

STRATEGI PENGELOLAAN LIMBAH PRODUKSI MAKAN BERGIZI GRATIS (MBG) DALAM MENCEGAH PENCEMARAN LINGKUNGAN

Hardi Fridessoni¹, Yenny Martha Diana Nugraha², Zulkarnaini³

^{1,2,3}Universitas Riau, Pekanbaru, Indonesia

Email: hardifridessoni01@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pengelolaan limbah produksi dalam Program Makan Bergizi Gratis (MBG) sebagai upaya pencegahan pencemaran lingkungan. Program MBG sebagai kebijakan nasional yang berorientasi pada peningkatan status gizi masyarakat memiliki implikasi lingkungan yang signifikan, terutama terkait peningkatan volume limbah organik dan anorganik dari aktivitas produksi makanan skala besar. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan menganalisis 12 sumber literatur relevan periode 2020–2026 yang membahas pengelolaan limbah pangan, program makan sekolah, dan strategi keberlanjutan lingkungan. Hasil kajian menunjukkan bahwa limbah produksi MBG didominasi oleh limbah organik seperti sisa makanan dan bahan baku, serta limbah anorganik seperti plastik kemasan dan wadah sekali pakai. Strategi pengelolaan yang efektif meliputi penerapan prinsip *reduce, reuse, recycle* (3R), pemilahan limbah sejak sumber, pengolahan limbah organik melalui komposting, penggunaan kemasan ramah lingkungan, serta penguatan edukasi dan regulasi. Selain itu, keberhasilan implementasi strategi sangat dipengaruhi oleh integrasi kebijakan lintas sektor, pengawasan yang sistematis, serta perubahan perilaku pemangku kepentingan. Dengan demikian, pengelolaan limbah produksi yang berkelanjutan menjadi komponen krusial dalam memastikan bahwa Program MBG tidak hanya meningkatkan kualitas gizi masyarakat, tetapi juga mendukung kelestarian lingkungan.

Kata Kunci: Makan Bergizi Gratis, Pengelolaan Limbah, Pencemaran Lingkungan, 3R, Keberlanjutan.

Abstract

This study aims to analyze waste management strategies in the Free Nutritious Meal Program (MBG) as an effort to prevent environmental pollution. As a national policy focused on improving public nutritional status, the MBG program has significant environmental implications, particularly in increasing the volume of organic and inorganic waste generated from large-scale food production activities. This research employs a Systematic Literature Review (SLR) method by examining 12 relevant literature sources published between 2020 and 2026, focusing on food waste management, school feeding programs, and environmental sustainability strategies. The findings reveal that MBG production waste is predominantly composed of organic waste, such as food residues and raw material leftovers, as well as inorganic waste, including plastic packaging and disposable containers. Effective management strategies include the implementation of the reduce, reuse, recycle (3R) principles, waste segregation at the source, organic waste processing through composting, the use of environmentally friendly packaging, and the strengthening of education and regulatory frameworks. Furthermore, the success of these strategies is highly dependent on cross-sector policy integration, systematic supervision, and behavioral changes among stakeholders. Therefore, sustainable waste management is a critical component in ensuring that the MBG

program not only enhances nutritional outcomes but also contributes to environmental sustainability.

Keywords: *Free Nutritious Meal Program, Waste Management, Environmental Pollution, 3R, Sustainability.*

A. PENDAHULUAN

Lingkungan hidup merupakan salah satu aspek fundamental dalam pembangunan berkelanjutan karena berhubungan langsung dengan kualitas hidup manusia, kesehatan masyarakat, serta keberlangsungan ekosistem. Pertumbuhan jumlah penduduk, peningkatan aktivitas industri, dan ekspansi berbagai program pembangunan nasional sering kali menghasilkan dampak lingkungan yang signifikan, salah satunya berupa peningkatan volume limbah. Limbah yang tidak dikelola secara baik dapat menimbulkan pencemaran tanah, air, dan udara yang pada akhirnya mengancam kesehatan masyarakat serta menurunkan daya dukung lingkungan. Oleh karena itu, pengelolaan limbah menjadi isu strategis yang harus mendapat perhatian serius dari pemerintah, pelaku usaha, maupun masyarakat.

