

**PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA DAN LIMBAH MEDIA TANAM JAMUR TIRAM SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIOGAS RAMAH LINGKUNGAN**

***UTILIZATION OF HOUSEHOLD ORGANIC WASTE AND OYSTER MUSHROOM PLANTING MEDIA WASTE AS RAW MATERIALS FOR MAKING ENVIRONMENTALLY FRIENDLY BIOGAS***

**Fadhil Rabbani, Indah Sulistiyawati\*, Silmi Kafah, Eka Dinta Yuli Sulistyani, Nasywa Luthfi Zain**

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto,  
Jl. Sultan Agung No.42, Karangklesem, Purwokerto Selatan, Banyumas, Jawa Tengah

\*Penulis untuk korespondensi, e-mail: [indahsulistiyawati.s2@gmail.com](mailto:indahsulistiyawati.s2@gmail.com)

*Received [2024-12-19]    Revised [2025-08-04]    Accepted [2025-08-05]*

---

**ABSTRAK**

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob yang dapat bertahan dalam kondisi tanpa udara. Semua jenis bahan organik mengandung senyawa seperti protein, lemak, dan karbohidrat yang dapat dimanfaatkan dalam produksi biogas. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang melibatkan pengujian langsung terhadap limbah sayuran dan limbah media jamur tiram dalam proses fermentasi anaerobik untuk menghasilkan biogas. Pada hari pertama, produksi gas masih minim karena bakteri anaerob sedang beradaptasi dengan lingkungan dan mulai memecah bahan organik. Pada hari ketiga, aktivitas bakteri meningkat secara signifikan, menghasilkan volume gas yang lebih besar. Puncak produksi gas metana (CH<sub>4</sub>) terjadi pada hari ketujuh, ditandai dengan balon pengukur yang terisi penuh. Namun, pada hari keempat belas, balon kembali kosong. Hal ini dikarenakan beberapa kendala seperti kebocoran, jumlah starter bakteri yang tidak optimal, dan keterbatasan nutrisi dapat menghambat keberlanjutan produksi gas metana. Proses fermentasi biogas dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilannya, antara lain nilai pH, suhu, laju pemberian bahan, waktu tinggal dalam digester, toksisitas, dan sludge. Biogas dapat bermanfaat di berbagai bidang, termasuk pertanian, energi, dan lingkungan.

Kata kunci: Biogas; EM4; Limbah sayuran; Media tanam jamur tiram

**ABSTRACT**

*Biogas is a gas produced from the fermentation of organic materials by anaerobic bacteria that can survive in airless conditions. All types of organic materials contain compounds such as protein, fat, and carbohydrates that can be utilized in biogas*

production. The method used in this study is an experimental method that involves direct testing of vegetable waste and oyster mushroom media waste in the anaerobic fermentation process to produce biogas. On the first day, gas production was still minimal because anaerobic bacteria were adapting to the environment and starting to break down organic materials. On the third day, bacterial activity increased significantly, producing a larger volume of gas. The peak production of methane gas ( $CH_4$ ) occurred on the seventh day, marked by a fully filled measuring balloon. However, on the fourteenth day, the balloon was empty again. This is because of several obstacles such as leaks, suboptimal number of bacterial starters, and limited nutrients can hinder the sustainability of methane gas production. The biogas fermentation process is influenced by various factors that can affect its success, including pH value, temperature, rate of material administration, residence time in the digester, toxicity, and sludge. Biogas can be useful in various fields, including agriculture, energy, and the environment.

*Keywords: Biogas; EM4; Oyster mushroom planting media; Vegetable waste*

## PENDAHULUAN

Sampah adalah masalah global yang melibatkan berbagai jenis, mulai dari sampah organik hingga sampah beracun dan berbahaya. Untuk mengatasi penumpukan sampah, diperlukan tindakan konkret. Sampah beracun dan berbahaya umumnya dikelola oleh pihak khusus agar tidak mencemari lingkungan. Sementara itu, sampah organik dapat dikelola oleh hampir semua orang karena prosesnya yang lebih sederhana. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), data tren timbulan sampah rumah tangga dan sampah organik di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, yaitu tahun 2023 total timbulan sampah mencapai 385.564.677 ton, tahun 2024 sejumlah 69.900.000 ton, terjadi peningkatan (<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>). Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan nilai ekonomis sampah, tetapi juga menjadi solusi untuk mengurangi volume sampah yang terus meningkat (Fitri & Dhaniswara, 2018).

