

**PEMANFAATAN SAMPAH SISA MAKANAN PROGRAM MBG
MELALUI TEKNOLOGI BIOPORI DAN PRODUKSI BIOGAS
SEBAGAI SOLUSI PENGELOLAAN SAMPAH DI LINGKUNGAN
SMPN 19 BOGOR**

Nisa Nisriana Nurfa^{1*}, Upik Nurbaiti², Sunarno³

¹Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang, Semarang

²Universitas Negeri Semarang, Semarang

³Universitas Negeri Semarang, Semarang

*Email korespondensi: nisanisriana9@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Penerapan Program Makan Bergizi Gratis (MBG) di sekolah berdampak pada meningkatnya volume sampah sisa makanan yang berpotensi menimbulkan masalah lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi sampah sisa makanan dari program MBG di SMPN 19 Bogor dan mengembangkan model pengelolaan sampah organik ramah lingkungan berbasis integrasi teknologi biopori dan produksi biogas. Penelitian menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif melalui observasi langsung, pengukuran volume sampah, dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SMPN 19 Bogor menghasilkan rata-rata 11,25 kg sampah organik per hari dari program MBG. Dari jumlah tersebut, sekitar 70% (7,87 kg/hari) berpotensi diolah melalui teknologi biopori untuk menghasilkan kompos, sedangkan 30% sisanya (3,38 kg/hari) dapat difermentasi secara anaerobik untuk menghasilkan biogas sebesar 0,17 m³/hari. Biogas yang dihasilkan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif di lingkungan sekolah. Penerapan model integrasi biopori dan biogas secara bersamaan mampu mengurangi volume sampah organik hingga 80%, sekaligus menghasilkan kompos bagi penghijauan sekolah dan biogas sebagai energi terbarukan. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan model pengelolaan sampah organik berbasis teknologi lingkungan yang berkelanjutan di lingkungan sekolah.

Kata kunci: Biogas; Biopori; Makan Bergizi Gratis; Sampah Organik; Sekolah

PENDAHULUAN

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) yang digulirkan pemerintah Indonesia merupakan kebijakan strategis untuk meningkatkan kualitas gizi siswa di seluruh jenjang pendidikan. Di SMPN 19 Bogor, program ini melibatkan ratusan siswa yang menerima makanan setiap hari sekolah, sehingga berdampak langsung pada meningkatnya volume sampah sisa makanan di lingkungan sekolah. Apabila tidak dikelola dengan baik, penumpukan sampah organik ini dapat menimbulkan berbagai masalah lingkungan, seperti pencemaran tanah, air, dan udara, serta emisi gas rumah kaca berupa metana (CH_4) yang berkontribusi pada perubahan iklim (Martin-Rios et al., 2021).

Sampah organik dari sisa makanan memiliki karakteristik kandungan air yang tinggi dan mudah terurai secara biologis. Jika tidak ditangani dengan tepat, sampah jenis ini akan menghasilkan lindi (*leachate*) yang mencemari tanah dan air tanah, serta mengeluarkan bau tidak sedap yang mengganggu kenyamanan lingkungan sekolah. Di sisi lain, sampah sisa makanan justru memiliki potensi besar sebagai sumber daya yang bernilai jika dikelola melalui teknologi yang tepat (Herafik et al., 2025).

Dua teknologi pengelolaan sampah organik yang relevan dan dapat diterapkan di lingkungan sekolah adalah teknologi biopori dan produksi biogas. Lubang Resapan Biopori (LRB) merupakan teknologi sederhana berupa lubang silindris yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah, berfungsi untuk meningkatkan laju resapan air hujan ke dalam tanah sekaligus mengolah sampah organik menjadi kompos melalui proses dekomposisi aerobik (Lolo et al., 2023). Beberapa penelitian menunjukkan keberhasilan teknologi biopori dalam mengolah sampah dapur dan sisa makanan menjadi kompos berkualitas tinggi dalam waktu 30–60 hari (Lolo et al., 2023; Rahmiani et al., 2025).

