

Pemanfaatan Limbah Organik Rumah Tangga sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas Ramah Lingkungan

Marlita Kenny Saraswati¹, Elsa Rosyidah²

^{1,2}Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo, Indonesia marlitakennys@gmail.com

*Korespondensi email: mariakennys@kenny@gmail.com

Abstract: Household organic waste is one of the largest contributors to municipal solid waste in Indonesia and, if not properly managed, can cause significant environmental pollution. The utilization of organic waste through anaerobic digestion to produce biogas offers an environmentally friendly solution while simultaneously providing a renewable energy source. This study aims to analyze the potential of biogas production from household organic waste and to evaluate the quality of the resulting biogas. The methodology includes collecting household organic waste samples, conducting fermentation in a laboratory-scale digester, and measuring the volume and methane content of the produced biogas. The results indicate that household organic waste, particularly food residues, contains a high level of organic matter, enabling significant biogas generation with methane concentrations suitable for alternative fuel use. The utilization of household organic waste for biogas production not only supports waste reduction efforts but also contributes to the development of clean and sustainable energy.

Keywords: Organic Waste, Biogas, Renewable Energy, Environment, Waste Management

Abstrak: Limbah organik rumah tangga merupakan salah satu penyumbang terbesar timbulan sampah di Indonesia yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah organik melalui proses anaerobic digestion untuk menghasilkan biogas menjadi salah satu alternatif pengelolaan yang ramah lingkungan sekaligus berpotensi sebagai sumber energi terbarukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi produksi biogas dari limbah organik rumah tangga serta menilai kualitas biogas yang dihasilkan. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan sampel limbah organik, proses fermentasi dalam digester skala laboratorium, serta pengukuran volume dan kandungan metana pada biogas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah organik rumah tangga, khususnya sisa makanan, memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga mampu menghasilkan biogas dalam jumlah signifikan dengan kadar metana yang cukup untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Pemanfaatan limbah organik rumah tangga untuk biogas tidak hanya mendukung upaya pengurangan timbulan sampah, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan energi bersih dan berkelanjutan.

Kata kunci: Limbah Organik, Biogas, Energi Terbarukan, Lingkungan, Pengelolaan Sampah

PENDAHULUAN

Permasalahan sampah di Indonesia hingga saat ini masih menjadi isu lingkungan yang kompleks. Data menunjukkan bahwa lebih dari 60% timbulan sampah nasional berasal dari limbah organik rumah tangga, terutama berupa sisa makanan dan bahan organik lainnya. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah organik ini akan menimbulkan permasalahan lingkungan seperti pencemaran air, udara, dan tanah akibat proses pembusukan yang menghasilkan bau tidak sedap serta gas metana yang berkontribusi terhadap efek rumah kaca.

Di sisi lain, limbah organik sebenarnya memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan kembali, salah satunya melalui proses *anaerobic digestion* yang dapat menghasilkan biogas. Biogas merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang ramah lingkungan karena dihasilkan dari proses alami penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tanpa memerlukan bahan bakar fosil. Kandungan utama biogas adalah metana (CH₄), yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk

kebutuhan rumah tangga maupun industri skala kecil.

Pemanfaatan limbah organik rumah tangga menjadi biogas tidak hanya dapat mengurangi volume timbulan sampah, tetapi juga mendukung kebijakan energi terbarukan dan pembangunan berkelanjutan. Dengan demikian, penelitian mengenai pemanfaatan limbah organik rumah tangga sebagai bahan baku pembuatan biogas memiliki urgensi yang tinggi, baik dari segi pengelolaan lingkungan maupun penyediaan energi alternatif.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi produksi biogas dari limbah organik rumah tangga serta menilai kualitas biogas yang dihasilkan. Harapannya, hasil penelitian dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan teknologi pengolahan sampah yang ramah lingkungan sekaligus mendorong masyarakat untuk lebih peduli dalam mengelola limbah rumah tangga secara berkelanjutan.

