

OPTIMALISASI PENGELOLAAN SAMPAH UNTUK MENDUKUNG ENERGI TERBARUKAN DI INDONESIA

Marcel Luis Armstrong, Andika Dimas Saputra

Universitas Mercubuana

Email: marcelluis.a1@gmail.com

Abstrak

Pengelolaan sampah di Indonesia menghadapi tantangan besar, termasuk rendahnya kesadaran masyarakat, kendala teknis, dan regulasi yang belum optimal, yang memerlukan perhatian serius untuk mengurangi dampak lingkungan dari sampah. Studi ini bertujuan untuk menganalisis potensi energi biomassa dari limbah, mengevaluasi metode pengelolaan sampah yang ada, dan memberikan rekomendasi strategi optimal untuk mendukung pengembangan energi terbarukan. Energi biomassa dari limbah dapat menjadi alternatif berkelanjutan untuk mengatasi masalah pengelolaan sampah sekaligus memenuhi kebutuhan energi yang semakin meningkat di Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan literatur dan analisis data sekunder, dengan populasi yang diteliti meliputi berbagai jenis limbah organik dan sampel diambil dari kajian sebelumnya mengenai potensi biomassa. Teknik pengumpulan data meliputi kajian pustaka dan analisis dokumen terkait, sementara analisis data dilakukan dengan metode deskriptif untuk mengevaluasi implementasi teknologi pengelolaan sampah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan sampah organik, seperti pengomposan dan pencernaan anaerobik, memiliki potensi besar untuk menghasilkan energi biomassa yang ramah lingkungan. Namun, keberhasilan implementasi memerlukan dukungan kebijakan pemerintah, kolaborasi antara sektor publik dan swasta, serta peningkatan kesadaran masyarakat. Kesimpulannya, energi biomassa dari limbah dapat menjadi solusi berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan mendukung transisi menuju ekonomi hijau di Indonesia. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan pentingnya intervensi kebijakan dan peningkatan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan sampah.

Kata kunci: Pengelolaan sampah, energi biomassa, energi terbarukan, teknologi limbah, ekonomi hijau

Abstract

Waste management in Indonesia faces major challenges, including low public awareness, technical constraints, and suboptimal regulations, which require serious attention to reduce the environmental impact of waste. This study aims to analyze the biomass energy potential of waste, evaluate existing waste management methods, and provide optimal strategy recommendations to support the development of renewable energy. Biomass energy from waste can be a sustainable alternative to overcome waste management problems while meeting the increasing energy needs in Indonesia. This study uses a literature approach and secondary data analysis, with the population studied covering various types of organic waste and samples taken from previous studies on biomass potential. Data collection techniques include literature review and analysis of related documents, while data analysis is carried out by descriptive methods to evaluate the implementation of waste management technology. The results of the study show that organic waste management, such as composting and anaerobic digestion, has great potential to produce environmentally friendly biomass energy. However, successful implementation requires government policy support, collaboration between the public and private sectors, and increased public awareness. In conclusion, biomass energy from waste can be a sustainable solution to reduce dependence on fossil fuels, reduce greenhouse gas emissions, and support the transition to a green economy in Indonesia. The implications of this study show the importance of policy intervention and increasing community participation in waste management.

Keywords: Waste management, biomass energy, renewable energy, waste technology, green economy.

*Correspondence Author: Marcel Luis Armstrong
Email: marcelluis.a1@gmail.com



PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah saat ini dipengaruhi oleh faktor sosial ekonomi masyarakat, di mana tingkat pengetahuan dan kesadaran akan pengelolaan sampah memainkan peran penting (Mahyudin, 2017; Yulia, 2021). Selain itu, kemajuan teknologi juga berkontribusi pada peningkatan jumlah sampah, seperti sampah plastik dan elektronik. Pemilahan sampah sesuai jenis, jumlah, dan sifatnya juga merupakan bagian penting dari pengelolaan sampah yang efektif (Selfianus et al., 2024). Untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, teknologi pengelolaan sampah sangat penting untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Pengomposan adalah salah satu teknologi efektif dalam mengelola sampah organik yang menghasilkan manfaat ganda, yaitu mengurangi sampah dan menghasilkan sumber daya bernilai (Ekawandani & Anzi Kusuma, 2018; Mirwan, 2015). Selain itu, teknologi seperti pengumpulan dan pemilahan otomatis, aplikasi ponsel untuk pengelolaan sampah, dan teknologi pemisahan otomatis juga berperan penting dalam mengelola sampah secara efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan (Syamsul, 2024).

