

**ESTIMASI POTENSI BIOGAS DARI LIMBAH PETERNAKAN RUMINANSIA DAN
KONVERSINYA TERHADAP LPG DAN ENERGI LISTRIK DI KABUPATEN CIREBON**

*Estimation of Biogas Potential from Ruminant Livestock Waste and Its Conversion to LPG and
Electricity in Cirebon Regency*

Ahmad Nasihin

Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa
Tengah, Indonesia

*Corresponding Author: nasihinahmad214@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan urbanisasi dan pertumbuhan penduduk sebesar 1,2% pada tahun 2020-2023 di Kabupaten Cirebon menghadirkan sebuah tantangan baru dalam pemenuhan kebutuhan energi dan mengatasi permasalahan lingkungan. Limbah peternakan ruminansia memiliki potensi besar sebagai bahan baku energi terbarukan, khususnya sebagai energi biogas. Penelitian dilakukan guna mengidentifikasi potensi biogas yang dapat dihasilkan dari limbah peternakan ruminansia di Kabupaten Cirebon dan equivalensinya terhadap LPG dan energi listrik. Penelitian menggunakan data sekunder dari laporan BPS Kabupaten Cirebon dan dianalisis menggunakan metode perhitungan dengan mengacu pada parameter teknis potensi biogas. Variabel yang diteliti meliputi populasi ternak ruminansia, jumlah kotoran yang dihasilkan, potensi biogas harian, serta equivalensinya terhadap LPG dan energi listrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 337.738 ekor ternak ruminansia mampu menghasilkan kotoran 669.919 kg/hari, dengan potensi biogas sebesar 17.355 m³/hari. Potensi tersebut setara dengan 7.983 kg LPG, yang apabila dimanfaatkan dapat menghemat Rp53,22 juta/hari untuk biaya penggunaan LPG. Apabila dimanfaatkan sebagai energi listrik, biogas tersebut dapat menghasilkan 81.569 kWh/hari energi listrik. Penelitian ini menggambarkan bahwa limbah peternakan ruminansia memiliki potensi besar untuk dapat mengurangi emisi gas rumah kaca, mendukung transisi energi secara berkelanjutan, dan mampu memberikan manfaat ekonomis.

Kata kunci : Biogas, Energi Terbarukan, Limbah Peternakan, Kabupaten Cirebon, Emisi Gas Rumah Kaca

ABSTRACT

The increase in urbanization and population growth by 1.2% during 2020–2023 in Cirebon Regency presents new challenges in meeting energy demands and addressing environmental issues. Ruminant livestock waste has significant potential as a renewable energy resource, particularly for biogas production. This study was conducted to identify the biogas potential derived from ruminant livestock waste in Cirebon Regency and its equivalence to LPG and electrical energy. The research utilized secondary data from the BPS Cirebon Regency report and was analyzed using calculation methods based on technical parameters of biogas potential. The variables examined included the population of ruminant livestock, the amount of manure produced, daily biogas potential, and its equivalence to LPG and electrical energy. The results indicate that 337,738 ruminant livestock produce approximately 669,919 kg of manure per day, with a biogas potential of 17,355 m³/day. This potential is equivalent to 7,983 kg of LPG, which, if utilized, could result in cost savings of approximately IDR 53.22 million per day in LPG expenses. When converted into electrical energy, the biogas could generate 81,569 kWh per day. This study demonstrates that ruminant livestock waste has substantial potential to reduce greenhouse gas emissions, support a sustainable energy transition, and provide economic benefits.

Keywords: Biogas, Renewable Energy, Livestock Waste, Cirebon Regency, Greenhouse Gas Emissions

PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah di Indonesia yang semakin pesat mengakibatkan berbagai perubahan signifikan telah terjadi dalam setiap aspek seperti sosial, ekonomi, dan lingkungan. Salah satu perubahan yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat adalah urbanisasi

dan pertumbuhan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan. Hal tersebut mempengaruhi aspek pertumbuhan ekonomi yang sekaligus dapat menyebabkan terjadinya lonjakan kebutuhan energi (Muzayanah *et al.*, 2022). Di Kabupaten Cirebon, laju pertumbuhan penduduk dalam rentang tahun 2020-2023 mencapai 1,2% (BPS Kabupaten Cirebon, 2024), yang tentunya

menyebabkan peningkatan terhadap kebutuhan energi. Peningkatan konsumsi energi mempunyai pengaruh terhadap keberlanjutan lingkungan. Lismiyah *et al.* (2024) dalam penelitiannya melaporkan bahwa konsumsi energi terutama bahan bakar yang berasal dari fosil pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca.