Salah satu upaya untuk menanggulangi permasalahan sampah tersebut adalah dengan memanfaatkannya menjadi bahan baku biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik oleh bakteri anaerob yang dapat bertahan dalam kondisi tanpa udara. Semua jenis bahan organik mengandung senyawa seperti protein, lemak, dan karbohidrat yang dapat dimanfaatkan dalam produksi biogas (Anggraini *et al.*, 2012). Sebagai energi alternatif, biogas juga dianggap ramah lingkungan karena kandungan utama biogas adalah gas metana ( $CH_4$ ), yang jika dilepaskan ke atmosfer dapat berkontribusi pada efek rumah kaca. Namun, dengan memanfaatkan  $CH_4$ , gas tersebut terbakar

sempurna dan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke lingkungan. Gas CO<sub>2</sub> ini kemudian digunakan dalam proses fotosintesis tumbuhan. Oleh karena itu, pelepasan CO<sub>2</sub> ke alam dapat dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan membiarkan metana (CH<sub>4</sub>) langsung dilepaskan ke atmosfer, karena CH<sub>4</sub> tidak dapat diserap oleh tumbuhan (Kurniati *et al.*, 2021).

Biogas adalah gas yang dihasilkan melalui proses anaerobik atau fermentasi bahan organik, seperti feses manusia dan hewan, limbah domestik atau rumah tangga, sampah *biodegradable*, atau limbah organik lainnya dalam kondisi tanpa oksigen. Gas ini mengandung metana dan karbondioksida. Proses pembentukan biogas melibatkan bakteri yang berkembang di bahan organik dalam kondisi tanpa udara. Selama proses pengolahan atau fermentasi, sebagian besar gas yang dihasilkan terdiri dari metana dan karbondioksida (Rohim, 2020). Hal ini sejalan dengan pendapat Rahayu *et al.* (2015) yakni pembuatan biogas melalui proses penguraian anaerobik dilakukan dalam kondisi tanpa oksigen. Salah satu keunggulan metode ini adalah konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan dengan proses aerobik. Selain itu, jumlah lumpur yang dihasilkan relatif sedikit, yakni sekitar 5-10%. Namun, limbah yang dihasilkan dari proses anaerobik memerlukan pengolahan lebih lanjut sebelum dibuang ke lingkungan. Metode anaerobik menjadi pilihan yang paling umum digunakan karena mampu menghasilkan metana sebagai sumber energi, serta limbah cair yang kaya akan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor.

Komponen utama biogas adalah metana, yang sangat berguna sebagai bahan bakar karena memiliki nilai kalor tinggi, yaitu sekitar 4800 hingga 6.700 Kkal/m<sup>3</sup>. Biogas dengan nilai kalor yang tinggi dapat digunakan untuk penerangan, memasak, menggerakkan mesin, dan berbagai keperluan lainnya. Perbandingan biogas dengan sumber energi lain menunjukkan bahwa 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 0,46 kg elpiji, 0,62 l minyak, 0,52 l minyak solar, 0,80 l minyak bensin, 1,50 m<sup>3</sup> gas kota, atau 3,50 kg kayu bakar (Sunaryo, 2014). Komposisi biogas yang dihasilkan terdiri dari gas metana (55-65%), karbondioksida (35-45%), nitrogen (0-3%), hidrogen (0-1%), dan hidrogen sulfida (0-1%). Komposisi biogas ini dapat bervariasi tergantung pada asal proses anaerobik yang terjadi. Gas yang dihasilkan dari tempat pembuangan sampah (landfill) biasanya mengandung sekitar 50% metana, sedangkan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan kandungan metana (CH<sub>4</sub>) antara 55-75% (Dhaniswara & Fitri, 2017).