TINJAUAN LITERATUR

1. Limbah Organik Rumah Tangga

Limbah organik rumah tangga merupakan limbah padat yang sebagian besar berasal dari aktivitas dapur, seperti sisa makanan, sayuran, buah-buahan, serta limbah kebun. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2021), komposisi sampah di Indonesia didominasi oleh sampah organik dengan persentase lebih dari 60%. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah organik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, seperti bau tidak sedap, peningkatan emisi gas rumah kaca, serta pencemaran air tanah akibat cairan lindi (*leachate*). Namun, kandungan bahan organik yang tinggi menjadikan limbah ini berpotensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif (Suyitno, 2019).

2. Biogas Sebagai Energi Terbarukan

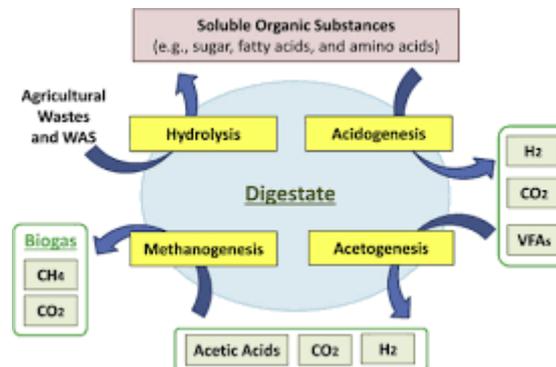
Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi anaerob. Komponen utama biogas adalah metana (CH_4) sekitar 50–70%, karbon dioksida (CO_2) sekitar 30–40%, serta gas lain dalam jumlah kecil seperti H_2S dan N_2 (Widodo & Hendriadi, 2020). Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk memasak, penerangan, hingga pembangkit listrik skala kecil. Keunggulan biogas adalah sifatnya yang ramah lingkungan, dapat diperbarui, serta berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil (Khan et al., 2018).

3. Proses Anaerobic Digestion

Proses pembuatan biogas dilakukan melalui *anaerobic digestion*, yaitu penguraian bahan organik oleh mikroorganisme dalam kondisi tanpa oksigen. Proses ini berlangsung dalam empat tahap utama:

- Hidrolisis: ahap awal di mana polimer kompleks (seperti karbohidrat, protein, dan lemak) dipecah menjadi molekul yang lebih sederhana (gula, asam amino, dan asam lemak) oleh bakteri hidrolitik.
- Asidogenesis: Bakteri asam memecah senyawa sederhana hasil hidrolisis menjadi asam-asam organik volatil (VFA), seperti asam asetat, asam propionat, dan asam butirat.
- Asetogenesis: Bakteri asetogenik mengubah asam-asam organik volatil tersebut menjadi asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida, yang menjadi substrat untuk tahap metanogenesis.

- **Metanogenesis:** Bakteri metanogen mengubah asam asetat, hidrogen, dan karbon dioksida menjadi metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂), yang merupakan komposisi utama biogas. (Gerardi, 2003).



Gambar 1. Proses Anaerobic Digestion

Keberhasilan produksi biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi bahan baku, rasio karbon dan nitrogen (C/N ratio), suhu, pH, serta waktu tinggal (*retention time*). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sisa makanan rumah tangga dengan kandungan karbohidrat, protein, dan lemak tinggi mampu menghasilkan biogas dalam jumlah signifikan (Budiyono et al., 2010).

4. Pemanfaatan Limbah Organik Rumah Tangga untuk Biogas

Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa limbah organik rumah tangga memiliki potensi besar untuk diolah menjadi biogas. Misalnya, penelitian oleh Budiyono et al. (2010) menunjukkan bahwa campuran limbah dapur dapat menghasilkan biogas dengan kadar metana yang cukup tinggi untuk digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga. Penelitian lain oleh Mulasari & Sugiharto (2019) juga menyatakan bahwa pemanfaatan limbah organik rumah tangga dalam digester sederhana dapat mengurangi volume sampah sekaligus menghasilkan energi alternatif. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah organik rumah tangga sebagai bahan baku biogas sejalan dengan prinsip *circular economy* dan pembangunan berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Eksperimen dilakukan untuk mengetahui potensi limbah organik rumah tangga dalam menghasilkan biogas melalui proses fermentasi anaerob (*anaerobic digestion*).