Emisi gas rumah kaca tidak hanya berasal dari penggunaan energi, tetapi juga dari sektor peternakan. Sektor peternakan telah diidentifikasi memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan pemanasan global dan perubahan iklim baru-baru ini. Setiap aspek dalam proses produksi ternak, terutama ruminansia dapat menyebabkan emisi gas rumah kaca, seperti CO₂ dan CH₄ yang memiliki dampak, baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan (Adeyemi & Akinfala, 2021; Thumba *et al.*, 2021). Menurut Króliczewska *et al.* (2023), gas metan mempunyai potensi menyebabkan pemanasan global 28 kali lebih besar dibandingkan dengan karbondioksida. Sekitar 15% dari seluruh emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas manusia berasal dari sektor peternakan. Oleh karena ini, upaya untuk mengurangi emisi gas metan dari ternak ruminansia menjadi langkah penting dalam meminimalisir dampak jangka panjang emisi gas rumah kaca terhadap lingkungan.

Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui penerapan penggunaan energi terbarukan seperti biogas sebagai sumber energi alternatif yang lebih ramah terhadap lingkungan. Biogas merupakan gas yang dapat dihasilkan melalui proses fermentasi anaerob dari bahan-bahan organik. Biogas mengandung metana, karbondioksida, dan uap air yang dapat dimanfaatkan secara langsung atau diolah lebih lanjut untuk berbagai keperluan (Kapoor *et al.*, 2020). Biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar, generator listrik, dan pengganti gas LPG (Wijayanggo *et al.*, 2023). Studi yang dilakukan oleh Kusmiyati *et al.* (2023) menunjukkan bahwa penerapan instalasi biogas dapat memberikan manfaat yang signifikan terhadap pengurangan emisi karbon, menghemat biaya rumah tangga, meningkatkan pendapatan regional, mengurangi penggunaan pupuk urea, mampu menyediakan energi listrik alternatif, sekaligus menghemat anggaran negara untuk subsidi LPG dan pupuk.

Biogas telah banyak diterapkan di berbagai wilayah Indonesia seperti Kabupaten

Cirebon sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan lingkungan akibat emisi gas rumah kaca dan menjadi sumber energi alternatif yang lebih ramah terhadap lingkungan. Salah satu penerapan yang telah diidentifikasi berada di Desa Kalibaru Kecamatan Tengah Tani dengan jumlah 4 instalasi berkapasitas masing-masing 4 m³ (Nasihin & Kartika, 2024). Penerapan instalasi tersebut telah memberikan dampak positif terhadap permasalahan lingkungan akibat limbah biogas dan memberikan alternatif sumber energi baru untuk menghemat penggunaan gas LPG dan peluang untuk menambah penghasilan dari pupuk organik yang dihasilkan. Berdasarkan hal tersebut, pengembangan instalasi serupa di wilayah lainnya dapat menjadi langkah strategis untuk mendukung pengembangan energi terbarukan melalui pemanfaatan limbah peternakan ruminansia. Penelitian ini dilakukan untuk memberikan gambaran potensi pemanfaatan limbah peternakan ruminansia di Kabupaten Cirebon secara menyeluruh, mulai dari populasi ternak ruminansia, potensi biogas yang dihasilkan, hingga konversi menjadi energi listrik dan LPG.

MATERI DAN METODE

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan melalui metode studi pustaka berdasarkan data sekunder yang dihimpun dari laporan BPS Kabupaten Cirebon (2024). Data yang digunakan meliputi populasi ternak ruminansia tahun 2023 yang terdiri dari sapi, kerbau, domba, dan kambing yang ada di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari populasi ternak ruminansia secara keseluruhan, jumlah perkiraan kotoran dan potensi biogas yang dapat dihasilkan, serta equivalensi biogas terhadap gas LPG dan energi listrik.

Analisis Data

Data populasi ternak ruminansia yang telah diperoleh dapat dianalisis untuk mengetahui potensi biogas yang dihasilkan serta equivalensinya terhadap gas LPG dan energi listrik berdasarkan beberapa parameter teknis pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Teknis dalam Perhitungan Potensi Biogas (Das *et al.*, 2023)

Ternak	JK (Kg/hari)	TS (%)	Bg (m ³ /kg TS)	KK (%)
Ruminansia Besar	22,5	25	0,6	50
Ruminansia Kecil	1,6	25	0,4	13

Keterangan: JK (Jumlah Kotoran), TS (Total Solid), Bg (Biogas), KK (Koefisien Ketersediaan)