Di sisi lain, teknologi biogas melalui proses *anaerobic digestion* memanfaatkan aktivitas mikroorganisme anaerobik untuk mengurai bahan organik dan menghasilkan gas metana yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Penelitian oleh Herafik et al. (2025) menunjukkan bahwa 15 liter limbah organik kantin dengan penambahan *Effective Microorganisms-4* (EM4) mampu menghasilkan sekitar 1,8–2,5 m³ biogas dalam 30 hari fermentasi. Sementara itu, Bicks (2020) membuktikan bahwa konversi 863 kg sampah makanan per hari dari kafetaria universitas menghasilkan 43,2 m³ biogas yang dapat digunakan untuk memasak dan mengurangi konsumsi kayu bakar hingga 5,4%.

Integrasi antara teknologi biopori dan biogas berpotensi menjadi solusi pengelolaan sampah organik yang komprehensif dan ramah lingkungan di sekolah. Model integrasi ini memungkinkan pemilahan sampah organik secara optimal: sampah padat dan daun kering diolah melalui biopori untuk menghasilkan kompos, sedangkan sampah sisa makanan basah difermentasi secara anaerobik untuk menghasilkan biogas. Pendekatan terpadu ini sejalan dengan konsep *zero waste* dan *sustainable development goals* (SDGs), khususnya target 12.3 tentang pengurangan limbah pangan (Martin-Rios et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis potensi dan karakteristik sampah sisa makanan dari program MBG di SMPN 19 Bogor, (2) mengkaji penerapan teknologi biopori dalam pengolahan sampah organik di sekolah, (3) menjelaskan proses produksi biogas dari sampah makanan, dan (4) mengembangkan model integrasi biopori dan biogas sebagai solusi pengelolaan sampah organik ramah lingkungan di sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian dilakukan di SMPN 19 Bogor pada bulan Februari-Mei 2026. Objek penelitian meliputi sampah

sisa makanan siswa dari program MBG, penerapan teknologi biopori, dan proses produksi biogas dari sampah organik sekolah.

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui beberapa teknik, yaitu: (1) observasi langsung terhadap timbunan sampah sisa makanan program MBG selama 10 hari kerja berturut-turut, (2) pengukuran berat sampah menggunakan timbangan digital dengan kapasitas 50 kg, (3) pemilahan sampah organik berdasarkan jenisnya (sisa nasi, lauk, sayuran, dan buah), (4) studi literatur dari berbagai sumber ilmiah terkait teknologi biopori dan biogas, serta (5) dokumentasi fotografi untuk mendukung data penelitian.

Perancangan Teknologi Biopori

Lubang biopori dibuat menggunakan bor biopori dengan diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm pada area halaman sekolah. Sampah organik padat seperti sisa nasi, sayuran, dan kulit buah dimasukkan ke dalam lubang biopori dengan kapasitas 75% dari panjang pipa PVC. Air ditambahkan setiap minggu untuk menjaga kelembapan optimal proses dekomposisi. Pemantauan dilakukan setiap minggu selama 10–30 hari hingga terbentuk kompos.



Gambar 1. Rancangan Teknologi Biopori

Perancangan Reaktor Biogas

Reaktor biogas dirancang menggunakan drum plastik berkapasitas 30 liter sebagai biodigester anaerobik. Campuran sampah organik basah, air, dan bakteri EM4 dengan perbandingan 1:1:0,1 dimasukkan ke dalam reaktor dan ditutup rapat untuk menciptakan kondisi anaerobik. Gas yang dihasilkan ditampung menggunakan ban dalam motor yang disambungkan melalui selang gas. Proses fermentasi berlangsung selama 30 hari pada suhu 25–30°C.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif meliputi: (1) perhitungan rata-rata timbunan sampah organik per hari, (2) estimasi potensi produksi biogas berdasarkan laju produksi gas dari sampah makanan sebesar 0,05 m³/kg (Bicks, 2020), (3) estimasi produksi kompos berdasarkan rasio konversi sampah menjadi kompos, dan (4) analisis manfaat lingkungan dari pengurangan emisi gas rumah kaca.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik dan Potensi Sampah Sisa Makanan Program MBG

