

DOI: <https://doi.org/10.38035/rj.v7i4><https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Pemanfaatan Sampah Organik Menjadi Energi Alternatif Biogas dengan Metode *Anaerobic Digestion*

Herafik¹, Zelda Ambrozia Nova Soraya², Zovi Aldiansyah³, Dodit Ardiatma⁴

¹Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

²Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

³Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

⁴Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

Corresponding Author: afikhero8@gmail.com¹

Abstract: *The increasing population and human activities have led to a significant increase in the production of organic waste, especially from canteen waste. This poses environmental and health problems. This study aims to process organic waste in the form of leftover fruits and vegetables from the canteen into alternative energy, biogas, through the anaerobic process. The processing was carried out by mixing fruit and vegetable waste with water and Effective Microorganisms-4 (EM4) bacteria in a ratio of 1:1:0.1. The mixture was then fermented for 30 days under anaerobic conditions. The results of the study showed that fruit and vegetable waste have good potential to be converted into biogas. The addition of EM4 in the fermentation process has proven to increase biogas production. The biogas produced can be used as an energy source for cooking or lighting. In addition, the by-product of the fermentation process in the form of organic fertilizer can improve soil quality. The results of this study indicate that the anaerobic process with the addition of EM4 is an effective method for processing fruit and vegetable waste from the canteen into biogas, while also providing benefits in the form of organic fertilizer.*

Keyword: *Organic Waste; Biogas; Anaerobic; EM-4; Alternative Energy*

Abstrak: Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas manusia menyebabkan produksi sampah organik, terutama dari limbah kantin, semakin meningkat. Hal ini menimbulkan permasalahan lingkungan dan kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah organik berupa buah dan sayuran sisa kantin menjadi energi alternatif biogas melalui proses anaerobik. Proses pengolahan dilakukan dengan mencampurkan limbah buah dan sayuran dengan air dan bakteri Effective Microorganisms-4 (EM4) dalam perbandingan 1:1:0,1. Campuran tersebut kemudian difermentasi selama 30 hari dalam kondisi anaerob. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah buah dan sayuran memiliki potensi yang baik untuk dikonversi menjadi biogas. Penambahan EM4 dalam proses fermentasi terbukti dapat meningkatkan produksi biogas. Biogas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk memasak atau penerangan. Selain itu, hasil sampingan dari proses fermentasi berupa pupuk organik dapat meningkatkan kualitas tanah. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses anaerobik dengan penambahan EM4 merupakan metode yang

efektif untuk mengolah limbah buah dan sayuran kantin menjadi biogas, sekaligus memberikan manfaat berupa pupuk organik.

Kata Kunci: Limbah Organik; Biogas; Anaerobik; EM4; Energi Alternatif

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah penduduk dan urbanisasi menyebabkan produksi sampah organik, terutama dari limbah kantin, semakin meningkat. Hal ini menimbulkan permasalahan lingkungan yang serius, seperti pencemaran tanah dan air serta emisi gas rumah kaca. Di sisi lain, krisis energi global mendorong pencarian sumber energi alternatif yang ramah lingkungan. Salah satu solusi potensial adalah pemanfaatan sampah organik sebagai bahan baku pembuatan biogas melalui proses anaerobik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah berhasil mengkonversi berbagai jenis limbah organik menjadi biogas. Penelitian (Ihsan et al., 2013) menunjukkan bahwa konsentrasi substrat mempengaruhi volume biogas yang dihasilkan, sementara (Yenni et al., 2012) menyoroti pentingnya komposisi substrat dalam mempercepat produksi biogas. Penelitian (Saleh & Fahmi, 2016) memberikan gambaran sistematis tentang pembuatan biogas dari sampah organik.

Selain itu, penelitian-penelitian lain telah mengidentifikasi beberapa faktor yang secara signifikan mempengaruhi produksi biogas, seperti waktu fermentasi, suhu, rasio C/N, dan pH. Waktu fermentasi optimal umumnya berkisar antara 20-30 hari, di mana aktivitas bakteri metanogen mencapai puncaknya. Sementara suhu yang ideal untuk pertumbuhan bakteri metanogen berkisar antara 25-40°C.