Salah satu bentuk kebijakan nasional yang saat ini menjadi perhatian publik adalah Program Makan Bergizi Gratis (MBG), yang merupakan bagian dari upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pemenuhan gizi masyarakat, khususnya bagi peserta didik, balita, ibu hamil, dan ibu menyusui. Program ini bertujuan untuk meningkatkan status gizi kelompok sasaran agar tercipta generasi yang sehat, cerdas, dan produktif. Program tersebut secara resmi diperkuat melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 115 Tahun 2025 tentang Tata Kelola Penyelenggaraan Program Makan Bergizi Gratis. Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa penyelenggaraan MBG mencakup aspek pelaksanaan program, pemantauan, pengawasan, pengendalian, evaluasi, pelaporan, serta pendanaan dan pengadaan barang/jasa. Selain itu, pada Pasal 4 ditegaskan bahwa penyelenggaraan Program Makan Bergizi Gratis dilakukan dalam rangka meningkatkan status gizi kelompok sasaran sebagai penerima manfaat serta disertai edukasi keamanan pangan dan gizi.

Program MBG yang mulai dilaksanakan secara nasional sejak awal tahun 2025 membawa implikasi yang luas, tidak hanya dalam aspek sosial dan kesehatan masyarakat, tetapi juga dalam aspek lingkungan. Aktivitas produksi makanan dalam skala besar secara terus-menerus menghasilkan berbagai jenis limbah, baik limbah organik seperti sisa bahan makanan, sayuran busuk, sisa nasi, dan limbah dapur lainnya, maupun limbah anorganik seperti plastik kemasan, wadah sekali pakai, dan bahan pendukung distribusi makanan. Jika limbah produksi tersebut tidak dikelola secara sistematis dan berkelanjutan, maka berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan yang serius.

Permasalahan ini semakin relevan karena beberapa laporan menunjukkan adanya tantangan dalam pengawasan mutu dan keamanan pangan pada pelaksanaan MBG, termasuk temuan bahan pangan yang tidak layak seperti sayuran basi dalam proses pengawasan oleh BPOM pada awal pelaksanaan program. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan produksi pangan tidak hanya berkaitan dengan pemenuhan gizi, tetapi juga erat kaitannya dengan manajemen limbah dan perlindungan lingkungan. Limbah organik yang membusuk tanpa pengolahan dapat menghasilkan gas metana, bau tidak sedap, serta menjadi sumber berkembangnya bakteri dan vektor penyakit. Sementara itu, limbah anorganik yang tidak terkelola dapat mencemari tanah dan badan air serta membutuhkan waktu sangat lama untuk terurai. Dalam perspektif administrasi publik dan pengelolaan lingkungan, strategi pengelolaan limbah produksi MBG menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa tujuan program tidak justru menimbulkan dampak negatif baru terhadap lingkungan. Strategi tersebut dapat meliputi pemilahan limbah sejak sumbernya, penerapan prinsip *reduce, reuse, recycle* (3R), pengolahan

limbah organik menjadi kompos atau pakan ternak, penggunaan kemasan ramah lingkungan, hingga penguatan pengawasan terhadap standar operasional dapur produksi. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara pertumbuhan sosial, ekonomi, dan kelestarian lingkungan.

Keberhasilan Program Makan Bergizi Gratis tidak hanya diukur dari terpenuhinya kebutuhan gizi masyarakat sasaran, tetapi juga dari sejauh mana proses pelaksanaannya mampu menjaga keberlanjutan lingkungan. Pengelolaan limbah produksi yang efektif menjadi bagian integral dari tata kelola program yang baik. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai “Strategi Pengelolaan Limbah Produksi MBG dalam Mencegah Pencemaran Lingkungan” menjadi penting untuk dikaji guna menemukan model pengelolaan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan dalam mendukung keberhasilan program nasional sekaligus menjaga kualitas lingkungan hidup.

B. METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) atau tinjauan pustaka sistematis untuk mengkaji secara komprehensif strategi pengelolaan limbah produksi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) dalam mencegah pencemaran lingkungan. Metode SLR dipilih karena mampu memberikan sintesis ilmiah yang terstruktur, transparan, dan dapat dipertanggungjawabkan terhadap berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, serta menginterpretasikan berbagai studi yang berkaitan dengan pengelolaan limbah pangan, kebijakan MBG, dan upaya pencegahan pencemaran lingkungan.