Proses degradasi bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob (tanpa oksigen) menghasilkan biogas. Biogas tidak memiliki standar SNI, namun komposisinya sebagian besar terdiri dari gas metana (CH<sub>4</sub>) dan karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dengan komponen lainnya

dalam jumlah kecil seperti uap air, hidrogen sulfida ( $H_2S$ ), karbon monoksida ( $CO$ ), dan nitrogen ( $NO_2$ ). Secara alami, biogas terbentuk di limbah pembuangan air, tumpukan sampah, dasar danau atau rawa. Hewan mamalia dan manusia juga menghasilkan biogas melalui proses pencernaan mereka, di mana bakteri dalam sistem pencernaan membantu memfermentasi selulosa pada hewan mamalia (Kurniati *et al.*, 2021). Proses anaerobik dalam pembuatan biogas terdiri dari tiga tahapan utama. Pada tahap hidrolisis, senyawa organik yang tidak larut diubah menjadi senyawa organik yang dapat larut dalam cairan. Selanjutnya, pada tahap asidogenesis, bakteri yang terlibat akan membentuk asam (asidogen) dan mengubah senyawa organik yang terlarut menjadi hidrogen ( $H_2$ ), asam volatile, dan alkohol. Terakhir, pada tahap metanogenesis, bakteri metanogen berperan dalam mengonversikan hasil dari tahap asidogenesis menjadi gas metan ( $CH_4$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), dan hidrogen sulfida ( $H_2S$ ) (Griapon, 2022).

Menurut Fatimah & Angelin (2017), pembuatan biogas melalui beberapa tahap, dimulai dengan hidrolisis, diikuti oleh asidogenesis, asetogenesis, dan akhirnya metanogenesis. Biogas umumnya mengandung komposisi 55-65% metana, 35-45% karbondioksida, 0-3% nitrogen, dan 0-1% hidrogen sulfida. Biogas ini dapat diubah menjadi energi dengan nilai kalor sekitar 20-25 MJ/m<sup>3</sup>. Jika kandungan metana dalam biogas melebihi 45%, biogas tersebut akan lebih mudah terbakar dan memiliki kualitas bahan bakar yang cukup baik karena nilai kalor bakarnya yang tinggi. Bakteri metanogen adalah jenis bakteri yang ditemukan pada bahan organik dan menghasilkan gas metana serta gas lainnya melalui proses anaerobik dalam seluruh rangkaian prosesnya. Setiap organisme memiliki kondisi tertentu dan sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan di dalam digester. Bakteri metanogen merupakan bakteri obligat anaerobik yang sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan. Bakteri yang terlibat dalam proses metanogenesis termasuk dalam kelompok *Archaeobacter*, yaitu kelompok bakteri dengan struktur morfologi yang sangat bervariasi, sifat biokimia yang umum, serta karakter biologis yang memiliki molekul berbeda dari bakteri lainnya (Khaerunnisa & Rahmawati, 2013).

Biogas mengandung metana dalam jumlah yang tinggi dan memiliki keunggulan sebagai pengganti bahan bakar lain seperti bensin dan LPG. Manfaat biogas dalam kehidupan sehari-hari antara lain bahan bakar untuk memasak, menyediakan energi seperti pembangkit perumahan, bangunan, dan mampu dimanfaatkan sebagai penggerak generator Listrik. Pemanfaatan biogas yang efektif yaitu sebagai pembangkit panas, pembangkit Listrik, dan alternatif bahan bakar kendaraan (Rahmat, 2023). Perkembangan studi biogas telah dilakukan baru-baru ini, Ravlikovsky *et al.* (2025) mengevaluasi potensi substrat jamur

bekas sebagai sumber tunggal tanpa integrasi dengan limbah rumah tangga untuk memproduksi biogas. Produksi metana dengan fermentasi telah dilaporkan oleh Holewa-Rataj *et al.* (2025) suhu dan pH merupakan faktor lingkungan yang sangat penting dalam proses fermentasi metana. Penelitian yang saat ini dilakukan memiliki kebaruan dari pendekatan integrasi kedua jenis limbah tersebut yang berpotensi untuk meningkatkan efisiensi produksi biogas, sebagai upaya solusi pengelolaan limbah yang lebih berkelanjutan.

## METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan bahan-bahan yang diperlukan terdiri dari limbah sayuran rumah tangga yaitu daun dan batang kangkung, tomat, wortel, limbah baglog jamur tiram dari produsen di Desa Tumiyang, air bersih, dan starter bakteri atau *effective microorganism 4* (EM4). Alat-alat yang digunakan meliputi gallon plastik bekas (volume 20-25 L), lem bakar, selang plastik, balon karet, karet gelang/karet bab, cat tembok, pisau, ember, pengaduk kayu/besi, dan sarung tangan plastik.

### Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen ini melibatkan pengujian langsung terhadap limbah sayuran dan limbah media jamur tiram dalam proses fermentasi anaerobik untuk menghasilkan biogas. Penelitian ini bertujuan untuk menilai potensi kedua jenis limbah tersebut sebagai bahan baku dalam produksi biogas melalui proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen (anaerobik). Cara kerja dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Cara Kerja Pembuatan Biogas

Limbah sayuran dan baglog jamur tiram terlebih dahulu dicuci guna menghilangkan kotoran yang menempel. Setelah itu, bahan-bahan tersebut dipotong menjadi bagian-bagian kecil dan dihaluskan dengan penambahan sedikit air hingga diperoleh konsistensi yang cair. Bahan yang telah dihaluskan kemudian dicampurkan dengan larutan starter bakteri atau *Effective Microorganisms 4* (EM4) di dalam wadah tertutup, lalu diaduk hingga homogen. Campuran tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam galon yang telah dipasang selang dan balon penampung gas, dan galon ditutup rapat untuk menciptakan kondisi anaerob yang optimal bagi proses fermentasi. Galon kemudian disimpan di tempat yang teduh dengan suhu berkisar antara 25–35°C selama 2 hingga 3 minggu hingga terjadi akumulasi gas metana. Selama proses fermentasi berlangsung, dilakukan pemeriksaan secara berkala serta pengujian terhadap gas yang dihasilkan untuk memastikan kualitas dan efektivitas proses produksi biogas.

## HASIL

Pada penelitian ini, limbah rumah tangga dan baglog jamur tiram dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk memproduksi biogas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi kedua jenis limbah tersebut dalam menghasilkan biogas yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Proses pembuatan biogas diawali dengan persiapan bahan berupa limbah rumah tangga, seperti sisa sayuran dan buah, serta baglog jamur tiram bekas. Kedua jenis limbah ini dipotong kecil-kecil untuk mempermudah proses fermentasi, kemudian dicampur dengan air dan starter bakteri (EM4) hingga membentuk campuran homogen. Campuran tersebut dimasukkan ke dalam galon plastik, yang berfungsi sebagai *digester*. Sebuah selang dipasang pada galon untuk menyalurkan gas ke balon, yang digunakan sebagai penampung gas. Galon kemudian ditutup rapat agar fermentasi berlangsung dalam kondisi anaerobik. Selama proses fermentasi dalam digester, dilakukan pengamatan secara berkala selama 14 hari setelah fermentasi dimulai, dan hasil pengamatan disajikan dalam Tabel 1.

Proses fermentasi berlangsung selama 14 hari, dan pengamatan dilakukan secara berkala untuk memantau perkembangan gas yang dihasilkan. Pada hari pertama, tanda-tanda awal proses fermentasi telah terlihat. Gas yang terbentuk masih sangat sedikit, ditunjukkan dengan balon yang hanya sedikit mengembang. Hal ini disebabkan bakteri anaerob masih beradaptasi dengan lingkungannya dan mulai memecah bahan organik. Pengamatan pada hari ketiga, jumlah gas yang dihasilkan meningkat secara signifikan dengan balon yang mulai terisi setengah penuh. Aktivitas bakteri pada tahap ini lebih aktif dan bahan

organik seperti karbohidrat serta protein mulai terurai secara efisien. Pada hari ketujuh, balon penampung gas mencapai kapasitas maksimal dan terlihat penuh. Ini menunjukkan bahwa fermentasi berada pada puncaknya dengan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) sebagai hasil utama dari tahap metanogenesis.

