurangnya kesuburan tanah, polusi lumpur pada saluran irigasi, sedimentasi bendungan, serta merosotnya volume air akibat alih fungsi lahan di area hulu (La Maga, 2022).

Permasalahan lingkungan akibat pertambangan tidak hanya menjadi tanggung jawab pemerintah dan pelaku industri, tetapi juga memerlukan keterlibatan masyarakat dalam upaya pelestarian lingkungan. Oleh karena itu, edukasi lingkungan menjadi salah satu langkah penting untuk meningkatkan pengetahuan, kesadaran, dan partisipasi masyarakat dalam menjaga kelestarian lingkungan. Melalui edukasi lingkungan, masyarakat dapat memahami dampak aktivitas pertambangan serta berbagai upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalkan kerusakan lingkungan.

Salah satu kelompok yang perlu mendapatkan perhatian dalam pendidikan lingkungan adalah siswa sekolah menengah atas (SMA). Siswa merupakan generasi muda yang memiliki peran penting sebagai agen perubahan dalam pembangunan berkelanjutan. Penanaman nilai-nilai kepedulian lingkungan sejak usia sekolah diharapkan dapat membentuk karakter yang bertanggung jawab terhadap lingkungan serta mendorong perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari. Pendidikan lingkungan yang diberikan kepada siswa dapat meningkatkan literasi lingkungan, memperkuat kesadaran ekologis, dan membangun karakter peduli lingkungan yang berkelanjutan.

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan Kuliah Kerja Lapangan (KKL) ini dilaksanakan dalam bentuk edukasi isu lingkungan pertambangan kepada siswa SMA Negeri 2 Gorontalo Utara. Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai dampak pertambangan terhadap lingkungan sekaligus menumbuhkan karakter peduli lingkungan pada siswa. Melalui kegiatan edukasi, diskusi, dan penyuluhan yang dilakukan, diharapkan siswa mampu memahami pentingnya menjaga kelestarian lingkungan serta berpartisipasi aktif dalam berbagai upaya pelestarian lingkungan di lingkungan sekolah maupun masyarakat.

## **2. METODE**

### **A. Lokasi dan Waktu Pelaksanaan**

Pada Kegiatan edukasi isu lingkungan pertambangan dilaksanakan di SMA Negeri 2 Gorontalo Utara. Pelaksanaan kegiatan dilakukan selama program Kuliah Kerja Lapangan (KKL) pada bulan Mei 2026. Sasaran kegiatan adalah siswa-siswi SMA Negeri 2 Gorontalo Utara sebagai peserta utama dalam program edukasi lingkungan.

### **B. Sasaran Kegiatan**

Sasaran kegiatan ini adalah siswa SMA Negeri 2 Gorontalo Utara yang dipilih sebagai peserta edukasi karena berada pada usia yang strategis dalam pembentukan karakter dan kesadaran lingkungan. Melalui kegiatan ini diharapkan siswa mampu memahami dampak pertambangan terhadap lingkungan serta menumbuhkan sikap peduli terhadap kelestarian lingkungan.

### **C. Metode Pelaksanaan**

Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah metode penyuluhan dan edukasi partisipatif. Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1). Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan:

- a. Identifikasi permasalahan lingkungan yang berkaitan dengan aktivitas pertambangan.
- b. Penyusunan materi edukasi mengenai dampak pertambangan terhadap lingkungan.
- c. Persiapan media pembelajaran berupa presentasi, gambar, dan video

2). Tahap Pelaksanaan

Kegiatan edukasi dilakukan melalui:

- a. Penyampaian materi mengenai isu lingkungan akibat aktivitas pertambangan.
- b. Pemberian contoh dampak pertambangan terhadap kualitas air, tanah, udara, dan ekosistem.
- c. Diskusi interaktif dan tanya jawab antara pemateri dan peserta.
- d. Pemberian motivasi mengenai pentingnya menjaga lingkungan dan penerapan perilaku ramah lingkungan dalam kehidupan sehari-hari.

3). Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan.

Evaluasi dilakukan melalui:

- a. Observasi partisipasi siswa selama kegiatan berlangsung.
- b. Sesi tanya jawab dan diskusi.
- c. Penyebaran angket atau kuesioner sederhana mengenai pemahaman dan sikap peduli lingkungan setelah kegiatan edukasi dilaksanakan.

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Data kegiatan diperoleh melalui:

- a) Observasi langsung selama pelaksanaan kegiatan.
- b) Dokumentasi berupa foto dan catatan kegiatan.
- c) Angket atau kuesioner yang diberikan kepada peserta.
- d) Wawancara singkat dengan beberapa peserta dan guru pendamping.