Menurut Kitchenham (2004), *Systematic Literature Review* merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan menafsirkan seluruh penelitian yang tersedia yang relevan terhadap pertanyaan penelitian tertentu, topik tertentu, atau fenomena yang menjadi perhatian peneliti. Dalam konteks penelitian ini, SLR digunakan untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai strategi pengelolaan limbah produksi makanan dalam program pelayanan publik berbasis gizi serta implikasinya terhadap keberlanjutan lingkungan.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis melalui beberapa langkah. Tahap pertama adalah perumusan pertanyaan penelitian (*research question*), yaitu: bagaimana strategi pengelolaan limbah produksi MBG dalam mencegah pencemaran lingkungan? Pertanyaan ini menjadi dasar dalam menentukan ruang lingkup pencarian literatur dan fokus analisis.

Tahap kedua adalah proses identifikasi literatur melalui pencarian artikel ilmiah, jurnal nasional dan internasional, prosiding, regulasi pemerintah, serta dokumen kebijakan yang relevan. Sumber data diperoleh melalui database akademik seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, Garuda, dan portal resmi peraturan perundang-undangan seperti JDIH dan BPK RI. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: “Makan Bergizi Gratis”, “pengelolaan limbah makanan”, “*food waste management*”, “limbah produksi pangan”, “pencemaran lingkungan”, “*waste management strategy*”, dan “sustainable food program”.

Tahap ketiga adalah proses seleksi literatur menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel yang diterbitkan dalam rentang tahun 2020–2026, (2) penelitian yang membahas pengelolaan limbah pangan, limbah produksi makanan, atau kebijakan MBG, (3) artikel yang memiliki relevansi dengan isu pencemaran lingkungan dan keberlanjutan, serta (4) publikasi yang berasal dari jurnal bereputasi atau sumber resmi pemerintah. Adapun kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak memiliki akses penuh (*full text*), artikel yang tidak relevan dengan topik penelitian, serta publikasi yang bersifat opini tanpa dasar empiris yang jelas.

Tahap keempat adalah analisis dan sintesis data. Literatur yang telah lolos seleksi kemudian dianalisis menggunakan teknik *content analysis* untuk mengidentifikasi tema-tema

utama yang berkaitan dengan strategi pengelolaan limbah produksi MBG. Analisis difokuskan pada bentuk limbah yang dihasilkan, metode pengelolaan yang diterapkan, tantangan implementasi, serta model strategi yang efektif dalam mencegah pencemaran lingkungan. Hasil analisis kemudian disusun secara deskriptif dan komparatif untuk menghasilkan kesimpulan yang komprehensif.

Tahap terakhir adalah penyusunan pelaporan hasil kajian berdasarkan prinsip transparansi dan replikasi ilmiah. Peneliti menyajikan hasil sintesis literatur secara sistematis agar dapat menjadi rujukan akademik maupun praktis bagi pemerintah, pengelola program MBG, dan pemangku kepentingan lainnya dalam merumuskan kebijakan pengelolaan limbah yang berkelanjutan.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang mendalam mengenai strategi pengelolaan limbah produksi MBG yang efektif, sehingga dapat mendukung keberhasilan program nasional sekaligus menjaga kualitas lingkungan hidup secara berkelanjutan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode *Systematic Literature Review* (SLR), peneliti berhasil mengidentifikasi dan menelaah 12 jurnal utama yang relevan dengan tema pengelolaan limbah produksi Program Makan Bergizi Gratis (MBG) dalam mencegah pencemaran lingkungan. Literatur yang dikaji berasal dari jurnal nasional dan internasional periode 2020–2026 dengan fokus pada pengelolaan limbah makanan (*food waste management*), limbah produksi pangan pada institusi pendidikan, strategi keberlanjutan program makan sekolah, serta pengendalian pencemaran lingkungan akibat limbah organik dan anorganik.