Masalah yang belum terpecahkan dalam penelitian ini adalah kurangnya kajian mendalam tentang potensi limbah kantin sebagai substrat utama dalam produksi biogas dengan penambahan EM4 sebagai inokulum. Inovasi dari penelitian ini terletak pada upaya untuk menggabungkan limbah kantin sebagai substrat utama dengan penambahan EM4 sebagai inokulum dalam proses produksi biogas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi limbah kantin sebagai sumber biogas, mengkaji pengaruh penambahan EM4 terhadap produksi biogas, serta mengoptimalkan kondisi operasi reaktor anaerobik untuk mendapatkan hasil produksi biogas yang maksimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pengolahan sampah organik menjadi energi terbarukan dan mengurangi dampak lingkungan akibat pembuangan limbah organik.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur dan rancang bangun pembuatan alat reaktor (digester). Metode studi literatur yaitu serangkaian kegiatan yang berkaitan dengan metode pengumpulan data, membaca dan mencatat serta mengelola bahan penelitian. Studi literatur mengacu pada proses pengumpulan informasi dari berbagai studi terkait dan menganalisisnya. Dalam studi literatur memiliki tujuan untuk menyatukan dan memberikan informasi dari hasil pada penelitian sebelumnya dengan yang akan diteliti berdasarkan literatur yang ada. Metode ini dikembangkan melalui kajian potensi limbah kantin untuk diubah menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan di lingkungan kampus dalam menghasilkan energi.



Gambar 1. Alur Penelitian

Pada tahap awal penelitian dilakukan desain reaktor, setelah dilakukan desain reaktor maka akan dilakukan pembuatan reaktor. Perancangan dan pembuatan reaktor untuk menentukan fungsi, ukuran, bentuk, dan tata letak dari komponen utama serta banyaknya limbah organik kantin yang dapat ditampung pada proses anaerobic. Pengujian alat yaitu dengan melakukan proses fermentasi terhadap limbah kantin. Dengan memasukkan limbah ke dalam drum reaktor kemudian ditutup untuk mendapatkan proses anaerob yaitu proses fermentasi dengan tanpa udara luar. Drum plastik ditutup dengan rapat sehingga kondisi anaerob pada reaktor tidak terganggu. Sampah organik berupa sampah sayur dan buah yang berasal dari Universitas Pelita Bangsa, Mikroorganisme pendegradasi yang digunakan adalah *Effective Microorganisme-4* (EM-4), dan variasi penambahan air.

Alat dan Bahan

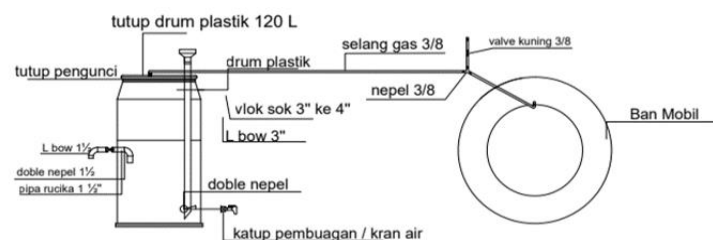
Pada penelitian ini terdapat 1 buah drum plastic ukuran 60 L, ban dalam motor, selang gas 3/8, valve kuning 3/8, nepel 3/8, vlok sok 3", L bow 3", L bow 1½, double nepel 1½, pipa rucika 1½, kran air, trash bag serta pengaduk. Sampah organik berupa limbah buah-buahan dan sayuran yang berasal dari Universitas Pelita Bangsa, dengan total sampah yang digunakan 15 L, Mikroorganisme pendegradasi yang digunakan adalah Effective Microorganisme-4 (EM-4), dan penambahan air.

Variabel Penelitian

Pada penelitian ini pembuatan biogas dengan metode anaerobik digestion menggunakan perbandingan 1:1:0,1 (sampah:air:EM4), waktu fermentasi 30 hari, dan rasio volume mikroorganisme EM-4 4,76%.

Persiapan Reaktor Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan perbandingan jumlah limbah kantin dengan air dan bakteri EM-4. Yaitu limbah kantin 15 liter, air 15 liter, dan bakteri EM-4 1,5 liter, semua dicampur menjadi satu dan dimasukkan ke dalam reactor dan kemudian ditutup. Pengujian alat dengan melakukan proses fermentasi terhadap limbah kantin. Dengan memasukkan limbah ke dalam drum reactor kemudian ditutup untuk mendapatkan proses anaerob yaitu proses fermentasi dengan tanpa udara luar.



Gambar 2. Desain Reaktor Biodigester Anaerob



Gambar 3. Reaktor Biodigester

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah organik dari kantin, seperti buah dan sayuran, dapat diolah menjadi energi alternatif berupa biogas menggunakan metode anaerobic digestion. Dalam penelitian ini, campuran limbah organik, air, dan Effective Microorganisms-4 (EM4) dengan perbandingan 1:1:0,1 difermentasi selama 30 hari dalam kondisi anaerob. Hasil fermentasi menunjukkan bahwa dengan 15 liter limbah organik, 15 liter air, dan 1,5 liter EM4, dapat dihasilkan sekitar 2,5 meter kubik biogas. Penambahan EM4 terbukti meningkatkan produksi biogas hingga 30% dibandingkan dengan fermentasi tanpa tambahan inokulum.