Hasil pengukuran timbulan sampah sisa makanan selama 10 hari kerja di SMPN 19 Bogor disajikan pada Tabel 1. SMPN 19 Bogor memiliki jumlah siswa aktif sebanyak 1008 siswa yang menerima program MBG setiap hari. Pengukuran langsung menunjukkan bahwa rata-rata timbulan sampah organik dari program MBG adalah 11,25 kg per hari, yang terdiri dari sisa nasi (20%), sisa lauk-pauk (35%), sisa sayuran (20%), kulit/sisa buah (20%), dan lainnya (5%).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Timbulan Sampah Sisa Makanan MBG di SMPN 19 Bogor

Hari ke-	Berat Sampah (kg)	Jenis Dominan
1	11,8	Sisa nasi dan sayuran
2	13,2	Sisa nasi dan lauk
3	12,4	Sisa sayuran dan buah
4	14,1	Sisa nasi dan lauk
5	5,2	Sisa sayuran dan buah
6	13,8	Sisa nasi dan buah
7	12,0	Sisa lauk dan sayuran
8	11,9	Sisa nasi dan sayuran
9	13,5	Sisa sayuran dan lauk
10	4,6	Sisa sayuran dan buah
Rata-rata	11,25	Campuran organik

Dari total 11,25 kg/hari sampah organik tersebut, sebesar 70% (7,87 kg/hari) merupakan sampah organik padat seperti sisa nasi, sayuran, dan kulit buah yang cocok diolah melalui teknologi biopori. Sementara itu, 30% (3,38 kg/hari) berupa sampah organik basah dengan kandungan air tinggi yang lebih optimal untuk proses anaerobic digestion menjadi biogas. Komposisi ini sejalan dengan penelitian Martin-Rios et al. (2021) yang menyatakan bahwa sampah sisa makanan dari layanan makanan institusional memiliki karakteristik kandungan organik tinggi yang membuatnya ideal sebagai substrat biogas maupun kompos.

Implementasi Teknologi Biopori di SMPN 19 Bogor

Berdasarkan luas halaman sekolah dan ketersediaan lahan, dibuat sebanyak 10 lubang biopori yang tersebar di 3 titik strategis di lingkungan SMPN 19 Bogor. Setiap lubang memiliki diameter 10 cm dan kedalaman 100 cm menggunakan pipa PVC berlubang. Hasil pengolahan sampah melalui biopori disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengolahan Sampah Organik melalui Teknologi Biopori

Parameter	Nilai
Jumlah lubang biopori	10 lubang
Kapasitas per lubang	±7,87 kg sampah organik
Total sampah masuk per siklus	78,7 kg
Waktu dekomposisi	10-30 hari
Kompos yang dihasilkan	~24,7 kg (31,4%)
Karakteristik kompos	Warna hitam kecoklatan, berbau tanah

Proses dekomposisi sampah organik di dalam lubang biopori berlangsung secara aerobik dengan bantuan mikroorganisme tanah, cacing, dan serangga. Sampah jenis sisa sayuran dan kulit buah terdekomposisi lebih cepat (15 hari) dibandingkan sisa nasi yang cenderung lebih padat (20-30 hari). Hasil ini konsisten dengan temuan Lolo et al. (2023) yang melaporkan bahwa sampah dapur di Universitas Kristen Teknologi Solo terdekomposisi menjadi kompos dalam 30 hari, sedangkan sampah daun kering membutuhkan 57 hari. Kompos yang dihasilkan berwarna hitam kecoklatan dan berbau tanah, menandakan proses humifikasi yang sempurna.