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di Indonesia masih tergolong baru dan secara formal diperkuat melalui Peraturan Presiden Nomor 115 Tahun 2025, maka sebagian besar literatur yang digunakan berasal dari kajian mengenai *school feeding program*, *food service waste management*, dan pengelolaan limbah makanan pada institusi pendidikan yang memiliki karakteristik serupa dengan MBG. Hasil kajian menunjukkan bahwa limbah produksi makanan pada program pemberian makan massal umumnya terdiri atas limbah organik berupa sisa bahan baku, sisa pengolahan, makanan tidak tersaji, serta sisa konsumsi peserta didik, dan limbah anorganik berupa plastik kemasan, wadah sekali pakai, karton distribusi, serta limbah pendukung logistik lainnya.

1. Identifikasi Jenis Limbah Produksi MBG

Hasil review menunjukkan bahwa limbah organik merupakan jenis limbah paling dominan dalam program penyediaan makanan massal. Penelitian Guimarães et al. (2024) dalam *Plate Food Waste in Food Services: A Systematic Review and Meta-Analysis* menjelaskan bahwa limbah makanan di layanan pangan institusional paling banyak berasal dari *plate waste*, yaitu makanan yang tersisa setelah proses konsumsi, dan dipengaruhi oleh sistem distribusi makanan serta pola pelayanan makan. Temuan ini relevan dengan implementasi MBG karena distribusi makanan dalam jumlah besar berpotensi menghasilkan sisa konsumsi yang tinggi apabila tidak dilakukan perencanaan porsi yang tepat.

Kaur et al. (2021) dalam kajiannya tentang limbah makanan di institusi pendidikan juga menjelaskan bahwa limbah makanan terbagi menjadi *avoidable waste* dan *unavoidable waste*. *Avoidable waste* meliputi makanan yang sebenarnya masih layak konsumsi tetapi terbuang akibat overproduction, kesalahan perencanaan menu, dan buruknya sistem distribusi, sedangkan *unavoidable waste* berupa kulit buah, batang sayuran, dan sisa pematangan bahan pangan. Dalam konteks MBG, kedua jenis limbah ini sangat mungkin terjadi apabila pengelolaan dapur produksi belum berjalan optimal.

2. Strategi Pengelolaan Limbah Organik

Literatur yang ditinjau menunjukkan bahwa strategi paling efektif dalam pengelolaan limbah organik adalah penerapan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) dengan prioritas utama pada aspek *reduce* atau pengurangan limbah dari sumbernya. Munir (2021) menegaskan bahwa strategi berkelanjutan dalam sektor layanan makanan harus dimulai dari pengendalian produksi, perencanaan kebutuhan bahan baku, pengaturan porsi, dan pemanfaatan kembali bahan pangan yang masih layak guna mengurangi pemborosan sejak awal proses produksi.

Selain itu, praktik pengomposan (*composting*) menjadi metode yang paling sering direkomendasikan dalam berbagai penelitian. Tavares et al. (2022) dalam *Sustainability Recommendations and Practices in School Feeding* menemukan bahwa pengomposan merupakan strategi yang paling banyak diterapkan untuk mengurangi limbah organik pada layanan makan sekolah, karena mampu mengubah sisa makanan menjadi pupuk organik yang bernilai ekonomis dan ramah lingkungan. Strategi ini sangat potensial diterapkan pada dapur MBG di tingkat sekolah maupun sentra produksi makanan daerah.

Selain komposting, beberapa penelitian juga merekomendasikan donasi makanan layak konsumsi kepada kelompok rentan sebagai bentuk *reuse strategy*. Strategi ini dapat mengurangi pemborosan sekaligus meningkatkan nilai sosial program. Namun demikian, implementasinya memerlukan regulasi keamanan pangan yang ketat agar tidak menimbulkan risiko kesehatan.

3. Pengelolaan Limbah Anorganik dan Kemasan

Selain limbah organik, limbah anorganik seperti plastik kemasan dan wadah sekali pakai juga menjadi perhatian serius. Tavares et al. (2022) menekankan bahwa pengendalian limbah non-organik perlu dilakukan melalui kebijakan pengadaan yang mempertimbangkan aspek keberlanjutan, termasuk penggunaan kemasan ramah lingkungan, pengurangan plastik sekali pakai, dan pemilihan bahan distribusi yang dapat didaur ulang.

