

Prospek dan Potensi Biogas sebagai Energi Alternatif Menghadapi Krisis Energi

Prospects and Potential of Biogas as Alternative Energy Facing the Energy Crisis

Yuli Ermawati^{1*}, Eriyana Yulistia^{2*}, Pademi Alamsyah^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil Universitas Baturaja

^{2,3}Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Baturaja

***Correspondent Author : erianayulistia@unbara.ac.id, yulielektro.ubr@gmail.com, pademialamsyah@unbara.ac.id**

ABSTRACT

Energy plays an important role in almost all human activities and cannot be released in human life. Excessive utilization of non-renewable energy can create energy crisis problems. Biogas is a gas resulting from the fermentation process of organic materials. These organic materials, for example, manure, agricultural waste, kitchen waste, and Biogas organic waste are produced by bacteria from organic matter in vacuum (anaerobic) conditions. Biogas consists of methane (CH₄) 50 – 70%, carbon dioxide (CO₂) 30 – 40%, and other gases with a small percentage. At the end of the fermentation process, biogas is produced which can be used as fuel and power generation, heat that can be reused, and the remaining decomposition of raw materials for making biogas can be used as fertilizer for use in agricultural land and plantations. The potential for biogas development in Indonesia is still quite large, considering the large number of farms in Indonesia and the large amount of household waste that can be used as raw material for making biogas. The use of organic waste into biogas plays an important role in waste management because it reduces direct generation and reduces the greenhouse effect indirectly because compare to carbondioxide, methane contribute more in increasing the green house effect.

Keywords : Biogas, Energy, Electricity, Powerplant

ABSTRAK

Peranan penting energi dalam hampir semua aspek kehidupan manusia tidak diragukan lagi. Keterbatasan persediaan sumber energi telah menjadi kecemasan tersendiri bagi umat manusia, sehingga mulailah dilakukan pencarian sumber-sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan energi yang kian meningkat. Biogas merupakan gas hasil proses fermentasi bahan-bahan organik. Bahan organik tersebut contohnya kotoran hewan ternak, limbah pertanian, sisa dapur, dan sampah organik Biogas diproduksi oleh bakteri dari bahan organik di dalam kondisi hampa udara (anaerobik). Biogas terdiri dari metana (CH₄) 50 – 70%, karbondioksida (CO₂) 30 – 40%, dan gas-gas lain dengan persentase yang kecil. Pada akhir proses fermentasi tersebut dihasilkan biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar dan pembangkit listrik, panas yang dapat dimanfaatkan kembali, dan sisa penguraian bahan baku pembuatan biogas dapat

dijadikan pupuk untuk digunakan pada lahan pertanian dan perkebunan. Potensi pengembangan biogas di Indonesia masih cukup besar, mengingat cukup banyaknya peternakan yang ada di Indonesia dan besarnya timbulan sampah rumah tangga yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biogas. Pemanfaatan limbah organik menjadi biogas memegang peranan penting dalam manajemen limbah karena mengurangi timbulan secara langsung dan mengurangi efek rumah kaca secara tidak langsung karena metana merupakan gas rumah kaca yang lebih berbahaya dari karbondioksida.

kata Kunci : Biogas, Energi, Listrik, Pembangkit Listrik

PENDAHULUAN

Energi memiliki berperan yang sangat penting dalam hampir seluruh aktivitas manusia dan tidak dapat dilepaskan dalam kehidupan manusia. Energi adalah unsur penunjang aktivitas dan usaha produktif dalam menghasilkan barang dan jasa. Sumber energi dapat berasal dari energi fosil dan non fosil seperti energi matahari, air, angin atau energi dari sumber daya hayati (bioenergi). Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan, telah menimbulkan masalah krisis energi dan membawa dampak buruk bagi bumi. Persediaan minyak bumi di dunia juga makin lama makin menipis dan harganya makin melonjak. Salah satu gejala krisis energi saat ini adalah kelangkaan bahan bakar minyak akibat terjadinya peningkatan kebutuhan setiap tahunnya. Untuk itu, sumber energi selain energi fosil mutlak diperlukan, salah satunya adalah bioenergi.

