

## **Analisis Pemanfaatan Sampah Organik menjadi Energi Gas Metana (CH<sub>4</sub>): Pengolahan Sampah Rumah Tangga di TPA sebagai Sumber Energi Berkelanjutan**

**Kimberly Anastasia Simanjuntak<sup>1)</sup> dan Siti Sarah Aryadilla<sup>2)</sup>**

1,2) Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi  
Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta

Jl. Padjajaran, Condongcatur, Depok, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55283.

<sup>2)</sup>Corresponding author: [114230028@student.upnyk.ac.id](mailto:114230028@student.upnyk.ac.id)

<sup>1)</sup>[114230020@student.upnyk.ac.id](mailto:114230020@student.upnyk.ac.id)

### **ABSTRAK**

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2024, timbulan sampah dari 334 kabupaten/kota di seluruh Indonesia mencapai 36,2 juta ton. Dari jumlah ini, 32,88% atau 11,9 juta ton sampah berhasil dikelola, sementara 67,12% atau 24,3 juta ton sampah tidak terkelola. Tujuan dari literature review ini adalah untuk mengkaji dan menganalisis berbagai penelitian terkait transformasi sampah organik menjadi energi gas metana sebagai upaya mengurangi timbunan sampah yang tidak terkelola serta mendukung penyediaan energi berkelanjutan. Gas metana dari sampah organik. Gas Metana terbentuk melalui tiga tahapan utama, yaitu hidrolisis, asidogenesis, dan asetogenesis, serta metanogenesis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi gas metana dapat secara signifikan mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil dan emisi gas rumah kaca, serta memberikan solusi berkelanjutan pada energi rumah tangga di berbagai lapisan masyarakat. Dengan demikian, transformasi ini dapat menjadi langkah strategis dalam membangun lingkungan yang berkelanjutan serta memberdayakan masyarakat melalui pemanfaatan energi terbarukan.

**Kata Kunci:** Energi Berkelanjutan; Gas Metana; Lingkungan; Sampah Organik; Biogas

### **ABSTRACT**

*According to data from the National Waste Management Information System (SIPSN) of the Ministry of Environment and Forestry (KLHK) in 2024, 36.2 million tons of waste came from 334 districts/cities across Indonesia reached 36.2 million tons of waste. Of this amount, 32.88% or 11.9 million tons of waste was successfully managed, while 67.12% or 24.3 million tons of waste, was unmanaged. The purpose of this literature review is to examine and analyze various studies related to the conversion of organic waste into methane gas as an effort to reduce unmanaged waste accumulation and support the provision of sustainable energy. Methane gas is produced from organic waste through several main stages, namely hydrolysis, acidogenesis, acetogenesis, and methanogenesis. The research findings indicate that methane gas production can significantly reduce dependence on fossil fuels and greenhouse gas emissions, as well as provide a sustainable solution for household energy across various segments of society. Thus, this transformation can be a strategic step in building a sustainable environment and empowering communities through the utilization of renewable energy.*

**Keywords:** Environment; Methane Gas; Organic Waste; Sustainable Energy; Biogas

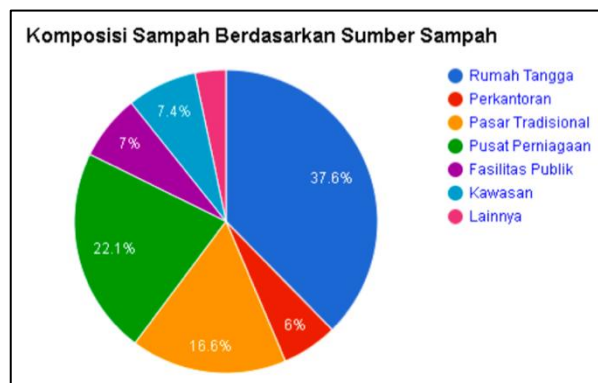
## PENDAHULUAN

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses alam yang berbentuk padat. Stigma masyarakat terkait sampah adalah semua sampah itu menjijikkan, kotor, dan lain-lain sehingga harus dibakar atau dibuang sebagaimana mestinya (Mulasari, 2012 dalam Elamin dkk., 2018). Sampah organik merupakan sampah yang berasal dari sisa makanan, bahan pangan dan bagian makhluk hidup yang bisa di daur ulang (*recycling*) menjadi bentuk lain yang dapat mendatangkan kesejahteraan bagi umat manusia. Sampah organik bila mendapat penanganan yang benar dan tepat akan dapat mendatangkan keuntungan yang berlimpah bagi pengelolanya (Puger, 2018).