Dalam implementasi MBG, penggunaan wadah makanan sekali pakai dalam jumlah besar berpotensi menambah beban pencemaran lingkungan apabila tidak disertai sistem pengumpulan dan daur ulang. Oleh karena itu, strategi substitusi kemasan menjadi salah satu langkah penting yang perlu diintegrasikan dalam kebijakan program.

4. Peran Edukasi dan Perubahan Perilaku

Pengelolaan limbah tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis, tetapi juga sangat dipengaruhi oleh perilaku pelaksana program dan penerima manfaat. Srivastava et al. (2023) menjelaskan bahwa perilaku pembuangan makanan dipengaruhi oleh sikap, norma sosial, dan kontrol perilaku individu terhadap limbah makanan. Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan strategi pengurangan limbah sangat bergantung pada kesadaran dan partisipasi seluruh pihak. Dalam konteks MBG, edukasi mengenai pentingnya menghabiskan makanan, pemilahan sampah, dan pemanfaatan limbah perlu diberikan kepada siswa, guru, petugas dapur, serta pengelola program. Pendekatan edukatif ini penting agar pengelolaan limbah tidak hanya menjadi tanggung jawab institusi, tetapi menjadi budaya kolektif yang berkelanjutan.

5. Pengawasan dan Kebijakan Pemerintah

Penelitian oleh Dora et al. (2021) menegaskan bahwa kebijakan dan regulasi merupakan faktor penting dalam keberhasilan sistem pengelolaan limbah pangan, terutama dalam kerangka ekonomi sirkular (*circular economy*). Hal ini sejalan dengan Program MBG yang telah memiliki dasar hukum melalui Peraturan Presiden Nomor 115 Tahun 2025, namun implementasi teknis terkait pengelolaan limbah masih memerlukan petunjuk operasional yang lebih spesifik.

Tanpa adanya standar operasional prosedur (SOP) pengelolaan limbah produksi, program MBG berisiko menimbulkan persoalan baru berupa pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan integrasi antara kebijakan pangan, kebijakan lingkungan, dan sistem pengawasan lintas sektor antara pemerintah daerah, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Pendidikan, Dinas Kesehatan, serta Badan Gizi Nasional.

Berdasarkan hasil telaah 12 jurnal, strategi pengelolaan limbah produksi MBG yang paling efektif dalam mencegah pencemaran lingkungan dapat dirumuskan dalam lima pendekatan utama, yaitu:

1. Pengurangan limbah dari sumber melalui perencanaan produksi yang tepat;
2. Pemilahan limbah organik dan anorganik sejak awal proses produksi;
3. Pengolahan limbah organik melalui komposting dan pemanfaatan ulang;
4. Pengurangan limbah anorganik melalui penggunaan kemasan ramah lingkungan;
5. Penguatan edukasi, pengawasan, dan regulasi pendukung.

Kelima strategi tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan limbah produksi MBG harus dilakukan secara sistematis, terpadu, dan berkelanjutan agar tujuan peningkatan gizi masyarakat tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kualitas lingkungan hidup. Dengan demikian, keberhasilan Program Makan Bergizi Gratis tidak hanya diukur dari aspek kesehatan dan sosial, tetapi juga dari keberhasilannya dalam menjaga prinsip pembangunan berkelanjutan.

D. KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan salah satu inisiatif strategis yang memiliki dampak signifikan dalam meningkatkan status gizi masyarakat, terutama di kalangan kelompok rentan. Namun, di sisi lain, program ini juga berpotensi menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan jika tidak dikelola secara hati-hati. Melalui pendekatan tinjauan pustaka sistematis, penelitian ini mengidentifikasi berbagai aspek penting dalam pengelolaan limbah produksi MBG. Pengurangan limbah sejak sumber menjadi pendekatan awal yang kritis, di manabahan-bahan yang dipilih dan proses produksi harus mengurangi limbah sejak tahap awal. Kedua, pemilahan limbah menjadi langkah penting untuk memisahkan limbah organik dan anorganik, sehingga pengolahan dapat dilakukan secara tepat. Ketiga, pengolahan limbah organik melalui komposting memberikan nilai tambah, dengan memanfaatkan sisa makanan menjadi pupuk yang bermanfaat. Selain itu, pengurangan limbah anorganik melalui kemasan ramah lingkungan juga berperan dalam mengurangi jejak plastik dan polusi. Tidak kalah penting, aspek edukasi dan penguatan regulasi menjadi pilar utama, di mana kesadaran masyarakat serta komitmen pemerintah dalam mengawasi pelaksanaan program menjadi kunci keberhasilan. Dengan demikian, program MBG tidak hanya diukur dari peningkatan gizi, tetapi juga dari kontribusinya terhadap keberlanjutan lingkungan. Integrasi antara kebijakan pengelolaan limbah, edukasi, dan pengawasan lintas sektor menjadi landasan yang krusial, sehingga program ini dapat berjalan secara holistik, berkelanjutan, dan memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat dan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blanco, V., Hinojosa, Y., & Zavala, V. M. (2024). The waste-to-biomethane logistic problem: a mathematical optimization approach. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 12(22), 8453-8466.
- Kamandang, Z. R., Solin, D. P., & Casita, C. B. (2024). Pemanfaatan teknologi biogas untuk pengelolaan sampah organik. *JATEKK Jurnal Abdimas Teknik Kimia*, 2(1), 45–49. <https://doi.org/10.33055/jatek.v2i1.25>

- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). *Pengelolaan Limbah Berbasis Prinsip 3R dalam Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta: KLHK.
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University.
- Moleong, L. J. (2018). *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Novita, E., Werdiningsih, T. A., & Pradana, H. A. (2025). Pemanfaatan Lumpur Proses Biogas dari Bioremediasi Limbah Pengolahan Kopi dan Eceng Gondok untuk Produksi Kompos. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 14(2), 264-273. <https://doi.org/10.23887/jst-undiksha.v14i2.96268>
- Nugraheny, D. E., & Ihsanudin. (2024). *Program Makan Bergizi Gratis Dimulai 2 Januari 2025 di Seluruh Indonesia*. Diakses dari: <https://nasional.kompas.com/read/2024/08/19/14583631/program-makan-bergizi-gratis-dimulai-2-januari-2025-di-seluruh-indonesia>
- Okoli, C., & Schabram, K. (2010). A guide to conducting a systematic literature review of information systems research. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 10(26), 1–49.
- Papadopoulou, E., Vance, C., Vallespin, P. S. R., Tsapekos, P., & Angelidaki, I. (2023). Saccharina latissima, candy-factory waste, and digestate from full-scale biogas plant as alternative carbohydrate and nutrient sources for lactic acid production. *Bioresource Technology*, 380, 129078.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 115 Tahun 2025 tentang Tata Kelola Penyelenggaraan Program Makan Bergizi Gratis.
- Putri, H. M., Saraswati, S. P., & Mahathir, J. S. (2022). Penyisihan material organik dan nitrogen dengan proses aerasi menggunakan microbubble generator (MBG) pada instalasi pengolahan air limbah (IPAL) asrama. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 127–138. <https://doi.org/10.14710/jil.20.1.127-138>
- Redina, E. R. P., Awardani, N. F., & Sumada, K. (2024). Pemanfaatan limbah mikroorganisme anaerob proses biogas menjadi pupuk organik padat. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(4).
- Ritonga, A. M., & Efendi, M. (2025). Pengolahan Limbah Peternakan dengan Implementasi Instalasi Biogas Komunal di Desa Karanggintung, Banyumas. *MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 9(2), 117-129. <https://doi.org/10.25170/mitra.v9i.5710>
- Saraswati, M. K., & Rosyidah, E. (2024). Pemanfaatan limbah organik rumah tangga sebagai bahan baku pembuatan biogas ramah lingkungan. *Jurnal Teknik dan Teknologi Indonesia*, 2(1), 35–40.
- Siregar, N., Hafnizar, A., Narju, M., & Hamzani, I. (2025). Aplikasi Sludge Biogas dari Limbah Organik sebagai Pendukung Rehabilitasi Tanah Berpasir: Studi pada C Organik, N total, Rasio C/N dan Total Mikroba. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 8(2), 93-100. <https://doi.org/10.19184/bip.v8i2.53700>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Sujarweni, V. W. (2020). *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on Conducting a Systematic Literature Review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93–112. <https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>