Pengelolaan sampah untuk energi terbarukan memerlukan kerjasama berbagai stakeholder dan peningkatan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan. Meskipun potensi energi biomassa di Indonesia besar, implementasinya masih terhambat oleh kendala teknis, regulasi, dan kesadaran publik yang rendah (Nawawi et al., 2018). Diperlukan langkah-langkah untuk mengatasi tantangan dalam pengembangan energi biomassa agar dapat mendukung transisi menuju ekonomi hijau dan energi berkelanjutan di Indonesia [2]."

Potensi energi biomassa di Indonesia belum banyak dimanfaatkan sebagai sumber energi utama, meskipun memiliki potensi yang cukup besar. Salah satu sumber energi terbarukan yang memiliki potensi baik untuk diterapkan di Indonesia adalah energi surya, dengan distribusi radiasi matahari yang stabil sepanjang tahun. Pemerintah Indonesia memiliki target kapasitas terpasang energi surya untuk pembangkit listrik, namun masih menghadapi kendala seperti tingginya biaya investasi yang membuat harga listrik dari energi terbarukan menjadi tidak ekonomis (Awaludin, 2022). Meskipun energi surya memiliki potensi yang baik, kendala biaya investasi yang tinggi dapat menghambat implementasinya secara luas di Indonesia. Selain itu, pembangunan infrastruktur yang diperlukan untuk energi surya juga bisa menjadi tantangan dalam mencapai target kapasitas terpasang yang diinginkan oleh pemerintah. Sehingga energi biomassa menjadi pilihan alternatif yang lebih menarik karena biaya investasinya yang relatif lebih rendah dan infrastruktur yang sudah ada dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. Dengan mengembangkan energi biomassa, Indonesia dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan serta ekonomi negara. Diharapkan dengan adopsi energi biomassa, Indonesia dapat mencapai target kapasitas terpasang energi terbarukan yang lebih realistis dan berkelanjutan.

Potensi energi biomassa di Indonesia sangat besar dengan ketersediaan sumber daya biomassa yang melimpah, termasuk limbah pertanian, kayu, dan sampah organik. Meskipun potensi energi biomassa di Indonesiawan besar, implementasi praktisnya masih terhambat oleh kendala teknis, regulasi, dan kesadaran publik yang rendah. Diperlukan dukungan finansial dan kebijakan yang tepat dari pemerintah untuk mengatasi tantangan tersebut dan mendorong pengembangan energi biomassa lebih lanjut (Ikhbar & Rusmina, 2024). Investasi dalam teknologi yang tepat dan pengembangan infrastruktur yang

memadai juga merupakan langkah penting dalam meningkatkan pemanfaatan energi biomassa di Indonesia. Selain itu, edukasi dan kampanye publik perlu ditingkatkan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang manfaat energi biomassa dan pentingnya beralih ke sumber energi yang lebih berkelanjutan. Regulasi yang belum mendukung dan infrastruktur yang kurang memadai juga menjadi kendala signifikan dalam penerapan energi biomassa. Banyak peraturan yang masih ambigu atau tidak konsisten, yang dapat menghambat investasi dan pengembangan proyek energi biomassa. Selain itu, infrastruktur yang diperlukan untuk pengumpulan, pengolahan, dan distribusi biomassa sering kali masih terbatas, sehingga menyulitkan pelaksanaan proyek-proyek yang berbasis biomassa. Dengan kerjasama antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat, Indonesia dapat mengatasi hambatan-hambatan ini dan memanfaatkan potensi energi biomassa secara optimal untuk mencapai keberlanjutan energi di masa depan.

Teknologi limbah menjadi energi dapat dilakukan melalui berbagai metode pengolahan limbah seperti fisika, kimia, dan biologi (Lestari et al., 2022; Rahardjo, 2018). Limbah rumah tangga, industri, pertanian, pertambangan, dan pariwisata merupakan sumber limbah yang dapat diolah menjadi energi (Hasibuan, 2016; Verananda et al., 2022). Efisiensi pengolahan limbah menjadi energi tergantung pada jenis limbah dan metode pengolahan yang digunakan (Mulyani, 2017; Palapessy et al., 2019).