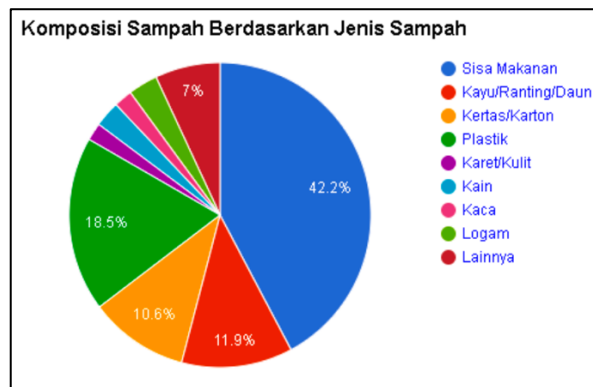
Permasalahan sampah telah menjadi isu lingkungan yang mendapat perhatian besar di berbagai negara, termasuk Indonesia. Secara umum, sampah dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok utama, yaitu sampah organik dan sampah anorganik. Sampah organik merupakan limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup, seperti tumbuhan, hewan, maupun aktivitas manusia, yang dapat mengalami proses penguraian atau dekomposisi secara alami (Taufiq, 2015). Secara umum, sebagian besar timbulan sampah yang dihasilkan masyarakat didominasi oleh sampah organik, yang sering kali dipandang tidak memiliki nilai guna maupun nilai ekonomis. Limbah organik yang berasal dari aktivitas rumah tangga juga menjadi salah satu faktor penyebab pencemaran lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik. Sekitar 68% komposisi sampah rumah tangga berupa sampah organik dengan kadar air relatif tinggi, yaitu berkisar antara 65–75%, sehingga lebih mudah mengalami pembusukan dan berpotensi mencemari lingkungan jika pengelolaannya tidak optimal (Budidayanto dkk., 2022 dalam Agustin dkk., 2023).

Proses penguraian anaerobik merupakan proses biologis yang berlangsung tanpa kehadiran oksigen, di mana bahan organik diuraikan secara bertahap oleh mikroorganisme melalui beberapa tahapan, yaitu hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis. Pada tahap hidrolisis, senyawa organik kompleks seperti karbohidrat, protein, dan lemak dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti gula, asam amino, dan asam lemak. Selanjutnya, pada tahap asidogenesis, senyawa sederhana tersebut diubah menjadi asam organik, alkohol, hidrogen ( $H_2$ ), dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Tahap akhir, yaitu metanogenesis, melibatkan mikroorganisme metanogenik yang mengonversi senyawa hasil tahap sebelumnya menjadi biogas yang didominasi oleh gas metana ( $CH_4$ ) dengan kandungan hingga 60%. Produksi biogas dari sampah organik ini tidak hanya mampu mengurangi volume limbah, tetapi menghasilkan produk samping berupa digestat yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik (Saraswati, 2024).

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional tahun 2023, total timbulan sampah di Indonesia mencapai 17.834.071 ton per tahun, dengan kontribusi terbesar berasal dari aktivitas rumah tangga. Namun, jumlah sampah yang berhasil dikelola baru mencapai sekitar 49,73% atau setara dengan 8.869.287 ton per tahun.