#### **E. Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode deskriptif kualitatif. Hasil observasi, dokumentasi, dan tanggapan peserta dianalisis untuk menggambarkan tingkat pemahaman siswa mengenai isu lingkungan pertambangan serta perubahan sikap peduli lingkungan setelah mengikuti kegiatan edukasi.

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan pemberian materi yang membahas berbagai dampak aktivitas pertambangan terhadap kualitas lingkungan, meliputi kualitas air, tanah, udara, serta keberlangsungan ekosistem. Setelah pemaparan materi selesai, kegiatan dilanjutkan dengan diskusi interaktif dan sesi tanya jawab yang melibatkan seluruh peserta secara aktif. Melalui rangkaian kegiatan tersebut, siswa memperoleh kesempatan untuk mengemukakan pandangan, berbagi pengalaman, serta mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan berbagai permasalahan lingkungan yang muncul sebagai konsekuensi dari kegiatan pertambangan.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan selama pelaksanaan kegiatan, siswa memperlihatkan tingkat antusiasme yang tinggi. Kondisi tersebut tercermin dari partisipasi aktif siswa dalam mengikuti seluruh rangkaian kegiatan, kemampuan mereka dalam memberikan respons terhadap materi yang disampaikan, serta keterlibatan yang signifikan dalam sesi diskusi dan tanya jawab yang berlangsung.

Untuk mengukur tingkat pemahaman siswa setelah mengikuti kegiatan edukasi, dilakukan penyebaran angket kepada seluruh peserta. Hasil angket menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki tingkat pemahaman yang baik terhadap materi yang telah diberikan.

**Tabel 1. Tingkat Pemahaman Siswa**

Kategori	Jumlah Siswa (f)	Persentase (%)
Tinggi	24	80,00
Sedang	4	13,33
Rendah	2	6,67
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

Perhitungan persentase dilakukan menggunakan rumus:

$$P = (f / N) \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase

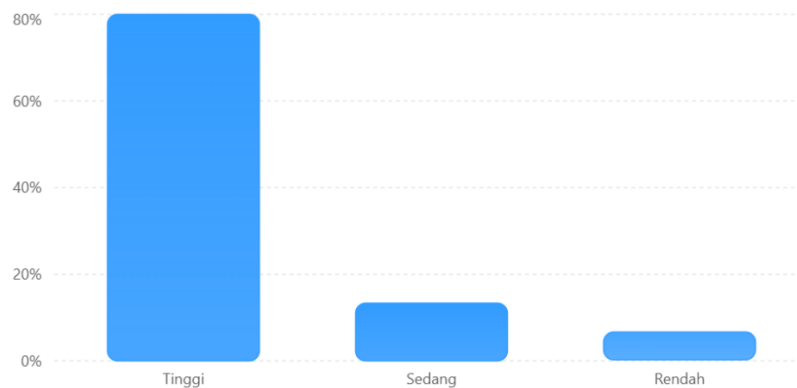
f = Jumlah responden pada kategori tertentu

N = Jumlah seluruh responden

Perhitungan persentase setiap kategori adalah sebagai berikut:

- Kategori Tinggi  
 $P = (24/30) \times 100\%$   
 $P = 80\%$
- Kategori Sedang  
 $P = (4/30) \times 100\%$   
 $P = 13,33\%$
- Kategori Rendah  
 $P = (2/30) \times 100\%$   
 $P = 6,67\%$

Hasil tersebut menunjukkan bahwa 80% siswa berada pada kategori pemahaman tinggi, 13,33% berada pada kategori sedang, dan hanya 6,67% yang berada pada kategori rendah.



**Gambar 1. Tingkat Pemahaman Siswa**

Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa sebagian besar siswa, yaitu 80%, memiliki tingkat pemahaman yang tinggi terhadap materi yang diberikan. Sebanyak 13,33% siswa berada pada kategori sedang dan hanya 6,67% siswa yang berada pada kategori rendah.

Kegiatan edukasi isu lingkungan pertambangan yang dilaksanakan di SMA Negeri 2 Gorontalo Utara menunjukkan hasil yang positif dalam meningkatkan pemahaman siswa mengenai dampak pertambangan terhadap lingkungan. Hal ini dibuktikan dengan hasil angket yang menunjukkan bahwa 80% siswa berada pada kategori pemahaman tinggi, 13,33% pada kategori sedang, dan hanya 6,67% pada kategori rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang disampaikan dapat diterima dan dipahami dengan baik oleh sebagian besar peserta.