Selain menghasilkan kompos, teknologi biopori juga memberikan manfaat tambahan berupa peningkatan daya resapan air tanah di area sekolah. Hal ini sangat relevan mengingat SMPN 19 Bogor berlokasi di wilayah perkotaan dengan tingkat perkerasan lahan yang tinggi, sehingga rentan terhadap genangan air saat hujan. Setiap lubang biopori mampu meningkatkan laju resapan air hingga 40 ml/menit, sehingga 10 lubang biopori berpotensi menyerap 24 liter air per menit saat hujan lebat (Rahmiani et al., 2025).

Produksi Biogas dari Sampah Sisa Makanan

Proses produksi biogas dilakukan menggunakan reaktor biodigester anaerobik berkapasitas 30 liter. Sampah organik basah (sisa nasi lembek, kuah sayur, dan lauk berair) dengan volume 3,38 kg/hari difermentasi bersama air dan bakteri EM4 dengan perbandingan 1:1:0,1. Hasil produksi biogas selama siklus fermentasi 30 hari disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Potensi Produksi Biogas dari Sampah Organik Basah MBG SMPN 19 Bogor

Parameter	Nilai
Jumlah sampah organik basah per hari	3,38 kg/hari
Laju produksi gas dari sampah makanan	0,05 m ³ /kg
Estimasi produksi biogas per hari	0,169 m ³ /hari $\approx$ 0,17 m ³ /hari
Total produksi biogas per bulan (30 hari)	5,07 m ³ /bulan
Komposisi biogas (estimasi)	$\sim$ 60% CH ₄ , $\sim$ 35% CO ₂ , $\sim$ 5% gas lain
Potensi energi (nilai kalor biogas 38 MJ/m ³)	192,66 MJ/bulan
Peningkatan produksi dengan EM4 (+30%)	$\pm$ 6,6 m ³ /bulan

Estimasi produksi biogas dihitung menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Bicks (2020): *Gas yang diproduksi (m³/hari) = massa sampah biodegradable (kg) $\times$ laju produksi gas (m³/kg)*. Dengan menggunakan laju produksi gas dari sampah makanan sebesar 0,05 m³/kg, diperoleh estimasi produksi biogas sebesar 0,169 m³/hari atau sekitar 5,07 m³ per bulan. Dengan penambahan bakteri EM4 yang terbukti meningkatkan produksi biogas hingga 30% (Herafik et al., 2025), total produksi biogas berpotensi mencapai 6,6 m³/bulan.

Biogas yang mengandung sekitar 60% metana ini memiliki nilai energi yang setara dengan penggunaan kompor gas selama 2–3 jam per hari (Herafik et al., 2025). Di lingkungan sekolah, biogas ini dapat dimanfaatkan untuk praktik memasak kegiatan kokurikuler, penerangan biogas pada malam hari, atau bahkan untuk demonstrasi sains kepada siswa sebagai bagian dari pembelajaran energi terbarukan. Hal ini sejalan dengan penelitian Bicks (2020) di Universitas Gondar, Ethiopia, yang berhasil memanfaatkan biogas dari 863 kg sampah makanan/hari untuk mengurangi konsumsi kayu bakar sebesar 5,4%.

Model Integrasi Biopori dan Biogas di SMPN 19 Bogor

Model integrasi biopori dan biogas yang dikembangkan dalam penelitian ini mengikuti alur pengelolaan sampah organik secara terpadu. Langkah pertama adalah pemilahan sampah sisa makanan di titik sumber (kelas atau area makan) ke dalam dua kategori: sampah organik

padat (untuk biopori) dan sampah organik basah (untuk biogas). Sampah organik padat kemudian dimasukkan ke dalam lubang biopori yang tersebar di halaman sekolah untuk menghasilkan kompos dalam 10–30 hari. Sementara itu, sampah organik basah dikumpulkan dan dicampur dengan air dan EM4 sebelum dimasukkan ke dalam reaktor biodigester untuk menghasilkan biogas dalam 30 hari fermentasi.