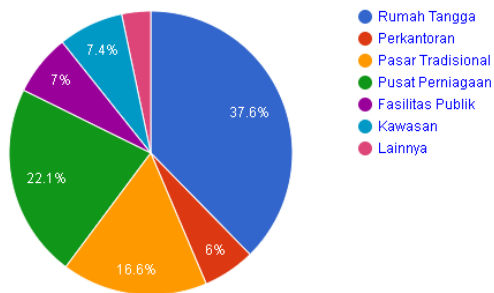
Bionergi merupakan sumber energi yang bersifat renewable atau dapat diperbaharui karena berasal dari sumber daya hayati seperti tumbuh-tumbuhan, limbah peternakan dan pertanian. Bentuk-bentuk bioenergi antara lain bentuk gas (*biogas*), bentuk cair (*biofuel*), atau bentuk padat (*biomass*). Energi-energi ini selanjutnya dapat dikonversi sehingga berubah menjadi panas (kalor), gerak (mekanik), dan listrik untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan energi. akan dan kebutuhan dari pengguna. Keberagaman dan kekayaan sumber daya

hayati yang ada di Indonesia, sudah seharusnya pemanfaatan bioenergi menjadi pilhan yang sangat tepat dalam rangka optimalisasi energi terbarukan, ramah lingkungan dan murah.

Salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber daya alam hayati adalah biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi anaerob. Bahan baku pembuatan biogas adalah limbah organik, dimana limbah organik ini dapat berupa limbah padat maupun limbah cair. Bahan organik tersebut contohnya kotoran hewan ternak, limbah pertanian, sisa dapur, dan sampah organik (Dewilda dkk, 2019). Kotoran ternak yang paling umum digunakan adalah feses dan urine sapi (Ulva dkk, 2022). Limbah industri yang biasa digunakan untuk bahan pembuat biogas antara lain limbah cair industri tapioka, industri nata de coco, industri kecap, dan industri tahu (Saepudin dkk, 2012). Limbah lain yang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku pembuatan biogas adalah limbah dari pabrik kelapa sawit, yang mengolah Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit menjadi Crude Palm Oil (CPO). Dalam proses pengolahannya, PKS menghasilkan limbah biomassa dengan jumlah yang cukup besar dalam bentuk limbah organik berupa tandan kosong kelapa sawit (Tankos), cangkang dan sabut, serta limbah cair (palm oil mill effluent/POME) (Astamura dkk, 2018).

Dikutip dari laman SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2022), timbulan sampah mencapai 17.834.071 ton/tahun dengan penyumbang sampah terbesar adalah dari sektor rumah tangga. Adapun persentase jumlah sampah yang telah ditangani mencapai 49,73% atau baru sekitar 8.869.287 ton/tahun.

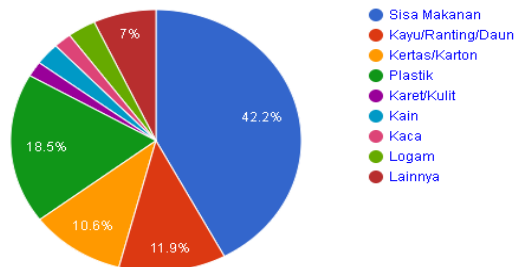
Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber Sampah



Sumber : SIPSN (2023)

Gambar 1. Komposisi Sampah Berdasarkan Sumber

Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis Sampah



Sumber : SIPSN (2023)

Gambar 2 : Komposisi Sampah Berdasarkan Jenis

Hal ini menunjukkan bahwa prospek limbah organik yang berasal dari rumah tangga memiliki peluang besar untuk dapat diolah menjadi sumber energi biogas selain dari limbah kotoran ternak. Untuk limbah dari peternakan juga tersedia lebih dari cukup pasokan sumber daya untuk diubah menjadi biogas. Populasi sapi, kerbau dan kuda, pada tahun 2021 mencapai 11 juta ekor sapi, 3 juta ekor kerbau dan 500 ribu ekor kuda.