Tingginya tingkat pemahaman siswa tidak terlepas dari metode edukasi yang digunakan, yaitu penyuluhan dan edukasi partisipatif. Metode ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk terlibat secara aktif melalui diskusi dan sesi tanya jawab. Keterlibatan aktif peserta selama kegiatan berlangsung membantu siswa memahami berbagai dampak pertambangan terhadap kualitas air, tanah, udara, serta kerusakan ekosistem yang dapat terjadi akibat aktivitas pertambangan yang tidak memperhatikan prinsip keberlanjutan.

Di samping memperluas wawasan konseptual, aktivitas ini berkontribusi signifikan terhadap pembentukan kecerdasan ekologis (ecological intelligence) siswa. Respons positif dan kedewasaan cara pandang siswa terlihat sepanjang kegiatan, yang kemudian diaktualisasikan melalui intensi untuk menerapkan pola hidup ramah lingkungan. Tindakan preventif yang disepakati oleh siswa meliputi pengurangan konsumsi plastik sekali pakai, pemeliharaan kebersihan makro di lingkungan sekolah, serta keterlibatan langsung dalam berbagai program preservasi lingkungan.

Hasil orientasi ini selaras dengan esensi pendidikan lingkungan, di mana output yang disasar tidak terbatas pada penguasaan wawasan, melainkan pada rekonstruksi sikap dan perilaku pro-lingkungan. Pemahaman mendalam terkait eksternalitas negatif industri pertambangan diharapkan dapat mentransformasi siswa menjadi pelopor pergerakan. Sinergi ini krusial untuk mengedukasi serta menggerakkan komunitas lokal agar lebih berkomitmen terhadap urgensi keberlanjutan lingkungan. Secara keseluruhan, kegiatan edukasi isu lingkungan pertambangan di SMA Negeri 2 Gorontalo Utara dapat dikatakan berhasil karena mampu meningkatkan pengetahuan siswa serta menumbuhkan kesadaran dan karakter peduli lingkungan yang menjadi salah satu tujuan utama kegiatan pengabdian masyarakat ini.

#### 4. KESIMPULAN

Kegiatan edukasi yang dilaksanakan melalui metode penyuluhan dan diskusi interaktif mampu meningkatkan partisipasi siswa dalam proses pembelajaran. Selain meningkatkan pengetahuan, kegiatan ini juga berhasil menumbuhkan kesadaran dan karakter peduli lingkungan pada siswa yang ditunjukkan melalui sikap positif terhadap upaya pelestarian lingkungan.

Dengan demikian, edukasi terstruktur terkait dampak lingkungan sektor pertambangan dinilai efektif sebagai stimulus dalam menumbuhkan literasi lingkungan, kesadaran kritis, dan tanggung jawab ekologis di kalangan generasi muda.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, R. (2013). Integrasi pendidikan lingkungan hidup melalui pembelajaran IPS di sekolah dasar sebagai alternatif menciptakan sekolah hijau. *Jurnal Pedagogia*, 2(1), 98–108.
- Al Fajri, D. (2024). Memberdayakan masyarakat dalam upaya perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pertambangan. *Jurnal SAKAAI: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 2(1), 28–35.
- Amponsah-Tawiah, K., & Dartey-Baah, K. (2011). The mining industry in Ghana: A blessing or a curse. *International Journal of Business and Social Science*, 2, 62–69.
- An, Z., Zhao, Y., & Zhang, Y. (2023). Mineral exploration and the green transition: Opportunities and challenges for the mining industry. *Resources Policy*, 86, 104263. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104263>
- Coelho, P. C. S., Teixeira, J. P. F., & Gonçalves, O. N. B. S. M. (2011). Mining activities: Health impacts. In J. O. Nriagu (Ed.), *Encyclopedia of Environmental Health* (pp. 788–802). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52272-6.00488-8>
- Cordy, P., Veiga, M. M., Salih, I., Al-Saadi, S., Console, S., Garcia, O., Mesa, L. A., Velásquez-López, P. C., & Roeser, M. (2011). Mercury contamination from artisanal gold mining in Antioquia, Colombia: The world's highest per capita mercury pollution. *Science of the Total Environment*, 410–411, 154–160. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.09.006>
- Daryanto, & Suprihatin. (2013). *Pengantar pendidikan lingkungan hidup*. Gava Media.
- Dwinatalia, D., & Husamah. (2025). Analisis dampak lingkungan aktivitas pertambangan emas di Tumpang Pitu, Banyuwangi, terhadap kualitas air dan tanah sekitar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*.
- Fahrozy, M. M., Zahroh, L. L., Chandra, A. Z. P., & Suryaningi. (2025). Dampak pencemaran akibat pertambangan liar terhadap kehidupan masyarakat dan pandangan Pancasila. *Triwikrama: Jurnal Ilmu Sosial*.
- Firmansyah, F., dkk. (2026). Strategi manajemen pendidikan lingkungan hidup untuk meningkatkan kesadaran konservasi siswa SMA. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*.