**Gambar 1.** Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber  
Sumber: SIPSN (2023)



**Gambar 2.** Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis  
Sumber: SIPSN (2023)

Berdasarkan gambar diatas, hal ini menunjukkan bahwa limbah organik yang berasal dari kegiatan rumah tangga memiliki peluang yang sangat besar untuk dapat diolah menjadi sumber energi biogas selain limbah yang bersumber dari kotoran ternak. Komposisi sampah berdasarkan jenis juga menggambarkan bahwa sisa makanan mendominasi dengan proporsi sekitar 42,2%, disusul oleh jenis organik lain seperti kayu, ranting, dan daun, sementara jenis sampah anorganik (kertas, plastik, kaca, logam) memiliki persentase yang lebih rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa dominasi sampah organik rumah tangga memberikan peluang teknis dan ekonomis yang signifikan untuk dikonversi menjadi biogas melalui proses digesti anaerob, karena ketersediaan bahan baku yang kontinu dan tersebar di tingkat komunitas.

Permasalahan sampah meliputi 3 bagian yaitu pada bagian hulu, proses, dan hilir. Pada bagian hulu, pembuangan sampah terus meningkat seiring berjalannya waktu. Pada bagian proses, terdapat keterbatasan sumber daya pada masyarakat dan pemerintah. Pada bagian hilir, kurang optimalnya sistem yang diterapkan pada pemrosesan akhir menjadi permasalahan (Mulasari, 2016 dalam Elamin dkk., 2018). Diperlukan upaya bersama dari pemerintah, lembaga pendidikan, dan masyarakat untuk meningkatkan pemahaman dan partisipasi masyarakat (Situmorang dkk., 2023).

Sebagian besar masyarakat menganggap membakar sampah merupakan bagian dari pengolahan sampah. Akan tetapi, hal seperti itu bisa menyebabkan pencemaran bagi lingkungan dan mengganggu kesehatan. Sikap seperti ini ada kemungkinan dipengaruhi oleh pengetahuan dan kematangan usia (Mulasari, 2012 dalam Elamin dkk., 2018). Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis potensi pemanfaatan biogas yang dihasilkan dari sampah organik pada berbagai bentuk penerapan yang berpeluang mendukung penyediaan energi bagi kebutuhan rumah tangga.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* dengan pendekatan kualitatif deskriptif. Metode ini dipilih karena penelitian tidak melakukan pengambilan data primer secara langsung di lapangan, melainkan mengkaji dan menganalisis berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik transformasi sampah organik menjadi energi gas metana. *Literature review* memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai perkembangan konsep, teknologi, serta implementasi pemanfaatan gas metana dari sampah organik berdasarkan temuan ilmiah yang telah dipublikasikan sebelumnya.

Sumber data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari jurnal ilmiah nasional dan terindeks, *prosiding* seminar, serta buku akademik, riset nasional yang membahas pengelolaan sampah organik rumah tangga, produksi biogas, gas metana, dan energi berkelanjutan. Literatur dikumpulkan melalui penelusuran basis data ilmiah seperti *Google Scholar* dan portal jurnal nasional, dengan menggunakan kata kunci antara lain sampah organik rumah tangga, *biogas*, *gas metana*, *anaerobic digester*, dan energi terbarukan. Pemilihan literatur dibatasi pada publikasi yang memiliki relevansi tinggi dengan tujuan penelitian dan diterbitkan oleh sumber yang kredibel.

Tahapan pelaksanaan *literature review* diawali dengan proses identifikasi literatur, yaitu mengumpulkan artikel dan buku yang berkaitan dengan topik penelitian. Selanjutnya dilakukan seleksi literatur dengan mempertimbangkan kesesuaian topik, tahun publikasi selama 10 tahun terakhir, serta kejelasan metode dan hasil penelitian. Literatur yang tidak relevan, memiliki data yang tidak lengkap, atau tidak sesuai dengan fokus penelitian dieliminasi untuk menjaga kualitas analisis. Setelah literatur terpilih, dilakukan klasifikasi dan pengelompokan data berdasarkan tema pembahasan, meliputi karakteristik sampah organik, proses pembentukan gas metana, teknologi *anaerobic digester*, serta pemanfaatan gas metana untuk energi rumah tangga.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan temuan antar penelitian guna mengidentifikasi pola, kesamaan, dan perbedaan hasil penelitian sebelumnya. Tahap akhir metode penelitian ini adalah sintesis dan interpretasi data. Melalui tahap ini, dilakukan integrasi hasil penelitian terdahulu untuk memperoleh kesimpulan yang utuh mengenai potensi dan efektivitas

transformasi sampah organik menjadi energi gas metana. Analisis difokuskan pada kontribusi pemanfaatan gas metana terhadap pengurangan timbulan sampah serta penyediaan energi berkelanjutan bagi rumah tangga.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengertian Biogas