Namun sampai saat ini pemanfaatan limbah-limbah organik ini sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk biogas ataupun bioarang sangat kurang. Padahal biogas merupakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan, dapat dibakar seperti gas elpiji (LPG) dan dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak generator sehingga menghasilkan listrik.

BIOGAS SEBAGAI SUMBER ENERGI

Biogas merupakan campuran dari beberapa gas dan tergolong bahan bakar gas yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerob. Gas yang dominan dalam biogas adalah gas metana (CH₄) dalam kadar 50 - 70% dan gas karbondioksida (CO₂) dalam kadar 30 - 40%, hidrogen sulfida (H₂S 0% - 3%), air (H₂O 0,3%), oksigen (O₂ 0,1%-0,5%), hidrogen (H 1%-5%) dan beberapa gas-gas yang lain dalam jumlah yang kecil. Biogas memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, yaitu kisaran 4800 – 6700 Kkal/m³, untuk gas metana murni (100%) mempunyai nilai kalor yang dihasilkan dapat mencapai 8900 Kkal/m³ (Ulva dkk, 2022). Berikut komposisi gas dalam biogas.

Tabel 1. Komposisi Biogas

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 ³)	4800 - 6700

Sumber: Harun dkk (2019)

Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBG) adalah pembangkit listrik yang menghasilkan energi listrik yang berasal dari biogas. Sebagai pembangkit tenaga

listrik, energi yang dihasilkan oleh biogas setara dengan 60 – 100 watt lampu selama 6 jam penerangan. Berikut kesetaraan biogas dibandingkan dengan bahan bakar lain.

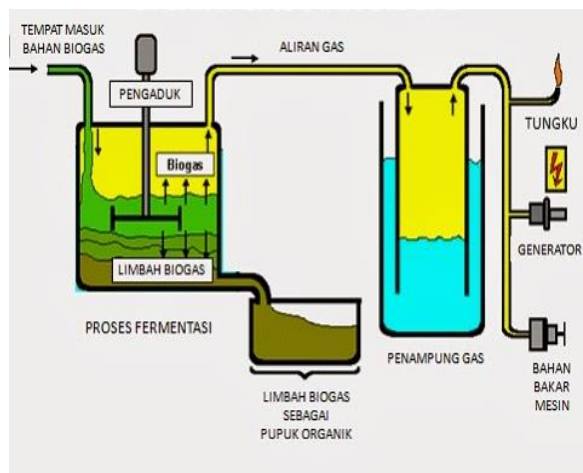
Tabel 2. Nilai kesetaraan biogas dan energi yang dihasilkan

Aplikasi	1m ³ Biogas setara dengan
1 m ³ biogas	Elpiji 0,46 kg
	Minyak tanah 0,62 liter
	Minyak solar 0, 52 liter
	Kayu bakar 3,50 kg

Sumber : Harun dkk (2019)

Biogas dapat digunakan sebagai bahan bakar dan sebagai sumber energi alternatif untuk penggerak generator pembangkit tenaga listrik serta menghasilkan energi panas. Pembakaran 1 kaki kubik (0,02 meter kubik) biogas menghasilkan energi panas sebesar 10 Btu (2,25 Kkal) yang setara dengan 6 kWh/m³ energi listrik atau 0,61 L bensin, 0,58 L minyak tanah, 0,55 L diesel, 0,45 L LPG (Natural Gas), 1,50 kg kayu bakar, 0,79 L bioethanol.

Sistem PLTBiogas secara umum terdiri dari feedstock, digester anaerob, biogas conditioning (untuk memurnikan kandungan metan dalam biogas), dan generator.