1. Perhitungan Potensi Biogas

Estimasi produksi biogas yang dapat dihasilkan dihitung berdasarkan jumlah kotoran yang dihasilkan ternak ruminansia dengan data utama berupa populasi ternak ruminansia di Kabupaten Cirebon dan mengacu pada parameter teknis Tabel 1. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung potensi biogas diadaptasi dari penelitian Das *et al.* (2023) sebagai berikut.

$$PB = JK \times KK \times TS \times Bg$$

Keterangan:

PB : Potensi biogas yang dapat dihasilkan (m³)

JK: Jumlah kotoran ternak yang dihasilkan (Kg)

KK : Persentase jumlah total kotoran ternak yang dapat dimanfaatkan (%)

TS : Persentase total solid yang terkandung di dalam kotoran ternak (%)

Bg : Jumlah perkiraan biogas yang dihasilkan (m³/Kg TS)

2. Equivalensi terhadap LPG

Equivalensi biogas terhadap LPG dihitung untuk mengetahui seberapa besar potensi biogas dapat menghemat penggunaan LPG dalam satu tahun. Perhitungan dilakukan melalui penyetaraan energi biogas dengan LPG, di mana 1 m³ biogas setara dengan 0,46 Kg LPG (Wahyuni *et al.*, 2018). Persamaan yang digunakan untuk menghitung equivalensi biogas terhadap LPG adalah sebagai berikut.

$$EqLPG = PB \times 0,46$$

Keterangan

EqLPG: Equivalensi produksi biogas yang dihasilkan terhadap LPG (Kg)

PB : Potensi biogas yang dapat dihasilkan (m³)

3. Equivalensi terhadap Energi Listrik

Equivalensi biogas terhadap energi listrik dihitung untuk memberikan gambaran potensi

biogas apabila dimanfaatkan sebagai energi listrik. Equivalensi terhadap energi listrik per tahun didapatkan melalui penyetaraan biogas menjadi energi listrik, di mana 1 m³ biogas setara dengan 4,7 kWh energi listrik (Wahyuni *et al.*, 2018), sehingga untuk menghitungnya digunakan persamaan sebagai berikut.

$$EqLt = PB \times 4,7$$

Keterangan:

EqLt: Equivalensi produksi biogas yang dihasilkan terhadap energi listrik (kWh)

PB : Potensi biogas yang dapat dihasilkan (m³)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi dan Estimasi Jumlah Kotoran Ternak Ruminansia

Populasi ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, domba, dan kambing telah tersebar di Kabupaten Cirebon. Berdasarkan data BPS Kabupaten Cirebon (2024), sapi perah mempunyai populasi paling rendah dibandingkan ternak ruminansia lainnya (106 ekor), sedangkan domba merupakan ternak ruminansia dengan populasi tertinggi di Kabupaten Cirebon (309.868 ekor) pada tahun 2023 (Tabel 2). Hal tersebut dapat disebabkan karena wilayah Kabupaten Cirebon termasuk di dataran rendah sehingga untuk mengembangkan sapi perah menjadi sebuah tantangan besar dan membutuhkan perhatian khusus, berbeda dengan domba yang mempunyai daya adaptasi lebih baik pada berbagai kondisi lingkungan, mudah berkembang biak, proses pemeliharaan lebih mudah dan tidak membutuhkan biaya yang mahal sehingga banyak orang lebih memilih memelihara domba (Wahyudi *et al.*, 2023). Sementara untuk populasi sapi potong, kerbau, dan kambing secara berurutan adalah 4.273 ekor, 1.819 ekor, dan 21.672 ekor.

Tabel 2. Populasi dan Estimasi Jumlah Kotoran Ternak Ruminansia Kabupaten Cirebon 2023

Ternak	Populasi (ekor)	Jumlah Kotoran Ternak (Kg/hari)
Sapi potong	4.273	96.143
Sapi perah	106	2.385
Kerbau	1.819	40.928
Domba	309.868	495.789
Kambing	21.672	34.675

Total	337.738	669.919
--------------	----------------	----------------

Sumber: BPS Kabupaten Cirebon (2024) diolah

Populasi ternak ruminansia sejalan dengan jumlah kotoran yang dapat dihasilkan. Total jumlah kotoran ternak yang dapat dihasilkan dari keseluruhan ternak ruminansia di Kabupaten Cirebon adalah 669.919 Kg/hari. Ternak domba memiliki jumlah kotoran tertinggi (495.789 Kg/hari), disusul oleh sapi potong (96.143 Kg/hari), kerbau (40.928 Kg/hari), kambing (34.675 Kg/hari), dan sapi perah (2.385 Kg/hari). Menurut Khan *et al.* (2021), perbedaan jumlah kotoran yang dihasilkan ternak dapat dipengaruhi oleh ukuran, bobot badan, umur, jenis pakan, dan spesiesnya. Faktor-faktor tersebut nantinya juga dapat berpengaruh terhadap potensi biogas yang dapat dihasilkan.