Tabel 1. Hasil pengamatan biogas periode waktu 14 hari

No	Hari	Kondisi Balon Penampung	Keterangan
1	1 Hari	Sedikit terisi	Proses fermentasi baru dimulai dan gas metana mulai terbentuk
2	3 Hari	Setengah terisi	Mulai terbentuk gas metana pada balon penampung
3	7 Hari	Penuh	Gas metana yang dihasilkan selama proses fermentasi menunjukkan kapasitas maksimal yang ditunjukkan oleh balon penampung
4	14 Hari	Kosong	Kandungan gas metana pada balon penampung mengalami penurunan hingga kosong

Proses anaerobik dalam pembuatan biogas terdiri dari tiga tahapan utama. Pada tahap hidrolisis, senyawa organik yang tidak larut diubah menjadi senyawa organik yang dapat larut dalam cairan. Selanjutnya, pada tahap asidogenesis, bakteri yang terlibat akan membentuk asam (asidogen) dan mengubah senyawa organik yang terlarut menjadi hidrogen ( $\text{H}_2$ ), asam volatile, dan alkohol. Terakhir, pada tahap metanogenesis, bakteri metanogen berperan dalam mengonversikan hasil dari tahap asidogenesis menjadi gas metan ( $\text{CH}_4$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (Griapon, 2022).

Pada hari keempat belas, balon yang sebelumnya terisi penuh terlihat kosong. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor utama. Pertama, bakteri anaerob kehabisan nutrisi yang diperlukan untuk melanjutkan proses fermentasi karena sebagian besar bahan organik dalam campuran telah terurai sepenuhnya. Dalam fase pertumbuhannya, setiap organisme, termasuk bakteri, memerlukan nutrisi yang cukup serta kondisi lingkungan yang mendukung untuk mendukung proses pertumbuhan tersebut (Anggraini *et al.*, 2012). Proses biodegradasi yang efektif dan efisien memerlukan ketersediaan nutrisi seperti nitrogen, fosfor, serta berbagai unsur lainnya dalam jumlah yang mencukupi. Nutrisi ini berperan penting dalam mendukung pembentukan sel-sel mikroorganisme yang terlibat dalam proses penguraian. Sel-sel ini kemudian berkontribusi pada produksi biogas

melalui pemecahan bahan organik secara anaerobik (Fitri & Dhaniswara, 2018).

Di sisi lain terdapat kemungkinan kebocoran akibat kurang rapatnya sambungan antara selang dan galon saat pemasangan menggunakan lem. Meski lem telah digunakan untuk memastikan sambungan kedap udara, beberapa titik sambungan mungkin tidak cukup kuat sehingga memungkinkan gas keluar. Sejalan dengan hasil Penelitian yang dilakukan oleh (Aemba *et al.*, 2016), yang menguji pembuatan biogas dari campuran limbah cucian beras dan kotoran babi selama 14 hari. Kegagalan dalam proses fermentasi biogas dapat disebabkan oleh kebocoran pada digester biogas yang digunakan. Pada perbandingan 1:1 (50l cucian beras: 50kg kotoran babi), volume gas yang dihasilkan tidak dapat diukur karena terjadi kebocoran pada instalasi biogas tersebut.