Penerapan teknologi sampah menjadi energi di Indonesia, seperti insinerasi, pencernaan anaerobik, dan gasifikasi, memiliki potensi manfaat lingkungan yang signifikan. Teknik-teknik ini dapat mengubah sampah menjadi sumber energi terbarukan, membantu mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan dan masyarakat, serta mempromosikan penggunaan kembali sumber daya dan energi (Prajapati et al., 2021)

Indonesia dapat mengambil contoh dari proyek limbah menjadi energi di negara lain untuk mengurangi polusi dan memanfaatkan sumber daya secara berkelanjutan. Salah satu contoh yang dapat dijadikan model adalah upaya untuk menghindari limbah dengan memisahkan sampah basah dan kering kemudian mengolahnya di tempat pemrosesan sampah terdekat. Proyek-proyek ini telah berhasil mengurangi jumlah limbah yang mencemari lingkungan dan juga telah memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat. Dengan mengikuti contoh ini, Indonesia dapat mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan dan mengurangi dampak negatif dari penumpukan sampah. Tindakan ini juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan limbah yang baik.

Investasi dalam energi terbarukan, seperti teknologi sampah menjadi energi, dapat menciptakan lapangan kerja, meningkatkan ketahanan energi, dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional. Namun, Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan dalam mengembangkan teknologi sampah menjadi energi, seperti hambatan regulasi, isu persepsi publik, dan keterbatasan keuangan. Oleh karena itu, penting bagi pemerintah untuk memainkan peran yang aktif dalam mempromosikan infrastruktur energi dari sampah di Indonesia melalui kebijakan dan insentif yang tepat. Studi kasus tentang sistem pengelolaan sampah yang sukses untuk energi terbarukan juga dapat memberikan wawasan berharga bagi pengembangan lebih lanjut di Indonesia.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis potensi dan tantangan dalam pengelolaan sampah menjadi energi terbarukan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat mendukung pengembangan teknologi energi dari sampah serta meningkatkan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya

pengelolaan limbah yang berkelanjutan. Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pengambil kebijakan, akademisi, dan praktisi dalam memahami dinamika pengelolaan sampah dan potensinya sebagai sumber energi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pengelolaan limbah yang baik, yang pada gilirannya dapat berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan kesehatan publik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus (Fadli, 2021). Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi berbagai teknologi pengelolaan sampah yang telah berhasil diterapkan di berbagai negara, serta menganalisis penerapannya di Indonesia. Dengan meningkatnya tantangan terkait pengelolaan sampah di Indonesia, penelitian ini bertujuan untuk menemukan solusi yang inovatif dan berkelanjutan yang telah terbukti efektif di konteks internasional.

Dalam aspek populasi, penelitian ini mencakup semua teknologi pengelolaan sampah yang diadopsi secara global dan telah terbukti efektif. Sampel penelitian diambil dari negara-negara yang memiliki reputasi baik dalam pengelolaan sampah, seperti Singapura, yang dikenal dengan sistem pemisahan dan daur ulang sampah yang efisien, serta Jerman dan Korea Selatan yang memiliki kebijakan dan teknologi maju dalam pengelolaan limbah. Selain itu, UKM di Indonesia yang berpotensi untuk menerapkan teknologi tersebut juga akan menjadi fokus dalam pemilihan sampel. Hal ini penting untuk memastikan bahwa rekomendasi yang dihasilkan dapat diterapkan secara praktis di konteks lokal.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui beberapa metode. Pertama, studi literatur akan dilakukan untuk mengkaji berbagai sumber yang relevan, termasuk jurnal ilmiah, laporan penelitian, dan dokumentasi resmi terkait dengan teknologi pengelolaan sampah. Ini akan memberikan dasar teori yang kuat untuk analisis lebih lanjut. Selain itu, wawancara akan dilakukan dengan para ahli, praktisi, dan pemangku kepentingan dalam bidang pengelolaan sampah. Melalui wawancara ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan mendalam mengenai tantangan dan peluang yang dihadapi dalam penerapan teknologi tertentu. Observasi langsung juga akan menjadi bagian penting dari pengumpulan data, di mana peneliti akan mengamati penerapan teknologi pengelolaan sampah di beberapa lokasi yang dipilih sebagai studi kasus. Observasi ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang praktik di lapangan serta efektivitas teknologi yang diterapkan.