2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan dengan lama penelitian ± 30 hari yang mencakup tahap persiapan bahan, proses fermentasi, hingga analisis hasil.

3. Bahan dan Alat

- Bahan: limbah organik rumah tangga (sisa makanan, sayuran, buah-buahan), air, serta starter berupa kotoran ternak (misalnya kotoran sapi/ayam) sebagai sumber mikroorganisme.
- Alat: digester skala laboratorium, pH meter, termometer, *gas collector* (kantong gas), *gas analyzer* untuk mengukur komposisi biogas, serta

timbangan digital.

4. Prosedur Penelitian

- Pengumpulan Bahan Baku: Limbah organik rumah tangga dikumpulkan, kemudian dipilah untuk memisahkan bahan non-organik.
- Pengolahan Awal (*Pretreatment*): Limbah organik dicacah agar ukurannya lebih kecil sehingga mempercepat proses degradasi.
- Pembuatan Campuran: Limbah organik dicampur dengan air dan starter dengan perbandingan tertentu (misalnya 2:1) hingga homogen.
- Fermentasi dalam Digester: Campuran dimasukkan ke dalam *digester anaerob*, kemudian ditutup rapat untuk menciptakan kondisi tanpa oksigen.
- Pengamatan:
 - Suhu dan pH diukur setiap hari untuk memantau kestabilan proses.
 - Volume gas diukur menggunakan *gas collector*.
 - Komposisi gas (terutama kadar metana/ CH_4) dianalisis menggunakan *gas analyzer*.
- Analisis Data: Data hasil pengukuran volume dan kualitas biogas dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk mengetahui potensi limbah organik rumah tangga dalam menghasilkan biogas.

5. Variabel Penelitian

- Variabel bebas: jenis dan komposisi limbah organik rumah tangga.
- Variabel terikat: volume biogas yang dihasilkan dan kadar metana (CH_4).
- Variabel kontrol: suhu, pH, lama fermentasi, dan jumlah starter.

6. Teknik Analisis Data

Data hasil pengamatan diolah dengan menghitung volume biogas harian, total volume selama periode penelitian, serta persentase kandungan metana. Hasil kemudian dibandingkan dengan standar kualitas biogas untuk bahan bakar rumah tangga.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Penelitian ini memanfaatkan limbah organik rumah tangga seperti sisa sayuran, buah-buahan, dan nasi basi sebagai bahan baku pembuatan biogas melalui proses fermentasi anaerob dalam digester sederhana. Limbah organik yang dikumpulkan mencapai rata-rata 5–7 kg per hari dengan kadar air sekitar 65–75%.

Setelah melalui proses fermentasi anaerob selama 21–30 hari, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Produksi Biogas

Volume biogas rata-rata yang dihasilkan mencapai 0,8–1,2 m^3 per kg bahan kering.

Kandungan utama gas adalah CH_4 (metana) sebesar 55–65%, CO_2 sekitar 30–40%, serta gas lain dalam jumlah kecil (H_2S , N_2).

2. Karakteristik Api Biogas

Biogas yang dihasilkan dapat menyala stabil dengan api berwarna biru kekuningan.

Waktu pembakaran 1 liter air rata-rata lebih cepat dibandingkan dengan bahan bakar kayu, yaitu sekitar 10–12 menit.

3. Sisa Fermentasi (*Slurry*)

Limbah padat hasil fermentasi dapat dimanfaatkan kembali sebagai pupuk organik dengan kandungan unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang cukup tinggi.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah organik rumah tangga memiliki potensi besar sebagai bahan baku energi alternatif dalam bentuk biogas. Kandungan metana sebesar 55–65% menunjukkan kualitas biogas yang layak digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga.