Potensi Biogas dan Equivalensinya terhadap LPG dan Energi Listrik

Limbah peternakan ruminansia dapat dijadikan sebagai biogas melalui serangkaian proses fermentasi secara anaerob di dalam

instalasi biogas dengan peran berbagai mikroorganisme di dalamnya. Tabel 3 menunjukkan bahwa potensi biogas yang dapat dihasilkan dari limbah peternakan ruminansia di Kabupaten Cirebon adalah 17.355 m³/hari dengan rincian sapi potong 7.211 m³/hari, sapi perah 179 m³/hari, kerbau 3.070 m³/hari, domba 6.445 m³/hari, dan kambing 451 m³/hari. Potensi tersebut nantinya dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis kotoran ternak, desain reaktor biogas, pH, suhu, dan ketersediaan kotoran ternak. Selain itu, rasio antara material padat dan cair juga memiliki dampak signifikan terhadap biogas yang dihasilkan (Atchike *et al.*, 2022). Kelly & Kebreab (2023) menambahkan, faktor lain seperti pakan yang dikonsumsi, terutama pemberian *feed additive* tertentu yang dapat menekan produksi gas metan yang dihasilkan ternak, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga dapat berdampak pada penurunan potensi biogas yang dihasilkan.

Tabel 3. Potensi Produksi Biogas dan Equivalensinya terhadap LPG dan Energi Listrik Harian

Ternak	PB (m³)	EqLPG (Kg)	EqLt (kWh)
Sapi potong	7.211	3.317	33.890
Sapi perah	179	82	841
Kerbau	3.070	1.412	14.427
Domba	6.445	2.965	30.293
Kambing	451	207	2.119
Total	17.355	7.983	81.569

Keterangan: PB (Potensi Biogas), EqLPG (Equivalensi terhadap LPG), EqLt (Equivalensi terhadap Energi Listrik)

Berdasarkan potensi biogas yang dihasilkan pada Tabel 3, pemanfaatan biogas dari kotoran ternak ruminansia dapat menghemat penggunaan gas LPG sebanyak 7.983 Kg/hari dengan rincian untuk kotoran sapi potong 3.317 Kg/hari, sapi perah 82 Kg/hari, kerbau 1.412 Kg/hari, domba 2.965 Kg/hari, dan kambing 207 Kg/hari. Apabila gas LPG yang digunakan 3 Kg seharga Rp 20.000,00, maka penggunaan biogas dapat menghemat pengeluaran untuk biaya LPG di Kabupaten Cirebon sebesar 53,22 juta/hari. Biogas juga dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan menggunakan bantuan seperti mesin diesel, mesin bensin, turbin, mikroturbin, dan mesin stirling (Kabeyi & Olanrewaju, 2022). Equivalensi energi listrik terhadap potensi biogas yang dihasilkan dari limbah peternakan ruminansia di Kabupaten Cirebon mencapai 81.569 kWh/hari, yang terdiri dari 33.890 kWh/hari dari potensi biogas sapi potong, 841 kWh/hari dari sapi perah, 14.427 kWh/hari dari kerbau, 30.293 kWh/hari dari domba, dan 2.119 kWh/hari dari kambing (Tabel 3).