Biogas merupakan campuran dari beberapa gas dan tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerob. Bahan organik yang dapat dimanfaatkan tersebut meliputi sisa makanan, limbah sayuran dan buah-buahan dari pasar, kotoran manusia maupun hewan, limbah pertanian, serta berbagai jenis limbah organik lainnya. Besarnya kadar gas pengotor berupa air, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S yang memiliki prosentase berbeda dimungkinkan dapat terjadi karena jenis makanan yang dikonsumsi oleh ternak dan efektivitas sistem biodigestif yang berlangsung dalam reaktor (Watanabe, 2006 dalam Soehartanto, dkk., 2016). Komposisi penyusun biogas dapat berbeda-beda bergantung pada karakteristik proses anaerobik yang berlangsung (Ermawati dkk., 2023). Kandungan gas metana (CH<sub>4</sub>) dalam biogas menjadi faktor utama yang memengaruhi besarnya energi yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi metana, maka semakin besar pula nilai kalor atau energi panas yang dimiliki biogas tersebut. Sebaliknya, apabila kadar metana rendah, maka nilai kalor yang dihasilkan dari pengolahan bahan organik seperti sisa makanan, limbah buah dan sayuran, kotoran manusia maupun hewan, serta limbah pertanian juga akan menurun (Aji dan Bambang, 2019 dalam Agustin dkk., 2023).

**Tabel 1.** Komposisi Biogas dari Proses Fermentasi Bahan Organik dan Limbah Domestik Rumah Tangga

Jenis Gas	Jumlah
Metana	50 - 70%
Karbondioksida	30 - 40 %
Nitrogen	0 - 0,3 %
Air	0,3 %
Oksigen	0,1 - 0,5 %
Propena	0 - 0,3 %
Hidrogen Sulfida	0 - 3 %
Nilai Kalor (Kkal/m <sup>3</sup> )	4800 - 7600

Sumber: Harun, dkk (2019)

### Proses Pengolahan Sampah Organik Menjadi Biogas

Sampah organik memiliki potensi untuk diolah menjadi biogas melalui proses fermentasi anaerobik pada bahan-bahan organik. Jenis limbah ini umumnya mengandung material organik yang mudah terdegradasi, memiliki kelembapan tinggi, serta kadar cairan tertentu yang mendukung proses pembentukan biogas. Kondisi tersebut menyebabkan sampah organik lebih cepat mengalami penguraian, terutama pada temperatur yang hangat (Annur dkk., 2020 dalam Agustin dkk., 2023). Menurut Saptaji dkk (2021), biogas yang dihasilkan dari sampah organik memiliki potensi sebagai sumber energi terbarukan. Gas dari proses tersebut dapat dimanfaatkan sebagai substitusi bahan bakar memasak bagi masyarakat sekitar, baik untuk kompor maupun peralatan masak lainnya. Biogas terdiri dari metana (CH<sub>4</sub>) dan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), yang mempercepat proses memasak ketika digunakan sebagai bahan bakar kompor. Dengan kandungan metana (CH<sub>4</sub>) yang tinggi dan nilai kalor superior, gas metana menghasilkan pembakaran lebih ramah lingkungan, sehingga berpotensi menggantikan LPG.

Proses terbentuknya biogas yang terdiri dari beberapa tahap yaitu hidrolisis, asidogenesis dan asetogenesis, serta metanogenesis.