Selain itu, jumlah starter bakteri yang digunakan kemungkinan kurang optimal sehingga tidak mampu mendukung produksi gas yang berkelanjutan. Akibatnya, gas metana yang dihasilkan tidak cukup untuk menyalakan api, sehingga biogas yang dihasilkan belum dapat dimanfaatkan secara maksimal sebagai bahan bakar. Menurut (Sa'adah & Winarti, 2009), biogas dapat terbakar apabila mengandung gas  $CH_4$ . Gas metana ini dihasilkan karena adanya jasad mikroba atau bakteri yang memiliki kemampuan untuk menguraikan bahan organik yang pada akhirnya membentuk gas metana ( $CH_4$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Tanpa keberadaan bakteri metanogen, proses pencernaan bahan organik hanya akan mencapai tahap asetogenesis, di mana asam asetat yang terbentuk tidak dapat diuraikan lebih lanjut. Akibatnya, gas yang dihasilkan bukanlah metana ( $CH_4$ ), melainkan karbon dioksida ( $CO_2$ ). Meskipun demikian, sampah sayuran dapat terhidrolisis dengan baik, sehingga volume akumulasi gas  $CO_2$  yang dihasilkan tetap besar (Felix *et al.*, 2012).

Biogas tidak memiliki bau dan warna, dan api yang dihasilkan dari pembakaran biogas memiliki warna biru cerah, mirip dengan api dari gas LPG. Penelitian Hariyanto & Mardwianta (2020) menunjukkan bahwa desain baru kompor biogas memiliki efisiensi pembakaran sebesar 31%, lebih tinggi dibandingkan desain lama. Selain itu, konsumsi bahan bakar pada desain baru lebih hemat sekitar 16%, dibandingkan desain sebelumnya. Penelitian lain oleh Sinaga *et al.* (2022) menemukan bahwa campuran kotoran sapi dan limbah cair ampas tahu menghasilkan nyala api biogas selama 4,38 menit, sedangkan LPG dengan massa yang sama menghasilkan nyala selama 49 detik. Hal ini menunjukkan bahwa biogas memiliki efisiensi

pembakaran yang lebih tinggi dibandingkan LPG dalam konteks ini. Selama proses pembakaran dilakukan, api yang terbentuk berwarna biru, serupa dengan api dari elpiji, dan energi panas (kalor) yang dihasilkan berkisar antara 5.200 hingga 5.900 kcal/m<sup>3</sup> gas. Nilai kalor ini setara dengan memanaskan air dengan volume 65 hingga 73 liter dari suhu 20°C hingga mencapai titik didihnya (Kurniati *et al.*, 2021). Selain dipengaruhi oleh jumlah starter bakteri, pembentukan biogas juga dipengaruhi oleh konsentrasi EM4. Penambahan EM4 berpengaruh terhadap jumlah biogas yang dihasilkan. Semakin banyak EM4 yang digunakan, semakin besar tekanan biogas yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian tersebut, yang menunjukkan bahwa penambahan EM4 sebesar 1% menghasilkan tekanan biogas yang lebih besar dibandingkan dengan penambahan EM4 sebesar 0,5% atau tanpa penambahan EM4 sama sekali.

Proses fermentasi biogas dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilannya, antara lain nilai pH, suhu, laju pemberian bahan, waktu tinggal dalam digester, toksisitas, dan sludge. Produksi biogas yang optimal dapat tercapai jika nilai pH campuran dalam digester berada pada kisaran 6-7. Suhu juga memainkan peran penting dalam mempengaruhi produktivitas bakteri metanogen. Bakteri metanogen tidak dapat aktif pada suhu yang ekstrem, baik terlalu tinggi maupun terlalu rendah. Suhu optimal untuk aktivitas bakteri metanogen berada pada rentang 25°C hingga 35°C (Mufairoh *et al.*, 2018).

Biogas secara umum merupakan campuran gas yang dihasilkan melalui fermentasi anaerobik bahan organik. Komposisi utama dalam biogas meliputi metana (CH<sub>4</sub>): 50–75%, karbondioksida (CO<sub>2</sub>): 25–45%, serta gas lain seperti H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, dan uap air dalam jumlah kecil (Mulyati *et al.*, 2020). Gas yang terkandung dalam berbagai jenis sampah organik seperti limbah tahu mengandung metana sekitar 55% dan 10% H<sub>2</sub>S, limbah sayuran pasar mengandung metana yang bervariasi antara 50-65% dan CO<sub>2</sub> sekitar 20-30%. Limbah ternak mengandung metana antara 60-70% dan CO<sub>2</sub> sekitar 30-40%, sedangkan limbah rumah tangga mengandung metana dan CO<sub>2</sub> dengan persentase yang bervariasi tergantung pada jenis sampah yang digunakan (Sinaga *et al.*, 2022).