Setelah data terkumpul, analisis akan dilakukan menggunakan pendekatan analisis tematik. Proses analisis ini melibatkan beberapa langkah. Pertama, data akan dikelompokkan berdasarkan tema dan sub-tema yang relevan dengan pengelolaan sampah. Selanjutnya, peneliti akan mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari masing-masing teknologi yang diteliti, yang akan memberikan gambaran yang jelas tentang kelebihan dan tantangan yang mungkin dihadapi dalam implementasi teknologi tersebut. Selain itu, peneliti juga akan mempertimbangkan konteks lokal, termasuk aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan, dalam analisis ini. Rekomendasi yang dihasilkan akan berdasarkan pada hasil

analisis dan dirancang untuk menentukan teknologi yang paling sesuai dan berkelanjutan untuk diadopsi di Indonesia.

Dengan pendekatan yang komprehensif ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan strategi pengelolaan limbah yang lebih efektif dan berkelanjutan di Indonesia. Melalui identifikasi teknologi yang tepat, penelitian ini bertujuan untuk mendukung upaya pemerintah dan masyarakat dalam menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat, serta mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perusahaan swasta dapat berinvestasi dalam proyek pengelolaan sampah sebagai bagian dari kemitraan dengan pemerintah untuk menciptakan fasilitas pengelolaan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Mereka juga dapat membawa pengetahuan dan pengalaman berharga dalam pengembangan teknologi dan praktik terbaik dalam pengelolaan sampah (Lasaiba, 2024). Kolaborasi antara pemerintah dan sektor swasta dapat menciptakan solusi holistik untuk pengelolaan sampah yang lebih baik dan berkelanjutan (Lasaiba, 2024). Infrastruktur yang memadai sangat diperlukan untuk mendukung pengelolaan sampah yang efektif, termasuk tempat pembuangan akhir (TPA) yang terkelola dengan baik, fasilitas pengolahan sampah, dan sistem pengumpulan sampah yang efisien. Pentingnya kerjasama antara pemerintah dan sektor swasta dalam pengelolaan sampah juga dapat membawa manfaat ekonomi bagi kedua belah pihak. Dengan adanya investasi dalam infrastruktur pengelolaan sampah, seperti pembangunan TPA modern dan fasilitas pengolahan sampah yang canggih, dapat menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar. Dengan demikian, kolaborasi ini tidak hanya akan membawa manfaat lingkungan, tetapi juga berdampak positif pada aspek sosial dan ekonomi di suatu wilayah. Evaluasi potensi pembangkitan energi terbarukan dari limbah dapat menjadi langkah yang strategis dalam upaya mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Dengan memanfaatkan limbah sebagai sumber energi, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin langka dan merusak lingkungan. Selain itu, pengembangan energi terbarukan dari limbah juga dapat menjadi solusi bagi masalah kekurangan energi yang sering terjadi di beberapa daerah. Dengan demikian, investasi dalam pengelolaan sampah dan energi terbarukan dapat memberikan dampak positif yang luas bagi masyarakat dan lingkungan sekitar.

Pengembangan teknologi dan kebijakan yang mendukung pengelolaan sampah dan energi terbarukan juga dapat membuka peluang baru bagi industri. Misalnya, penggunaan teknologi pengolahan sampah menjadi energi dapat memberikan peluang untuk pengembangan mesin dan peralatan yang efisien dalam proses konversi energi. Selain itu, adopsi praktik-praktik ramah lingkungan dalam industri juga dapat meningkatkan reputasi perusahaan dan menarik investasi yang berkelanjutan. Penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang bagaimana energi terbarukan dari sampah dapat dioptimalkan sesuai dengan kebutuhan lokal dan potensi sumber daya yang tersedia. Selain itu, dengan mempertimbangkan tantangan teknis, ekonomi, dan sosial yang mungkin muncul, dapat dirumuskan strategi yang lebih efektif untuk implementasi energi terbarukan dari sampah di berbagai wilayah. Dengan demikian, kolaborasi antar berbagai disiplin ilmu

dan pemangku kepentingan akan menjadi kunci dalam mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan melalui pemanfaatan energi terbarukan dari sampah.