#### 1. Hidrolisis

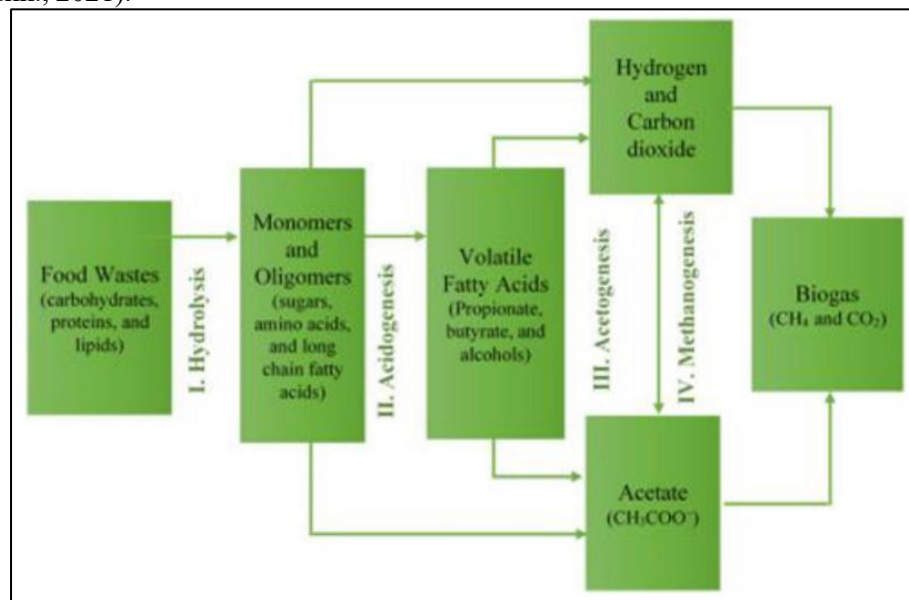
Pada tahapan ini, mikroorganisme menguraikan senyawa organik kompleks seperti karbohidrat, lipid, dan protein menjadi molekul yang lebih sederhana dengan rantai yang lebih pendek. Proses tersebut menyebabkan protein terdekomposisi menjadi peptida serta asam amino. Sementara itu, senyawa polisakarida akan dipecah menjadi monosakarida yang lebih mudah dimanfaatkan pada tahap berikutnya.

2. Tahap Asidogenesis dan Asetogenesis (Tahap Pengasaman)

Pada tahap ini, senyawa sederhana hasil proses hidrolisis selanjutnya dikonversi menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida oleh bakteri anaerob seperti *Acetobacter aceti* yang mampu berkembang pada kondisi asam. Mikroorganisme tersebut berperan dalam pembentukan asam asetat melalui pemanfaatan oksigen terlarut dan karbon dioksida. Setelah itu, proses berlanjut pada aktivitas mikroorganisme penghasil metana yang bekerja dalam kondisi anaerob. Dalam tahapan ini, senyawa rantai pendek juga dapat diubah menjadi berbagai produk lain seperti karbon dioksida, hidrogen sulfida, alkohol, asam organik, asam amino, serta sejumlah kecil gas metana. Pada tahap ini  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$  (-118kJ/mol) merupakan reaksi eksotermis yang menghasilkan energi.

3. Tahap pembentukan gas metana (Methanogenesis)

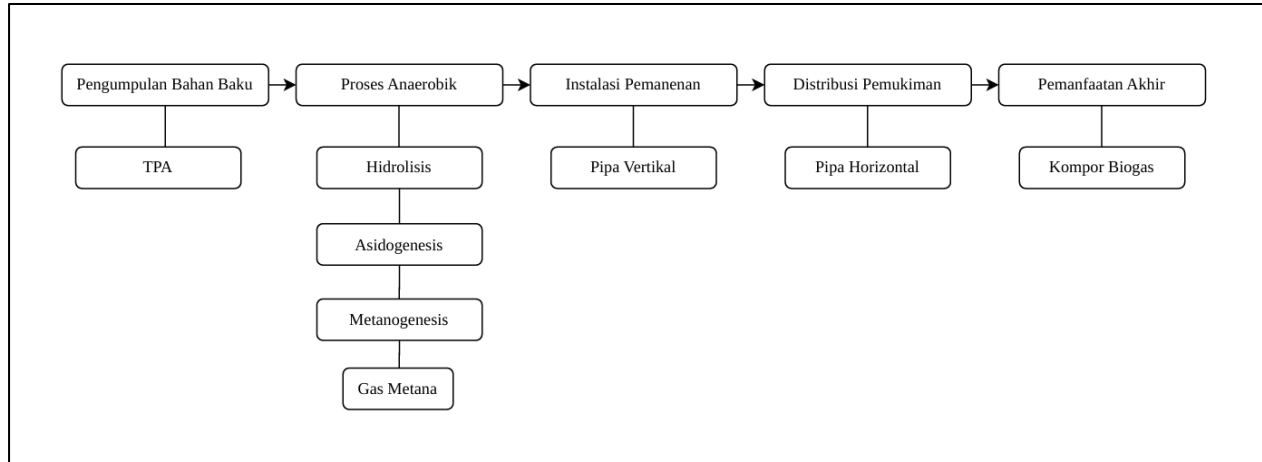
Pada tahapan ini, senyawa hasil proses asidifikasi akan dikonversi menjadi gas metana dan karbon dioksida dalam kondisi tanpa oksigen oleh bakteri metanogen, seperti *Methanobacterium omelianski*. Proses pembentukan tersebut termasuk ke dalam reaksi eksotermis yang menghasilkan energi panas (Wardana dkk., 2021).