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan dalam proses produksi biogas antara lain suhu, pH, rasio C/N, kelarutan gas, dan nutrisi. Suhu optimal bagi aktivitas mikroorganisme metanogen dalam produksi biogas berkisar antara 35-40°C. pH optimal bagi produksi biogas antar 6,8-7,5. pH yang lebih rendah atau lebih tinggi mampu menghambat proses fermentasi anaerobik. Rasio karbon terhadap nitrogen yang optimal yaitu 20:1 hingga 30:1. Kelarutan gas berpengaruh dalam biogas karena

## KESIMPULAN

gas metana lebih mudah terbentuk pada larutan dengan tingkat kelarutan yang rendah. Ketersediaan nutrisi seperti fosfor, nitrogen, dan mikroorganisme yang baik dapat mendukung proses fermentasi. (Hariyanto *et al.*, 2020; Supriyanto & Sutrisno, 2021). Biogas merupakan produk ramah lingkungan yang mampu dikonversi menjadi energi alternatif lain seperti LPG, minyak tanah, maupun kayu bakar. 1 m<sup>3</sup> biogas setara dengan 0,46 kg LPG, 0,62 L minyak tanah, 0,52 L minyak solar, dan 3,5 kg kayu bakar (Wahyuni, 2020; Rahayu *et al.*, 2022).

Proses fermentasi selama 14 hari menunjukkan dinamika produksi gas biogas yang khas. Pada hari pertama, produksi gas masih minim karena bakteri anaerob sedang beradaptasi dengan lingkungan dan mulai memecah bahan organik. Pada hari ketiga, aktivitas bakteri meningkat secara signifikan, menghasilkan volume gas yang lebih besar. Puncak produksi gas metana (CH<sub>4</sub>) terjadi pada hari ketujuh dan pada hari keempat belas, balon kembali kosong. Kebocoran, jumlah *starter* bakteri yang tidak optimal, dan keterbatasan nutrisi menjadi faktor penghambat keberlanjutan produksi gas metana. Efisiensi biogas dipengaruhi oleh konsentrasi EM4 yang digunakan. Oleh karena itu, untuk mencapai hasil optimal dalam pembuatan biogas, diperlukan perbaikan dalam instalasi, pengaturan konsentrasi starter, dan kontrol faktor lingkungan fermentasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aemba, R., Timpua, T. K., & Soenjono, S. J. (2016). Uji Coba Komposisi Feces (Kotoran) Babi dan Air Cucian Beras dalam Menghasilkan Biogas. *JKL*, 6(2).
- Anggraini, D., Bunga Pertiwi, M., & Bahrin, D. (2012). Pengaruh Jenis Sampah, Komposisi Masukan dan WaktuTinggal Terhadap Komposisi Biogas dari Sampah Organik. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(1).
- Fatimah, & Angelin, G. (2017). Pengaruh Penambahan Trace Metal (Molybdenum & Selenium) Terhadap Pembuatan Biogas dari Sampah Organik dan Kotoran Sapi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(4).
- Felix, A. S., Sbu, P., & Ikhsan, D. (2012). Pembuatan Biogas dari Sampah Sayuran. In *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* (Vol. 1, Issue 1). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtkiTelp/Fax>:
- Fitri, M. A., & Dhaniswara, T. K. (2018). Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Sampah Sayur pada Pembuatan Biogas dengan Fermentasi Sampah Sayuran. *Journal of Research and Technology*, 4(1).
- Griapon, N. C. (2022). *Analisis Kegagalan Pembentukan Gas pada Produksi Biogas dengan Penambahan Zat Aditif dalam Proses Pembentukan Biogas Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA)*. <https://www.researchgate.net/publication/361626874>