SIMPULAN

Penelitian ini memberikan gambaran bahwa limbah peternakan ruminansia di Kabupaten Cirebon memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan menjadi biogas sebagai sumber energi terbarukan. Populasi ternak ruminansia yang terdiri dari sapi potong, sapi perah, kerbau, domba dan kambing di Kabupaten Cirebon berjumlah 337.738 ekor. Berdasarkan populasi tersebut, jumlah kotoran ternak yang dapat dihasilkan sebesar 669.919 Kg/hari dengan potensi biogas harian sebesar 17.355 m³, setara dengan penghematan 7.983 Kg LPG per hari. Apabila dikonversi menjadi energi listrik, biogas tersebut berpotensi menghasilkan energi listrik 81.569 kWh/hari. Pemanfaatan biogas tidak hanya dapat menjadi solusi mengurangi ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar yang berasal dari fosil, tetapi juga dapat menurunkan emisi gas rumah kaca, mendukung keberlanjutan lingkungan, dan memberikan manfaat secara ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, M. A., & Akinfala, E. O. (2021). Greenhouse gas emissions from livestock and mitigation options in Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Production*, 48(5), 328–342. <https://doi.org/10.51791/njap.v48i5.3219>
- Atchike, D. W., Irfan, M., Ahmad, M., & Rehman, M. A. (2022). Waste-to-Renewable Energy Transition: Biogas Generation for Sustainable Development. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 840588. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.840588>
- Cirebon, B. K. (2024). *Kabupaten Cirebon dalam Angka 2024*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Cirebon.
- Das, P., Sifatul Islam, K., & Mijan Uddin, S. M. (2023). Unlocking the resource potential of livestock waste in Bangladesh. *Environmental Progress and Sustainable Energy*, 42(3), 1–10. <https://doi.org/10.1002/ep.14063>
- Kabeyi, M. J. B., & Olanrewaju, O. A. (2022). Biogas Production and Applications in the Sustainable Energy Transition. *Journal of Energy*, 2022, 1–43. <https://doi.org/10.1155/2022/8750221>
- Kapoor, R., Ghosh, P., Tyagi, B., Vijay, V. K., Vijay, V., Thakur, I. S., Kamyab, H., Nguyen, D. D., & Kumar, A. (2020). Advances in biogas valorization and utilization systems: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 273, 123052. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123052>
- Kelly, L., & Kebreab, E. (2023). Recent advances in feed additives with the potential to mitigate enteric methane emissions from ruminant livestock. *Journal of Soil and Water Conservation*, 78(3), 111–123. <https://doi.org/10.2489/jswc.2023.00070>
- Khan, M. U., Ahmad, M., Sultan, M., Sohoo, I., Ghimire, P. C., Zahid, A., Sarwar, A., Farooq, M., Sajjad, U., Abdeslahian, P., & Yousaf, M. (2021). Biogas production potential from livestock manure in Pakistan. *Sustainability (Switzerland)*, 13(12), 6751. <https://doi.org/10.3390/su13126751>
- Króliczewska, B., Pecka-Kiełb, E., & Bujok, J. (2023). Strategies Used to Reduce Methane Emissions from Ruminants: Controversies and Issues. *Agriculture*, 13(3), 602. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030602>
- Kusmiyati, K., Wijaya, D. K., Hartono, B. J. R., Shidik, G. F., & Fudholi, A. (2023). Harnessing the power of cow dung: Exploring the environmental, energy, and economic potential of biogas production in Indonesia. *Results in Engineering*, 20, 101431. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101431>
- Lismiyah, E., Marselina, M., Taher, A. R., Gunarto, T., & Aida, N. (2024). The Causality Between Energy Consumption and Carbon Emission in Indonesia. *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi*, 4(1), 27–38. <https://doi.org/10.23969/jrie.v4i1.83>
- Muzayanah, I. F. U., Lean, H. H., Hartono, D., Indraswari, K. D., & Partama, R. (2022). Population density and energy consumption: A study in Indonesian provinces. *Heliyon*, 8(9), e10634. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10634>
- Nasihin, A., & Kartika, A. T. (2024). Pelatihan Tematik Pemanfaatan Limbah Biogas (Bio-slurry) sebagai Pupuk Organik Cair (POC) dengan Kombinasi Pestisida Nabati di Desa Kalibaru. *Madaniya*, 5(3), 1187–1196. <https://doi.org/10.53696/27214834.903>
- Thumba, D. A., Lazarova-Molnar, S., & Niloofar, P. (2021). Estimating livestock greenhouse gas emissions: Existing models, emerging technologies and associated challenges. *6th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SpliTech), Bol and Split, Croatia*, 2021, 1–6. <https://doi.org/10.23919/SpliTech52315.2021.9566450>
- Wahyudi, F. E., Maylinda, S., & Susilorini, T. E. (2023). Hubungan antara Ukuran Linear Tubuh dengan Bobot Badan Domba Texel dan Domba Awassi. *Jurnal Agripet*, 23(1), 85–90.

<https://doi.org/10.17969/agripet.v23i1.24871>

Wahyuni, S., Sutjahjo, S. H., Purwanto, Y. A., Fuah, A. M., & Kurniawan, R. (2018). Application of small digester biogas for energy supply in rural areas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141(1), 12035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/141/1/012035>

Wijayanggo, A., Fatonah, S., & Ramadani, A. H. (2023). Carbon Emission Reduction Potential and Economic Valuation of Biogas at Cengkir Gading Edufarm in Boyolali. *International Journal of Environmental, Sustainability, and Social Science*, 4(3), 878–884. <https://doi.org/10.38142/ijesss.v4i3.579>