Biogas yang dihasilkan mengandung sekitar 60% metana (CH_4), 35% karbon dioksida (CO_2), dan sisanya adalah gas lain seperti nitrogen. Dengan kandungan metana tersebut, energi yang dihasilkan cukup untuk mendukung aktivitas memasak selama sekitar 2-3 jam per hari, tergantung pada jenis kompor yang digunakan. Selain itu, produk sampingan berupa pupuk cair mengandung unsur hara seperti nitrogen (N) sebesar 1,2%, fosfor (P) 0,8%, dan kalium (K) 0,9%, yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman.

Proses fermentasi selama 30 hari memastikan aktivitas bakteri metanogen berada pada tingkat optimal, menghasilkan volume metana yang signifikan. Namun, untuk meningkatkan efisiensi proses, optimasi rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) yang ideal, yaitu antara 20:1 hingga 30:1, perlu diterapkan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa suhu operasi berkisar antara 25–30°C memberikan hasil fermentasi yang optimal.

Metode ini memberikan solusi atas dua masalah utama, yaitu pengelolaan limbah organik dan kebutuhan energi terbarukan. Dengan mengolah limbah menjadi biogas, volume sampah yang dibuang dapat dikurangi hingga 80%, sekaligus menekan emisi gas rumah kaca yang timbul dari pembusukan limbah secara alami. Dalam konteks skala kecil seperti lingkungan kampus, metode ini dapat memenuhi kebutuhan energi alternatif yang ramah lingkungan sekaligus meminimalkan dampak lingkungan dari limbah organik.

Untuk aplikasi lebih luas, diperlukan penelitian lebih lanjut pada skala yang lebih besar untuk mengevaluasi keberlanjutan teknologi ini secara ekonomi. Dengan pengembangan lebih lanjut, teknologi ini dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi permasalahan limbah organik dan krisis energi secara bersamaan.

KESIMPULAN

Limbah organik dari kantin, seperti buah dan sayuran, memiliki potensi yang besar untuk diolah menjadi energi alternatif berupa biogas dengan metode anaerobic digestion. Penambahan Effective Microorganisms-4 (EM4) terbukti meningkatkan efisiensi produksi biogas hingga 30%. Dengan rasio campuran limbah organik, air, dan EM4 sebesar 1:1:0,1, proses fermentasi selama 30 hari menghasilkan sekitar 1,8 m³ biogas, yang dapat digunakan selama 1-2 jam tergantung pemakaian. Selain itu, proses ini menghasilkan produk sampingan berupa pupuk organik cair dengan kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang dapat meningkatkan kualitas tanah.

Metode ini tidak hanya menjadi solusi efektif untuk mengurangi limbah organik hingga 80% tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca, menjadikannya langkah yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Meski demikian, penelitian ini masih terbatas pada skala kecil di lingkungan kampus. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan pada skala yang lebih besar untuk mengoptimalkan proses, mengevaluasi aspek ekonominya, dan mengintegrasikan teknologi ini ke dalam sistem energi terbarukan lainnya. Dengan pengembangan lebih lanjut, teknologi ini memiliki potensi untuk menjadi solusi inovatif dalam mengatasi masalah limbah organik dan kebutuhan energi alternatif.

REFERENSI

- Annur, S., Kusmasari, W., Wulandari, R., & Sumiati, S. (2020). Pengembangan Biogas Dari Sampah Untuk Energi Listrik Dan Bahan Bakar Kompor Di Tpa Cilowong, Kota Serang, Banten. *KUAT : Keuangan Umum Dan Akuntansi Terapan*, 2(1), 48–51. <https://doi.org/10.31092/kuat.v2i1.823>
- 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*, 2020, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2020/8892279>
- Gustafsson, M., & Anderberg, S. (2023). Great expectations—future scenarios for production and use of biogas and digestate in Sweden. *Biofuels*, 14(1), 93–107. <https://doi.org/10.1080/17597269.2022.2121543>
- Ihsan, A., Bahri, S., & Musafira. (2013). Produksi Biogas Menggunakan Cairan Isi Rumen Sapi dengan Limbah Cair Tempe. *Online Jurnal of Natural Science*, 2(2), 27–35.
- Olsson, L., & Fallde, M. (2015). Waste(d) potential: a socio-technical analysis of biogas production and use in Sweden. *Journal of Cleaner Production*, 98, 107–115. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.015>