Sumber : LIPI.go.id

Gambar 3. Skema Pembentukan Biogas

Sumber Pasokan Limbah Organik (Feedstock)

Sumber pasokan limbah organik adalah tempat asal bahan organik seperti peternakan, tempat sampah atau tempat proses akhir dari proses pengolahan bahan hasil pertanian. Di dalam feedstock terdapat juga tangki pemasukan bahan organik (inlet feed substrate/feedstock) merupakan wadah penampungan yang terhubung ke digester melalui saluran dengan kemiringan tertentu. Di dalam feedstock juga bisa terdapat proses pengecilan dimensi limbah organik dengan peralatan crusher (pencacah), proses pencampuran (mixing) dan pengenceran untuk mempermudah penyaluran ke tangki digester.

Tangki Pencernaan (Digester)

Digester merupakan tempat reaksi fermentasi anaerob limbah organik menjadi biogas. Berdasarkan bentuk tangki digesternya, secara umum dikenal 3 (tiga) tipe utama reaktor biogas yakni tipe balon (balloon type), tipe kubah tetap (fixed-dome type) dan tipe kubah penutup mengambang (floatingdrum type).

Tangki Penampung Gas (Biogas Tank)

Tangki penyimpanan biogas adalah tangki yang digunakan untuk menyimpan dan menyalurkan biogas hasil produksi dari biogas digester. Tangki ini bisa terbuat dari plastik, semen atau baja stainless steell tahan karat yang dilapisi epoxy dan dilengkapi regulator pengukur tekanan gas. Untuk reaktor biogas skala kecil, penampung biogas (Gas Holder) berada di bagian atas digester biogas dan pada digester model floating drum plant. Volume biogas yang dihasilkan mendorong tutup atas digester dan menjadi indikator bahwa tahap metanogenesis sudah mulai terjadi.

Generator Pembangkit Tenaga Listrik

Generator berfungsi membakar gas atau bahan bakar cair untuk menciptakan

rotasi kecepatan tinggi untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik. Pemilihan teknologi pembangkit dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan produksi biogas yang dihasilkan.

Konversi Energi Biogas untuk Ketenagalistrikan

Sorensen (2007) menyatakan bahwa 1 kg gas metana setara dengan $6,13 \times 10^7$ J, sedangkan 1 kWh setara dengan $3,6 \times 10^7$ Joule. Untuk massa jenis gas metana $0,656 \text{ kg/m}^3$ sehingga 1 m^3 gas metane menghasilkan energi listrik sebesar 11,17 kWh.

Tabel. 3. Konversi Energi Gas Metan menjadi Energi Listrik

Jenis Energi	Setara
1. 1 kg Gas Metana	$6,13 \times 10^7 \text{ J}$
2. 1 kWh	$3,6 \times 10^6 \text{ J}$
3. 1 m^3 Gas Metana Massa Jenis Gas Metan adalah $0,656 \text{ Kg/m}^3$	$4,0213 \times 10^7 \text{ J}$
4. 1 m^3 Gas Metana	11,17 kWh

Sumber : Sorensen (2007)

Biogas merupakan gas yang bersifat mudah terbakar, terlebih jika kandungan metana didalamnya mencapai lebih dari 50 %. Potensi produksi gas dari suatu jenis bahan sesungguhnya cukup tinggi jika kadar bahan organiknya juga tinggi dan tingkat rasio C/N 20 : 1 sampai 40 : 1. Dari hasil studi literatur yang dilakukan, didapatkan bahwa limbah industri tahu mampu menghasilkan biogas dengan nilai $0,2497 \text{ Kkal/kg}$ kedelai yang diolah. 1 Nm^3 biogas yang dihasilkan dari limbah cair sawit mampu menghasilkan 2 kWh energi listrik, sedangkan 1 kubik biogas jerami padi mampu menghasilkan kalor sebesar 590-700 kkal atau setara dengan 1,25 – 1,50 kWh. Nilai kalor biogas yang dihasilkan dari 1 kg kotoran sapi adalah 282,98 J atau setara dengan daya listrik sebesar 556,521

watt, 1 kg kotoran kuda menghasilkan biogas yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 732,425 watt dan 1 kg kotoran kerbau menghasilkan biogas yang mampu menghasilkan daya listrik sebesar 539,739 watt. Untuk limbah organik rumah makan, dari 1 kg limbah rumah makan diperoleh $0,17 \text{ m}^3$ biogas yang setara dengan 1,9 kWh.