**Gambar 3.** Tahapan Pembentukan Biogas  
Sumber: Mirmohamadsadeghi, dkk (2019)

Salah satu praktik pemanfaatan gas metana di Indonesia terdapat di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPAS) Manggar, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. TPAS Manggar dikenal sebagai salah satu TPA terbaik di Indonesia dan telah memanfaatkan gas metana sejak tahun 2012. Pengembangan ini semakin diperkuat melalui kolaborasi dengan pemerintah dan Perusahaan setempat dalam bentuk program pemberdayaan masyarakat berbasis energi terbarukan (Abdurohim & Nugraha, 2023). Gas metana yang siap digunakan dialirkan ke rumah warga dengan menggunakan pipa paralon yang dipasang baik secara vertikal ke dalam timbunan sampah maupun horizontal menuju titik-titik pemakaian di rumah warga sekitar. Sistem sederhana ini memungkinkan gas metana langsung digunakan sebagai bahan bakar memasak tanpa perlu pompa mekanis besar, asalkan tekanan gas cukup stabil, dan telah terhubung melalui jaringan pipa

yang terus ditambah seiring waktu, sehingga pada 2019 tercatat lebih dari 305 kepala keluarga yang tersambung gas metana yang dialirkan ke dapur masing-masing rumah untuk digunakan memasak (BRIN, 2022).



**Gambar 3.** Diagram Alir Proses  
Sumber: Penulis (2026)



**Gambar 4.** Sampah yang dikonversi menjadi gas  
Sumber: BRIN (2022)



**Gambar 5.** Penggunaan Biogas Skala Rumah Tangga  
Sumber: BRIN (2022)

### Potensi Emisi Gas *Methane*

Potensi emisi gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dari dekomposisi anaerobik sampah organik di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Indonesia merupakan peluang sebagai sumber substitusi energi terbarukan yang substansial, dengan potensi pemanasan global (GWP) metana yang dapat dikonversi menjadi biogas berkualitas tinggi untuk mendukung transisi energi nasional. Perhitungan emisi gas metan secara empiris lebih rumit karena tidak semua gas metan yang terbentuk di TPA dapat lepas ke atmosfer. Ketika metan bergerak dari dalam lapisan timbunan sampah menuju permukaan, maka bakteri aerobik akan mengoksidasi metan menjadi karbon dan air (Ham & Barlaz, 1987 dalam Kendra, 1997).

TPA Bantargebang di Jakarta, sebagai TPA terbesar dengan volume sampah harian mencapai 5.000 -7.000 ton dan kandungan organik sekitar 60%, memiliki potensi produksi gas metana yang luar biasa untuk biogas (Lontoh, 2017). Faktor pendukung seperti urbanisasi cepat, pola konsumsi tinggi, dan infrastruktur TPST yang ada memperkuat potensi ini, menjadikan Jakarta menjadi pusat produksi biogas skala besar. Selain di Jakarta, TPA Sarimukti di Bandung menawarkan pula potensi emisi metana yang dimodelkan dengan LandGEM untuk *capture* sederhana (Suriyani, 2025). TPA Bengkala di Sidoarjo juga diproyeksikan menghasilkan potensi metana signifikan dengan puncak produksi listrik hingga 856.688 kWh melalui

konversi biogas yang ideal untuk proyek komersial (Nurjaya & Rachmanto 2023). Variasi komposisi sampah kaya limbah pasar tradisional Bandung atau residu makanan rumah tangga di Sidoarjo mampu memberikan fleksibilitas *feedstock* untuk digester anaerobik, memungkinkan produksi energi setara ribuan kWh/hari.

