

Analisis Potensi Biogas Kotoran Sapi

Hamri*¹, Kusno Kamil², Muh. Zainal Altim³, Rustam Efendi⁴

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

³Jurusan Teknik Elektor Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km. 5

⁴Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sulawesi Tenggara
Jl. Kapten Piere Tendean No. 109, Baruga, Kendari.

e-mail: *hamri@umi.ac.id

Abstrak

Kebutuhan manusia yang tinggi terhadap bahan bakar fosil dari masa ke masa, menyebabkan kenaikan harga minyak mentah sehingga harga melonjak lebih pesat. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan energi alternatif terbarukan. Salah satu sumber energi terbarukan adalah biogas, yang berasal dari berbagai limbah organik seperti limbah biomassa, kotoran manusia, kotoran hewan melalui proses fermentasi anaerobik dapat digunakan sebagai energi. Produksi biogas dari kotoran hewan, khususnya sapi sangat potensial dan memiliki keunggulan, energi yang dihasilkan darinya sangat ramah lingkungan karena selain memanfaatkan limbah dari ternak, sisa proses (biogas slurry) dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik yang kaya akan unsur-unsur yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Penggunaan biogas juga bisa mengurangi efek rumah kaca pada atmosfer dan emisi lainnya. Tujuan dari penelitian ini memanfaatkan kotoran sapi dicampur air sebagai bahan baku pembuatan biogas, Menganalisis gas yang dihasilkan untuk digunakan pada kompor gas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan mencampurkan kotoran sapi dengan air, kemudian memasukkan (mengisi) kedalam digester biogas untuk dipermentasikan antara 15 hari sampai 25 hari. Dalam waktu tersebut kami akan mencatat berapa tekanan gas yang dihasilkan, pada tekanan tertentu akan kami coba untuk menyalakan kompor gas dan dengan menggunakan gas yang dihasilkan oleh digester biogas. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi biogas adalah waktu fermentasi dan campurannya. Bahwa pada kondisi bulan ke 2 hasil tekanan pada manometer tertinggi 79,11 cm H₂O dikarenakan pada bulan tersebut belum dipakai, sedangkan pada bulan ketiga turun menjadi 58,22 cm H₂O. Kondisi ini disebabkan adanya pemakaian pada kompor dengan waktu penggunaan 1 sampai 2 jam per hari.

Kata kunci— Kotoran sapi, biogas, energi terbarukan

Abstract

The high demand for fossil fuels over time has led to an increase in crude oil prices, causing them to surge more rapidly. Based on this, renewable alternative energy sources are needed. One such renewable energy source is biogas, which originates from various organic wastes such as biomass waste, human waste, and animal manure through the anaerobic fermentation process and can be used as energy. The production of biogas from animal manure, particularly cow dung, is highly potential and advantageous. The energy generated from it is environmentally friendly because it not only utilizes livestock waste but also the residue from the process (biogas slurry) can be used as organic fertilizer rich in elements needed by plants. The use of biogas can also reduce the greenhouse effect in the atmosphere and other emissions. The purpose of this study is to utilize cow dung mixed with water as raw material for biogas production and to analyze the gas produced for use in gas stoves. The research method used is the experimental method by mixing cow dung with water, then putting it into a biogas digester for fermentation between 15 days to 25 days. During this period, we will record the gas pressure produced, and at a certain

pressure, we will try to ignite a gas stove using the gas produced by the biogas digester. Several factors that affect biogas production are fermentation time and its mixture. In the second month, the highest pressure on the manometer was 79.11 cm H₂O because it had not been used, whereas in the third month it dropped to 58.22 cm H₂O. This condition was caused by the usage of the gas stove for 1 to 2 hours per day.

Keywords— Cow dung, biogas, renewable energy

1. PENDAHULUAN

Biogas telah menjadi salah satu solusi energi terbarukan yang paling menarik perhatian dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengatasi masalah lingkungan. Salah satu sumber utama biogas adalah kotoran sapi, yang tersedia dalam jumlah besar di banyak wilayah, terutama di daerah pedesaan yang bergantung pada peternakan sebagai sumber penghidupan. Biogas dari kotoran sapi tidak hanya memberikan alternatif energi yang bersih dan terbarukan, tetapi juga membantu dalam pengelolaan limbah ternak yang seringkali menjadi masalah lingkungan [1].