Kompos hasil biopori dapat dimanfaatkan untuk pemupukan tanaman di taman sekolah dan pot bunga, mendukung program penghijauan sekolah. Residu cair dari reaktor biogas (digestate) mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium yang juga bermanfaat sebagai pupuk organik cair. Biogas yang dihasilkan disalurkan melalui untuk digunakan sebagai bahan bakar memasak, menggantikan sebagian penggunaan LPG konvensional.

Penerapan model integrasi ini mampu mengurangi volume sampah organik yang dibuang ke TPA hingga 80% (Herafik et al., 2025), sekaligus memberikan manfaat ganda berupa kompos, pupuk cair, dan energi biogas. Dari perspektif lingkungan, pengurangan sampah organik ke TPA juga berarti pengurangan emisi gas metana dari proses pembusukan anaerobik di TPA, yang berkontribusi positif terhadap upaya mitigasi perubahan iklim.

Dampak Lingkungan dan Keberlanjutan Program

Penerapan model integrasi biopori dan biogas di SMPN 19 Bogor memberikan dampak lingkungan yang signifikan. Dengan rata-rata 11,25 kg sampah organik per hari dan jika 200 hari efektif sekolah per tahun, total timbulan sampah MBG mencapai 2.250 kg/tahun. Melalui model integrasi ini, diperkirakan 1.800 kg/tahun (80%) sampah organik dapat dikelola secara mandiri di lingkungan sekolah, mengurangi beban pengelolaan sampah kota secara substansial. Dari sisi keberlanjutan program, teknologi biopori sangat mudah diterapkan oleh siswa dan guru tanpa memerlukan keahlian teknis khusus. Biaya pembuatan satu lubang biopori sangat terjangkau (sekitar Rp 50.000–100.000 untuk pipa PVC), sehingga dapat direplikasi di sekolah lain dengan mudah. Penelitian Rahmiani et al. (2025) di MI Nagarakasih 2 Tasikmalaya membuktikan bahwa siswa sekolah dasar pun mampu memahami dan mempraktikkan pembuatan biopori setelah mendapat edukasi singkat, dengan peningkatan skor pengetahuan yang signifikan ($p\text{-value} = 0,011$).

Dari perspektif pendidikan, program ini juga memiliki nilai pedagogis yang tinggi. Siswa SMPN 19 Bogor dapat terlibat langsung dalam pengelolaan sampah sekolah, mengamati proses dekomposisi organik secara nyata, dan memahami konsep energi terbarukan melalui biogas. Pengalaman belajar berbasis praktik ini selaras dengan pendekatan *experiential learning* yang terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman dan kesadaran lingkungan siswa (Rahmiani et al., 2025).

KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan penting. Pertama, SMPN 19 Bogor menghasilkan rata-rata 11,25 kg sampah organik per hari dari program Makan Bergizi Gratis, yang terdiri dari sisa nasi, lauk, sayuran, dan buah dengan potensi pengelolaan yang besar. Kedua, dari total sampah tersebut, kg/hari (70%) dapat diolah melalui teknologi biopori untuk menghasilkan kompos dalam 10–30 hari, sementara kg/hari (30%) sisanya dapat difermentasi secara anaerobik untuk menghasilkan biogas sekitar 0,17 m³/hari atau 5,07 m³/bulan. Ketiga, model integrasi biopori dan biogas terbukti mampu mengurangi volume sampah organik hingga 80%, menghasilkan kompos untuk penghijauan sekolah, dan biogas sebagai energi terbarukan yang dapat menggantikan sebagian kebutuhan bahan di sekolah. Keempat, penerapan teknologi ini tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga bernilai edukatif tinggi bagi siswa dalam memahami konsep pengelolaan sampah berkelanjutan dan energi terbarukan. Ke depan,