Secara nasional, *landfill* seperti Tamangapa di Makassar berkontribusi potensi gas metana hingga 2,87-16,505 Gg/tahun berdasarkan model LandGEM dan IPCC, yang dapat dikonversi menjadi energi terbarukan setara ribuan MWh/tahun (Pratama, 2022). Keunggulan pendukung mencakup ketersediaan *feedstock* gratis, teknologi biogas matang, dan ROI cepat dalam 2-3 tahun melalui listrik, pupuk *slurry*, serta kredit karbon (Widodo dkk., 2025). Secara teoritis, produksi metana di *landfill* bergantung pada jumlah sampah organik, kecenderungan peningkatan produksi metana (CH<sub>4</sub>) dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk dan volume sampah organik yang terus bertambah yang ditunjukkan dengan terus meningkatnya data timbulan sampah nasional (Nurjaya & Rachmanto, 2023).

### **Tantangan Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Terbarukan**

Pemanfaatan biogas dari sampah organik rumah tangga melalui proses *anaerobic digestion* untuk menghasilkan gas metana sebagai solusi energi terbarukan menghadapi berbagai tantangan teknis dan operasional yang signifikan (Agustin dkk., 2023). Salah satu hambatan utama adalah ketidakstabilan proses fermentasi akibat akumulasi asam volatil dan fluktuasi pH yang rendah dari limbah makanan, sehingga menurunkan produksi metana secara drastis setelah fase awal (Hussein dkk., 2023). Selain itu, kesulitan pengumpulan limbah homogen, serta kebutuhan kontrol suhu dan retensi waktu yang ketat menjadi kendala utama dalam adopsi teknologi ini (Budiman, 2019). Tantangan lain meliputi rendahnya kesadaran masyarakat dan kurangnya dukungan kebijakan untuk rantai pasok biogas dari produksi hingga pemanfaatan, yang menghambat skalabilitas sebagai energi terbarukan berkelanjutan (Agustin dkk., 2023).

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil *literature review*, transformasi sampah organik yang diolah menjadi gas metana merupakan solusi yang sangat relevan dalam menghadapi permasalahan keterbatasan pasokan energi yang meningkat seiring berjalannya waktu, serta permasalahan lingkungan akibat akumulasi sampah, khususnya sampah organik rumah tangga. Pengolahan sampah organik menjadi biogas dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu proses hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis, dengan dukungan teknologi berupa *anaerobic digester* terbukti mampu menghasilkan biogas dengan kandungan metana 50-70% yang memiliki nilai kalor hingga 7600 Kkal/m<sup>3</sup>. Pemanfaatan biogas dari limbah organik yang diimplementasikan di TPAS Manggar, Kalimantan Timur terbukti mampu menghasilkan energi kalor yang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap pembelian LPG berulang untuk kebutuhan masak sehari-hari. Namun, modifikasi ini masih menghadapi tantangan teknis berupa ketidakstabilan pH dan akumulasi asam volatil yang dapat menurunkan produksi metana serta rendahnya kesadaran masyarakat untuk memilah sampah secara homogen. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan secara berkelanjutan terkait pemanfaatan limbah organik menjadi gas metana sebagai sumber energi terbarukan, guna mendukung ketahanan energi nasional serta keberlanjutan lingkungan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Agustin, A. W., Sudarti, & Yushardi. (2023). Potensi Pemanfaatan Biogas dari Sampah Organik Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(6), 1109–1116. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i6.2841>
- Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). (2022). *Mengolah Sampah Menjadi Energi: Praktik Ekonomi Hijau Waste To Energy (Wte) Di Kalimantan Timur*.
- Budiman, I. (2019). *Setumpuk Kendala Penyebaran Biogas*. World Resources Institute Indonesia.
- Elamin, M. Z., Ilmi, K. N., Tahrirah, T., Zarnuzi, Y. A., Suci, Y. C., Rahmawati, D. R., Dwi P., D. M., Kusumaardhani, R., Rohmawati, R. A., Bhagaskara, P. A., & Nafisa, I. F. (2018). *Analysis of waste*