KESIMPULAN

Pembangkit Listrik Tenaga Biogas sangat bermanfaat dalam hal membersihkan lingkungan, misalnya saja sampah-sampah hasil rumah tangga yang sering dibuang ke tempat pembuangan sampah akhir. Pembangkit Listrik Tenaga Biogas juga sangat bermanfaat bagi pencegahan global warming karena metana yang dihasilkan dari fermentasi sampah, bila tidak dimanfaatkan akan menyebabkan menumpuknya gas metana di atmosfer yang dapat menyebabkan efek rumah kaca. Dengan adanya pembangkit listrik tenaga biogas, metana yang bersifat mudah terbakar bisa dimanfaatkan untuk memutar turbin dan menghasilkan listrik, bisa juga digunakan untuk keperluan memasak dan bahan bakar kendaraan (BBG). Di samping itu, dari proses produksi biogas akan dihasilkan sisa kotoran ternak yang dapat langsung dipergunakan sebagai pupuk organik pada tanaman / budidaya pertanian.

Potensi pengembangan biogas di Indonesia masih cukup besar jika dilihat dari angka ketersediaan bahan baku pembuat biogas, akan tetapi implementasinya lah yang harus ditingkatkan lagi. Tidak cukup hanya dengan upaya dari pemerintah akan tetapi juga diperlukan dukungan dari semua lapisan terutama anggota masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Arifin, M., Saepudin, A., & Santosa, A. (2012). Kajian Biogas Sebagai Sumber

- Pembangkit Tenaga Listrik di Pesantren Saung Balong Al-Barokah, Majalengka, Jawa Barat. *Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology*, 2 (2), 73-78.
- Astamura, R.P., Sunanda, W., & Kurniawan, R. (2018). Kajian Teknis dan Keekonomian Pembangkit Listrik Tenaga Biogas dari Limbah Cair Sawit (Studi Kasus di PLT Biogas Bangka). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat. Universitas Bangka Belitung*.
- Dewilda, Y., Aziz, R., & Fauzi, M. (2019). Kajian Potensi Daur Ulang Sampah Makanan Restoran di Kota Padang. *Serambi Engineering*, IV(2), 482-487.
- Djarwanti., Sartamtomo., & Sukani. (2012). Pemanfaatan Energi Hasil Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 3(2), 66-70.
- Feroskhan, M., & Ismail, S. (2017). A Review on the Purification and Use of Biogas in Compression Ignition Engines. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 14 (3), 4383-4400. DOI: <https://doi.org/10.15282/ijame.14.3.2017.1.0348>
- Harun, S.F1., & Sokku, S. Ronge. (2019). Analisis Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga sebagai Sumber Energi Alternatif. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL LP2M UNM*. 551-557.
- Rezeki, S., Ivontianti, W.D., & Sitorus, K.A. (2019). Studi Potensi Konversi Sampah Organik Rumah Makan Menjadi Biogas di Kota Pontianak. *Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Energi Nuklir*. 483-489.
- Setiarto, R.H.B. (2013). Prospek dan Potensi Pemanfaatan Lignoselulosa Jerami Padi Menjadi Kompos, Silase dan Biogas Melalui Fermentasi Mikroba. *Jurnal Selulosa*, 3 (2), 51 – 68.
- Sorensen, B. (2007). *Renewable Energy Conversion, Transmission and Storage*. Elsevier/Academic Press.
- Sutanto, R., Alit, I.B., & Rezeki, G. (2016). Pengaruh Absorpsi Gas CO₂ dan H₂S dalam Biogas Menggunakan Pasta Batu Apung terhadap Peningkatan Unjuk Kerja Motor Bakar. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 6 (1), 31-38.
- Ulva, S.M., Damayanti, P., & Syukur, M. S. (2022). Analisis Nilai Kalor Berbahan Bakar Biogas dengan Memanfaatkan Kotoran Sapi Kalor Berbasis Etnosains. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 10 (1), 64-69.