- Gairola, S. U., Khanduri, A. K., & Bhuvanewari, V. (2025). Sustainable mining: Reducing waste and enhancing resource efficiency. *Discover Civil Engineering*, 2(1). <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00233-9>
- Haryono, I., Soesilo, T. E. B., & Agustina, H. (2024). Pengaruh perilaku dan kondisi permukiman masyarakat terhadap kualitas air di Sungai Jangkok, Kota Mataram. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 23(1), 73–83. <https://doi.org/10.14710/jkli.23.1.73-83>
- Hikmah, N., Nugroho, A. S., & Patonah, S. (2024). Profil literasi lingkungan siswa SMA N 1 Gemuh. *Jurnal Inovasi Pembelajaran di Sekolah*.
- International Labour Organization. (2018). *Tujuan pembangunan milenium: Referensi manual serikat pekerja pada agenda untuk pembangunan berkelanjutan 2030*.
- Kemendiknas. (2011). *Panduan pelaksanaan pendidikan karakter*. Kementerian Pendidikan Nasional.
- La Maga. (2022). Analisis dampak aktivitas pertambangan nikel PT. X terhadap pendapatan petani padi sawah di Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Kajian Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 9(1), 1–9.
- Mononen, T., Kivinen, S., Kotilainen, J. M., & Leino, J. (2022). *Social and environmental impacts of mining activities in the EU*. Policy Department for Citizens' Rights and Constitutional Affairs.
- Ningrum, M. S., dkk. (2026). Hubungan materi pelestarian lingkungan dalam pelajaran geografi dan pola hidup komunitas lokal dengan sikap peduli lingkungan siswa SMA. *Jurnal Pendidikan: Riset dan Konseptual*.
- Nurhanika, & Anugrah, G. (2025). Dampak aktivitas pertambangan terhadap kualitas air: Kajian literatur mengenai air asam tambang, sedimen, dan kontaminasi logam berat. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*.
- Nuzulia, S., Sukamto, & Purnomo, A. (2019). Implementasi program Adiwiyata Mandiri dalam menanamkan karakter peduli lingkungan. *Sosio Didaktika: Social Science Education Journal*, 6(2), 155–164.
- Obiri-Yeboah, A., Nyantakyi, E. K., Mohammed, A. R., Yeboah, S. I. I. K., Domfeh, M. K., & Abokyi, E. (2021). Assessing potential health effect of lead and mercury and the impact of illegal mining activities in the Bonsa River, Tarkwa Nsuaem, Ghana. *Scientific African*, 13, e00876. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00876>
- Park, E. (2024). Sand mining in the Mekong Delta: Extent and compounded impacts. *Science of the Total Environment*, 924, 171620. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171620>
- Prasetyo, M. H., Baderan, D. W. K., & Hamidu, M. S. (2025). Dampak kerusakan lingkungan akibat eksploitasi sumber daya mineral dari kegiatan pertambangan. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian dan Teknologi dalam Ilmu Tanaman*.
- Putri, D. K., Harahap, H., & Siregar, D. A. (2025). Pemberdayaan lansia melalui edukasi pencegahan dampak lingkungan pertambangan di area pertambangan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sentral*, 3(1), 42–48.
- Rusdina, A. (2015). Membumikan etika lingkungan bagi upaya membudayakan pengelolaan lingkungan yang bertanggung jawab. *Jurnal Istek*, 9(2), 244–263.
- Sangadji, S., & Malau, A. G. (2025). Analisis dampak pertambangan nikel PT. X di Pulau Gag: Risiko lingkungan dan peluang ekonomi, 8(3), 1309–1322.
- Saputra, R., & Paskual, M. F. (2025). *Ekonomi hijau di ujung tanduk: Valuasi multisektor hutan Morowali sebagai basis revisi kebijakan pemanfaatan ruang*. Jakarta Selatan.
- Saputro, A. N., Sari, E. N., & Putri, F. A. R. (2024). Analisis penyelesaian limbah tambang nikel di Konawe Utara yang mencemari laut sekitarnya. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan IV (SENASTITAN IV)*, 1–9.
- Widyaningrum, W. H., Handayani, L., & Sarwi. (2024). Analisis kepedulian lingkungan siswa SMA di sekolah program Adiwiyata. *Unnes Physics Education Journal*.
- Worlanyo, A. S., & Jiangfeng, L. (2021). Evaluating the environmental and economic impact of mining for post-mined land restoration and land-use: A review. *Journal of Environmental Management*, 279, 111623. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111623>