Pemanfaatan energi terbarukan dari limbah dapat memberikan manfaat penting, seperti mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Penelitian menunjukkan bahwa energi terbarukan dapat digunakan secara terus menerus dan tidak akan habis sebagai sumber energi alternatif yang tersedia secara alami. Dengan memanfaatkan energi terbarukan dari limbah, kita dapat mengurangi jejak karbon kita dan membantu mengatasi perubahan iklim. Selain itu, penggunaan energi terbarukan juga dapat meningkatkan keberlanjutan lingkungan dan ekonomi, serta menciptakan lapangan kerja baru dalam industri energi terbarukan. Dengan terus melakukan penelitian dan inovasi dalam bidang ini, kita dapat mempercepat pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan secara global. Dengan adanya penelitian yang terus dilakukan, teknologi untuk mengubah sampah menjadi energi terus mengalami kemajuan. Inovasi-inovasi ini dapat diterapkan dalam skala yang lebih besar, sehingga semakin banyak energi terbarukan yang dapat dihasilkan dari limbah. Hal ini akan membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mempercepat transisi menuju masyarakat yang lebih berkelanjutan. Dengan kolaborasi antara pemerintah, industri, dan masyarakat, kita dapat mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan secara global.

Untuk arah penelitian masa depan pengelolaan limbah, dapat dilakukan evaluasi sumber daya manusia, anggaran, alat, dan metode dalam pengolahan limbah cair di rumah sakit swasta di Kota Surabaya. Selain itu, penelitian dapat melibatkan analisis konten mendalam terhadap publikasi yang berpengaruh, mengeksplorasi penelitian non-Inggris, dan memajukan solusi berbasis teknologi untuk pengurangan sampah makanan. Diperlukan kerja sama kolaboratif antara pemerintah, industri, dan masyarakat dalam menciptakan solusi holistik untuk mengatasi masalah sampah baterai kendaraan listrik di Indonesia (M. et al., 2024). Kerja sama ini akan memastikan implementasi solusi yang efektif dan berkelanjutan, serta mendorong adopsi teknologi hijau sebagai langkah menuju keberlanjutan lingkungan. Selain itu, penting juga untuk melibatkan komunitas lokal dan organisasi non-pemerintah dalam upaya ini, sehingga semua pihak dapat ikut berperan aktif dalam menjaga lingkungan dan merawat bumi kita bersama. Dengan upaya bersama ini, diharapkan Indonesia dapat menjadi contoh bagi negara-negara lain dalam upaya mengelola limbah secara efisien dan bertanggung jawab. Kerja sama ini akan memastikan implementasi solusi yang efektif dan berkelanjutan, serta mendorong adopsi teknologi hijau sebagai langkah menuju keberlanjutan lingkungan. Selain itu, penting juga untuk melibatkan komunitas lokal dan organisasi non-pemerintah dalam upaya ini, sehingga semua pihak dapat ikut berperan aktif dalam menjaga lingkungan dan merawat bumi kita bersama. Dengan upaya bersama ini, diharapkan Indonesia dapat menjadi contoh bagi negara-negara lain dalam upaya mengelola limbah secara efisien dan bertanggung jawab.

KESIMPULAN

Studi ini memberikan wawasan yang berharga bagi praktisi dalam pengelolaan sampah berkelanjutan. Dengan memahami implikasi dari penelitian ini, para pengambil keputusan dapat merancang kebijakan yang lebih efektif dan berkelanjutan dalam mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, kolaborasi antara berbagai

pihak juga menjadi kunci dalam mencapai tujuan bersama untuk menjaga keberlanjutan bumi kita. Dengan kesadaran akan pentingnya upaya ini, diharapkan masyarakat Indonesia dapat terus berkomitmen dalam menjaga lingkungan demi masa depan yang lebih baik. Dalam konteks ini, optimalisasi pengelolaan limbah untuk energi terbarukan menjadi sebuah langkah yang krusial dalam menjaga keberlanjutan lingkungan. Dengan memanfaatkan limbah sebagai sumber energi alternatif, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang merusak lingkungan. Selain itu, pengelolaan limbah untuk energi terbarukan juga dapat memban-