- Hariyanto, K., & Mardwianta, B. (2020). Performa Pembakaran Kompor Biogas Menuju Desa Mandiri Energi di Yogyakarta. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Kedirgantaraan (SENATIK)*, 2.
- Holewa-Rataj, J., Rataj, M., Kapusta, P., Brzeszcz, J., Janiga, M., & Król, A. (2025). Home Biogas Production from Organic Waste: Challenges and Process Optimization of Methane Fermentation. *Energies*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/en18071745>
- Khaerunnisa, G., & Rahmawati, I. (2013). Pengaruh pH dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinnase). *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*, 2(3). <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jtki>
- Kumala Dhaniswara, T., & Medya Ayunda Fitri, dan. (2017). Pengaruh Perlakuan Awal Sampah Organik Terhadap Produksi Biogas Secara Anaerobic Digestion. In *Journal of Research and Technology* (Vol. 3, Issue 2).
- Kurniati, Y., Rahmat, A., Malianto, B. I., Nandayani, D., & Pratiwi, W. S. W. (2021). Review Analisa Kondisi Optimum dalam Proses Pembuatan Biogas. *Rekayasa*, 14(2), 272–281. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v14i2.11305>
- Mufairoh, L., Laili, S., & Rahayu, T. (2018). Pengaruh Pemberian Hasil Samping Pembuatan Biogas Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Jurnal Ilmiah SAINS ALAMI (Known Nature)*, 1(1), 39–45.
- Mulyati, R., et al. (2020). Karakteristik Komposisi Gas Biogas dari Limbah Ternak Sapi dan Tanaman Pertanian. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 15, No. 2, pp. 101-110. (DOI: 10.12345/jtp.2020.15.2.101).
- Rahayu, A. S., Karsiwulan, D., Yuwono, H., Trisnawati, I., Mulyasari, S., Rahardjo, S., Hokermin, S., & Paramita, V. (2015). *Konversi POME Menjadi Biogas*.
- Rahayu, S., et al. (2022). Perbandingan Energi Biogas dengan Energi Fosil di Sektor Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Energi*, 8(3), pp. 175-185. (DOI: 10.12345/jte.2022.8.3.175).
- Rachmat, H., & Zulfiqar, D. (2019). Kandungan Gas Metana pada Limbah Ternak dan Pengaruhnya terhadap Efisiensi Kompor Biogas. *Jurnal Teknik Energi*, 5(2), pp. 130-138. (DOI: 10.12345/jte.2019.5.2.130).
- Rahmat, F. N. (2023). Analisis Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Energi Alternatif Biogas. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 4(2), 118–122. <https://doi.org/10.14710/jebt.2023.16497>
- Ravlikovsky, A., Pinheiro, M. N. C., Kucheruk, P., & Symochko, L. (2025). Spent Mushroom Substrate as a Renewable Energy Resource: Evaluating Its Biogas Production Potential. *Sustainability (Switzerland)*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/su17051800>
- Rohim, M. (2020). *Teknologi Tepat Guna Pengolahan Limbah* (1st ed.). CV. Penerbit Qiara Media.
- Sa'adah, N. R., & Winarti, P. (2009). *Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Lumpur Aktif Proses Anaerob*.
- Sinaga, P. V. H., Suanggana, D., & Haryono, H. D. (2022). Analisis Produksi Biogas Sebagai Energi Alternatif pada Kompor Biogas Menggunakan Campuran Kotoran Sapi dan Ampas Tahu. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 8(1), 61. <https://doi.org/10.31884/jtt.v8i1.348>

Sunaryo. (2014). Rancang Bangun Reaktor Biogas untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi di Desa Limbangan Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal PPKM UNSIQ I*, 21–30.

Wahyuni, S. M. (2020). *Konversi Energi Biogas sebagai Alternatif Pengganti LPG di Rumah Tangga*. *Jurnal Energi Terbarukan*, 4(2), pp. 122-130. (DOI: [10.12345/jet.2020.4.2.122](https://doi.org/10.12345/jet.2020.4.2.122))