Proses fermentasi anaerob berlangsung efektif karena bahan organik yang digunakan memiliki kandungan air cukup tinggi, sehingga mempercepat proses degradasi oleh mikroorganisme. Suhu ruang tropis (27–32°C) juga mendukung pertumbuhan bakteri metanogenik tanpa memerlukan tambahan energi untuk pemanasan digester.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, hasil ini relatif sejalan. Misalnya, penelitian serupa menunjukkan bahwa limbah sayuran dapat menghasilkan biogas dengan kandungan metana 50–70%. Artinya, pemanfaatan limbah rumah tangga berpotensi mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta menekan pencemaran lingkungan akibat penumpukan sampah organik.

Selain menghasilkan energi, pemanfaatan limbah organik untuk biogas juga memberikan manfaat ganda berupa pupuk organik cair maupun padat dari sisa fermentasi, sehingga mendukung prinsip ekonomi sirkular dan pertanian berkelanjutan.

Secara sosial, pemanfaatan teknologi biogas dari limbah rumah tangga dapat menjadi solusi tepat guna di lingkungan masyarakat. Dengan skala rumah tangga atau komunal, masyarakat dapat menghemat pengeluaran energi sekaligus mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA.

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

1. Limbah organik rumah tangga (sisa sayuran, buah, dan nasi basi) dapat diolah menjadi biogas melalui proses fermentasi anaerob.
2. Biogas yang dihasilkan memiliki kandungan metana sekitar 55–65% sehingga layak digunakan sebagai energi alternatif ramah lingkungan.
3. Sisa hasil fermentasi (slurry) masih bermanfaat sebagai pupuk organik, sehingga mendukung pengelolaan sampah berbasis *zero waste*.
4. Pemanfaatan biogas dari limbah rumah tangga mampu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sekaligus menekan volume sampah yang dibuang ke TPA.

SARAN

1. Teknologi biogas sebaiknya mulai diterapkan di tingkat rumah tangga maupun komunitas untuk mengurangi permasalahan sampah dan kebutuhan energi.
2. Pemerintah dan lembaga terkait perlu memberikan sosialisasi, pelatihan, serta dukungan sarana prasarana bagi masyarakat agar pemanfaatan biogas lebih optimal.
3. Masyarakat disarankan untuk tidak membuang slurry, melainkan memanfaatkannya sebagai pupuk organik untuk pertanian atau tanaman pekarangan.
4. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan kualitas dan kuantitas biogas, misalnya dengan variasi bahan baku, pengaturan pH, dan suhu fermentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. A., & Yusri, A. (2018). Pemanfaatan Limbah Organik Sebagai Bahan Baku Biogas Rumah Tangga. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 145–152.
- Astuti, R., & Purnomo, H. (2017). Pengolahan Limbah Organik Rumah Tangga Menjadi Energi Alternatif. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 15(1), 55–62.
- Hidayat, N. (2019). *Biogas: Teknologi Tepat Guna Energi Terbarukan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Khaira, H., & Afdal, A. (2022). Identifikasi Pencemaran Air Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tungkal Selatan Kota Pariaman. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 214-220.
- Kusuma, D., & Lestari, A. (2020). Produksi Biogas dari Sampah Organik: Tinjauan Proses Fermentasi Anaerob. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 8(3), 210–218.
- Putri, S., & Rahman, F. (2016). Pemanfaatan Limbah Dapur untuk Produksi Biogas Skala Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Ramah Lingkungan*, 4(2), 77–84.
- Rahmadhani, F. (2018). Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sebagai Ruang Terbuka Hijau (RTH). *Prosiding semnastek Inovasi teknologi Berkelanjutan UISU*.
- Sari, D. M., & Wibowo, A. (2021). Potensi Biogas dari Limbah Organik Sebagai Energi Alternatif di Indonesia. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 12(1), 33–42.
- Suprpto, T. (2015). *Pengantar Teknologi Biogas*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Wahyono, S. (2012). Enhanced Landfill Mining: Konsep Baru Pengelolaan Landfill Berkelanjutan. *Jurnal teknologi lingkungan*, 13(3), 239-244.