tu mengurangi emisi gas rumah kaca dan menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Implementasi langkah-langkah konkret dalam optimalisasi pengelolaan limbah harus segera dilakukan untuk menjaga keberlanjutan bumi, serta untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan bahan bakar fosil terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu, inisiatif ini dapat membuka peluang untuk inovasi teknologi yang lebih ramah lingkungan dan menciptakan lapangan kerja baru. Oleh karena itu, kesadaran dan tindakan nyata dari seluruh lapisan masyarakat serta berbagai pihak yang terlibat sangat penting dalam mewujudkan lingkungan yang ramah dan berkelanjutan, demi masa depan yang lebih baik bagi generasi mendatang. Upaya kolaboratif dan berkelanjutan ini diharapkan dapat menjadi model bagi negara lain dalam menghadapi tantangan serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ekawandani, N., & Anzi Kusuma, A. (2018). Pengomposan Sampah Organik (Kubis Dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan EM4. *TEDC*, 12(1).
- Fadli, M. R. (2021). Memahami desain metode penelitian kualitatif. *HUMANIKA*, 21(1). <https://doi.org/10.21831/hum.v21i1.38075>
- Hasibuan, R. (2016). Analisis dampak limbah/sampah rumah tangga terhadap lingkungan hidup. *Jurnal Ilmiah "Advokasi,"* 04(01).
- Ikhbar, S., & Rusmina, C. (2024). Optimalisasi Energi Biomassa: Solusi Energi Terbarukan untuk Ekonomi Hijau dengan Tinjauan Finansial dan Lingkungan. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(3).
- Lasaiba, M. A. (2024). Strategi inovatif untuk pengelolaan sampah perkotaan: Integrasi teknologi dan partisipasi masyarakat. *GEOFORUM Jurnal Geografi Dan Pendidikan Geografi*, 3(1), 1–19.
- Lestari, A. T., Anwar, H., Permatasari, D., Wahyuningsih, E., Syaputra, M., & Suparyana, P. K. (2022). Penerapan Teknologi Pengelolaan Limbah Berkelanjutan di Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) Mandalika, NTB. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(4). <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v5i4.2617>
- Mahyudin, R. P. (2017). Kajian Permasalahan Pengelolaan Sampah Dan Dampak. *Teknik Lingkungan*, 3, 3(1).
- Mirwan, M. (2015). Optimasi pengomposan sampah kebun dengan variasi aerasi dan penambahan kotoran sapi sebagai bioaktivator. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1)(1).
- Mulyani, I. M. (2017). Proses Elektrokoagulasi Untuk Menurunkan Kadar Thorium Dalam Limbah Hasil Pengolahan Logam Tanah Jarang. *Universitas Negeri Semarang*, 6.
- Nawawi, D. S., Carolina, A., Saskia, T., Darmawan, D., Gusvina, S. L., Wistara, N. J., Sari,

- R. K., & Syafii, W. (2018). Karakteristik kimia biomassa untuk energi. *Ilmu Teknologi Kayu Tropis*, 16(1).
- Palapessy, V. E. D., Hartono, B., & Samingan, S. (2019). analisis faktor pendorong dan faktor penghambat penerapan kebijakan green hospital di rs mekarsari kota bekasi tahun 2018. *Jurnal Formil (Forum Ilmiah) Kesmas Respati*, 4(1). <https://doi.org/10.35842/formil.v4i1.226>
- Rahardjo, P. N. (2018). Teknologi Pengelolaan Limbah Cair Yang Ideal Untuk Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1). <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2291>
- Selfianus, F., Suwito, S., & Fauzia, D. (2024). Pengaruh Sosial Ekonomi Masyarakat Terhadap Perilaku Pengolahan Sampah Di Lingkungan Rt/Rw: 7/2 Klayatan Gang Iii Kecamatan Sukun. *Jurnal Manajemen, Akuntansi Dan Pendidikan*, 257–268. <https://doi.org/10.59971/jamapedik.v1i2.54>
- Syamsul, S. B. (2024). Dari Sampah Kering Menjadi Pupuk Organik Padat. *BEGAWE: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 29–36. <https://doi.org/10.62667/begawe.v2i3.151>
- Verananda, E., Erinna, T., Devi, Y., & Nadiyah, F. (2022). Pelatihan pembuatan kompos cair dari limbah rumah tangga. *PERDULI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(01). <https://doi.org/10.21009/perduli.v3i01.28086>
- Yulia, R. M. (2021). Efektivitas Pengelolaan Sampah Oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Aceh Besar. *Universitas Islam Negeri Ar-Ranir Banda Aceh*.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).