- management in the village of Disanah, district of Sreseh Sampang, Madura. Jurnal Kesehatan Lingkungan, 10(4), 368–375. <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i4.2018.368-375>*
- Harun, S.F1., & Sokku, S. Ronge. (2019). Analisis Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga sebagai Sumber Energi Alternatif. *Prosiding Seminar Nasional LP2M UNM*. 551-557.
- Hussein, A. A., Al-Muhtaseb, A. H., & Banat, F. (2023). Biogas extraction using organic waste (domestic and livestock): Production and quality. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 23(4), 1-12.*
- Kendra, T. (1997). *Estimasi dan Prediksi Kecenderungan Emisi Metan di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Studi Kasus di TPA Bantar Gebang, Bekasi)*. Tesis. Program Pascasarjana Studi Ilmu Lingkungan.
- Lontoh, J. H. (2017). Analisa ekonomis pemanfaatan limbah organik sebagai energi listrik di TPA Bantar Gebang. *Jurnal Elektro dan Komputer, 8(1), 1-10.*
- Nurjaya, L. A. N. W., & Rachmanto, T. A. (2023). Potensi Produksi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) dari Kegiatan Landfilling di TPA Bengkala Kabupaten Buleleng dengan Kombinasi Permodelan LandGEM, IPCC, dan LCA. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan, 15(2), 114-123.*
- Pratama, A. P. (2022). *Potensi gas metana TPA Tamangapa menggunakan model LandGEM dan IPCC 2006*. Universitas Hasanuddin.
- Prihutama, F. A., Firmansyah, D. N., Siahaan, K. S. H., & Fahmi, B. (2017). Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Prosiding SNITT Politeknik Negeri Balikpapan, 87-95.*
- Puger, I. G. N. (2018). Sampah Organik, Kompos, Pemanasan Global, dan Penanaman Aglaonema di Pekarangan. *Agricultural Journal, 1(2), 127-136.*
- 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.*
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). (2023). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Situmorang, R., Sumardi, H. Q., Simbolon, K., Warni, M. S., & Harefa, M. S. (2023). Tingkat Kesadaran Kurangnya Pemahaman Masyarakat Tentang Daur Ulang Limbah Sampah Plastik Masyarakat TPS. *Jurnal Wilayah, Kota dan Lingkungan, 2(2), 28-33.*
- Sorensen, B. (2007). *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage*.
- Suriyani, Luh De. (2025). Emisi Gas Metana dari Tempat Sampah Kian Nyata. <https://mongabay.co.id/2025/04/14/emisi-gas-metana-dari-tempat-sampah-kian-nyata/> dikutip 15 Desember 2025.
- Taufiq, A. (2015). Sosialisasi Sampah Organik dan Non Organik Serta Pelatihan Kreasi Sampah. *AJIE (Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship), 4(01), 68-73.*
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Mengenai Pengelolaan Sampah.
- Wakid, M. (2009). *Pemanfaatan Biogas Kotoran Ternak untuk Bahan Bakar Motor dan Pembangkit Listrik*. Universitas Gadjah Mada.
- Wardana, L. A., N. Lukman, M. Mukmin, M. Sahbandi, M. S. Bakti, D. W. Amalia, dan C. S Nababan. (2021). Pemanfaatan Limbah Organik (Kotoran Sapi) Menjadi Biogas dan Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 4(1).*
- Widodo, B., dkk. (2021). Pemakaian Biogas: Hemat Biaya Bahan Bakar dan Tambahan Pendapatan Rumah Tangga Mendukung Ketahanan Energi. *Jurnal Kebijakan Pertanian, 15(2), 120-135.*