diperlukan penelitian lebih lanjut pada skala yang lebih besar dan durasi yang lebih panjang untuk mengevaluasi keberlanjutan ekonomi dan lingkungan dari model integrasi ini secara komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP). (2024). *Pendidikan perubahan iklim: Panduan implementasi untuk satuan pendidikan dan pemangku kepentingan*. Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry* (4th ed.). Berlin: Springer-Verlag.
- Fariz, T. R., Jatmiko, R. H., Mei, E. T. W., & Lutfiananda, F. (2023). Interpretation on aerial photography for house identification on landslide area at Bompon sub-watershed. *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2683, No. 1). AIP Publishing.
- Hakim, A., Efwinda, S., Damayanti, P., Syam, M., Mutmainah, O., & Norsaputra, A. (2023). Improving climate literacy of high school students through physics teaching materials based on STEM. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4), 526-537.
- Hua, X., & Yang, R. (2016). Enzymes in Starch Processing. In R. L. Ory & A. J. S. Angelo (Eds.), *Enzymes in food and beverage processing* (pp. 139–170). Boca Raton: CRC Press. <http://doi.org/10.1021/bk-1977-0047>
- OECD-FAO. (2011). OECD-FAO Agricultural Outlook - OECD.
- Pratiwi, T. (2014). Uji Aktivitas Ekstrak Metanolik Sargassum hystrix dan Eucheuma denticulatum dalam Menghambat α -Amilase dan α -Glukosidase. Universitas Gadjah Mada.
- Setyaningsih, W., Saputro, I. E., Palma, M., & Barroso, C. G. (2016). Pressurized liquid extraction of phenolic compounds from rice (*Oryza sativa*) grains. *Food Chemistry*, 192. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.102>
- Bicks, A. T. (2020). Investigation of Biogas Energy Yield from Local Food Waste and Integration of Biogas Digester and Baking Stove for Injera Preparation: A Case Study in the University of Gondar Student Cafeteria. *Journal of Energy*, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/8892279>
- Herafik, Soraya, Z. A. N., Aldiansyah, Z., & Ardiatma, D. (2025). Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Energi Alternatif Biogas dengan Metode Anaerobic Digestion. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 7(4), 2616–2620.
- Lolo, E. U., Gunawan, R. I., Krismani, A. Y., Pambudi, Y. S., Sudaryantingsih, C., Widiyanto, & Ripi. (2023). Processing of Organic Waste Using Biopori Infiltration Holes (Case Study: Organic Waste at Christian University of Technology Solo). *East Asian Journal of Multidisciplinary Research (EAJMR)*, 2(4), 1675–1688. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v2i4.3903>
- Martin-Rios, C., Hofmann, A., & Mackenzie, N. (2021). Sustainability-Oriented Innovations in Food Waste Management Technology. *Sustainability*, 13(1), 210. <https://doi.org/10.3390/su13010210>
- Rahmiani, H., Daelami, M. I., Yuniar, T. P., Rahmawati, S., Jannah, R. R., Ramadanti, A. N., Gumilang, N. A., Sampurna, A. S., Nazmi, T. N., Sa'adah, Z. M., Yasmin, P. A., Yusramadhani, E. A., Septiasari, B., An-Nashr, N. N., & Dewi, B. K. (2025). Penerapan Teknologi Biopori sebagai Upaya Pengelolaan Sampah Makanan Bergizi Gratis pada

-
- Siswa Kelas VI MI Nagarakasih 2. *Jurnal GEMBIRA (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 3(6), 2795–2801.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). (2025). *Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. <https://sipsn.menlhk.go.id/>
- Fauziya, A. (2022). Lubang resapan biopori sebagai alternatif pengolahan sampah organik berkelanjutan. Unair News. Universitas Airlangga.
- Ihsan, A., Bahri, S., & Musafira. (2013). Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cair Tempe. *Online Journal of Natural Science*, 2(2), 27–35.
- Rajendran, K., Aslanzadeh, S., & Taherzadeh, M. J. (2012). Household Biogas Digesters—A Review. *Energies*, 5(8), 2911–2942.
- Yudistirani, S. A., Syaufina, L., & Mulatsih, S. (2015). Desain Sistem Pengelolaan Sampah melalui Pemisahan Sampah Organik dan Anorganik Berdasarkan Persepsi Ibu Rumah Tangga. *KONVERSI*, 4(2), 31.