Proses produksi biogas melibatkan dekomposisi anaerobik bahan organik oleh mikroorganisme, menghasilkan campuran gas yang terutama terdiri dari metana dan karbon dioksida [2]. Metana adalah komponen utama biogas yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk memasak, pemanas, dan bahkan pembangkit listrik [3, 4]. Pemanfaatan biogas dari kotoran sapi tidak hanya mengurangi emisi gas rumah kaca yang berbahaya, tetapi juga memberikan nilai tambah ekonomis bagi peternak melalui pengurangan biaya energi dan penjualan sisa biogas sebagai pupuk organik berkualitas tinggi [5]. Pal and Ilango [6] melakukan penelitian mengenai integrasi biogas digester dan *photovoltaic* untuk diaplikasikan di desa, salah penentu *ouput* biogas dari digester adalah suhu yang terjaga.

Digester adalah suatu alat atau sistem yang digunakan untuk menguraikan bahan organik, seperti limbah pertanian, limbah rumah tangga, atau kotoran hewan, melalui proses biologis yang disebut *anaerobic digestion*. Dalam proses ini, mikroorganisme menguraikan bahan organik dalam kondisi tanpa oksigen, menghasilkan biogas (campuran metana dan karbon dioksida) serta residu padat atau cair yang bisa digunakan sebagai pupuk.

Digester sering digunakan dalam sistem pengolahan limbah untuk menghasilkan energi terbarukan (biogas) serta mengurangi volume limbah. Proses ini juga membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, karena metana yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi daripada dilepaskan langsung ke atmosfer. Ada berbagai jenis digester, seperti *fixed-dome digester*, *floating-drum digester*, dan *plug-flow digester*, yang masing-masing memiliki karakteristik dan keunggulan berbeda tergantung pada jenis limbah dan skala operasi yang digunakan.

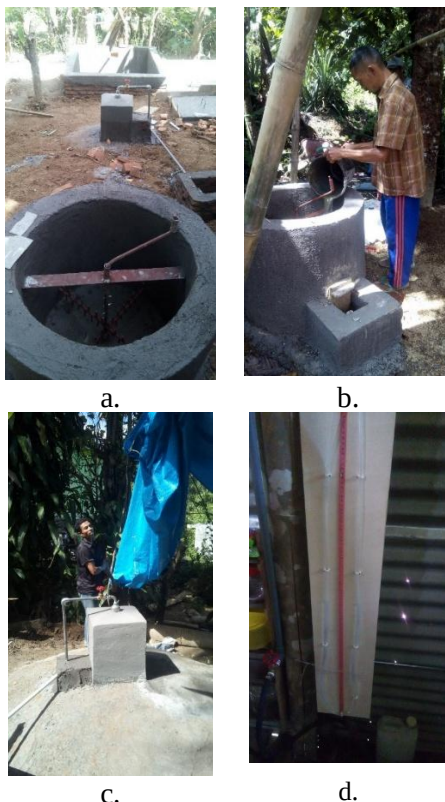
Dalam penelitian ini menggunakan *fixed-dome digester*, pendekatan ini cocok untuk berbagai aplikasi, termasuk pengolahan limbah organik dan produksi biogas. Penelitian memanfaatkan desain silinder untuk penampung, hal ini mendukung efisiensi dalam penanganan gas yang dihasilkan dari proses anaerobik. Dengan tipe ini, dapat mendapatkan *output* biogas yang stabil selama pemeliharaan dan pengoperasian sistem dilakukan dengan baik.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi produksi biogas dari kotoran sapi, dengan fokus pada aspek teknis dan ekonomis. Melalui pemantauan dan analisis produksi biogas dalam kondisi yang terkontrol, diharapkan dapat diperoleh data yang relevan untuk mengoptimalkan proses produksi dan memaksimalkan hasil biogas. Selain itu, penelitian ini juga akan mengevaluasi dampak lingkungan dari penggunaan biogas dan manfaat ekonomis bagi masyarakat peternak.

Dengan pemanfaatan optimal kotoran sapi untuk produksi biogas, diharapkan dapat tercipta solusi yang berkelanjutan untuk kebutuhan energi dan pengelolaan limbah. Penelitian ini berusaha memberikan pemahaman mendalam mengenai potensi biogas dari kotoran sapi dan mengidentifikasi strategi terbaik untuk implementasi skala luas. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan dan program yang mendukung penggunaan energi terbarukan di sektor peternakan.

2. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah kotoran sapi yang diambil dari jalan yang banyak berserakan. Kotoran sapi ini dicampur dengan air supaya kotoran sapi tadi menjadi encer sehingga mudah untuk pengadukan. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah pembuatan alat digester biogas dengan kapasitas sekitar 4 m³ dengan bahan baku digester adalah kotoran sapi dan air. Pilihan ini diambil berdasarkan kenyataan karena banyaknya kotoran sapi yang berserakan di jalan untuk dimanfaatkan sehingga dapat menghasilkan gas melalui alat digester biogas. Proses pengumpulan data dimulai dengan mengisi alat digester biogas setiap hari dan dengan melakukan pencampuran kotoran sapi dan air dengan rasio perbandingan 1:4 yaitu satu kotoran sapi dengan 4 air (yaitu satu liter kotoran sapi berbanding dengan air 4 liter) perlakuan pencampuran ini dilakukan sampai hari ke 18. Setelah tekanan mencapai di atas 15 cm H₂O, pada kondisi ini kami mencoba untuk menyalakan kompor biogas, bila sudah bisa menyala maka kami melanjutkan pendataan dengan mencatat tekanan sampai hari ke 18. Setelah itu pada hari ke 19 kami melakukan penggunaan kompor gas (menyalakan kompor 1 sampai 2 jam per hari), sampai hari ke 27.



Gambar 1 a. bak pengadukan kotoran sapi, b. proses pencampuran kotoran sapi dengan air, c. tangki digester kapasitas 4 m³, d. pengukuran tekanan gas menggunakan manometer sederhana.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis data dan visualisasi grafik yang disediakan (Gambar 3), dapat dilihat bahwa tekanan gas dalam sistem menunjukkan dua pola utama: peningkatan tekanan tanpa pemakaian dan penurunan tekanan saat digunakan pada kompor gas. Peningkatan tekanan tanpa pemakaian tercatat mulai dari 5 cm H₂O pada hari pertama hingga mencapai 28 cm H₂O pada hari ke-9, kemudian terus meningkat hingga 85 cm H₂O pada hari ke-18. Ini menunjukkan bahwa sistem gas dalam keadaan tertutup dan tidak mengalami kebocoran yang signifikan, sehingga gas yang terjebak dalam sistem menyebabkan tekanan meningkat seiring waktu. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem penyimpanan gas berfungsi dengan baik dalam mempertahankan gas tanpa kebocoran.

Sebaliknya, penggunaan gas pada kompor menunjukkan penurunan tekanan yang konsisten, dimulai dari 74 cm H₂O pada hari pertama dan turun secara bertahap hingga 38 cm H₂O pada hari ke-9, kemudian terus menurun hingga mencapai 38 cm H₂O pada hari ke-27. Penurunan tekanan yang konsisten ini menunjukkan pola konsumsi gas yang wajar dan stabil, dimana tekanan menurun karena gas digunakan sebagai bahan bakar. Ini mengindikasikan bahwa sistem distribusi gas berfungsi dengan baik dan efisien selama digunakan untuk memasak.

Perbandingan antara peningkatan tekanan tanpa pemakaian dan penurunan tekanan saat digunakan menunjukkan efektivitas sistem dalam mempertahankan gas dan efisiensi penggunaan gas sebagai bahan bakar. Sistem gas yang diteliti menunjukkan keandalan yang baik dengan peningkatan tekanan tanpa pemakaian mengindikasikan tidak adanya kebocoran, sementara penurunan tekanan yang wajar selama penggunaan menunjukkan efisiensi dalam penggunaan gas. Menurut Onwuliri *et al* [7], produksi biogas meningkat seiring dengan peningkatan waktu retensi.

Desain digester *fixed-dome digester* juga digunakan oleh Obileke *et al* [8] sebagaimana gambar desain yang disajikan pada Gambar 2.

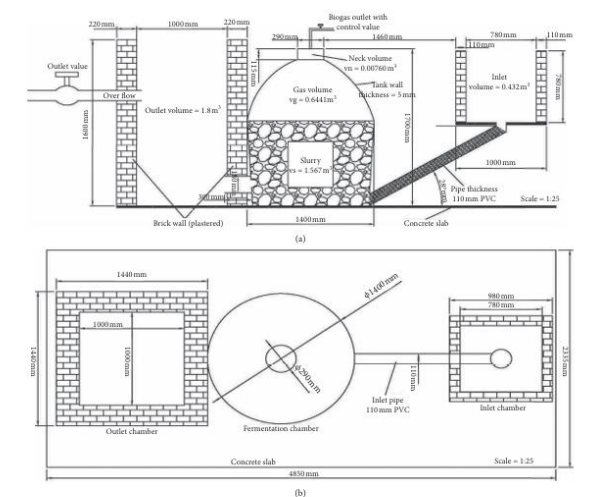
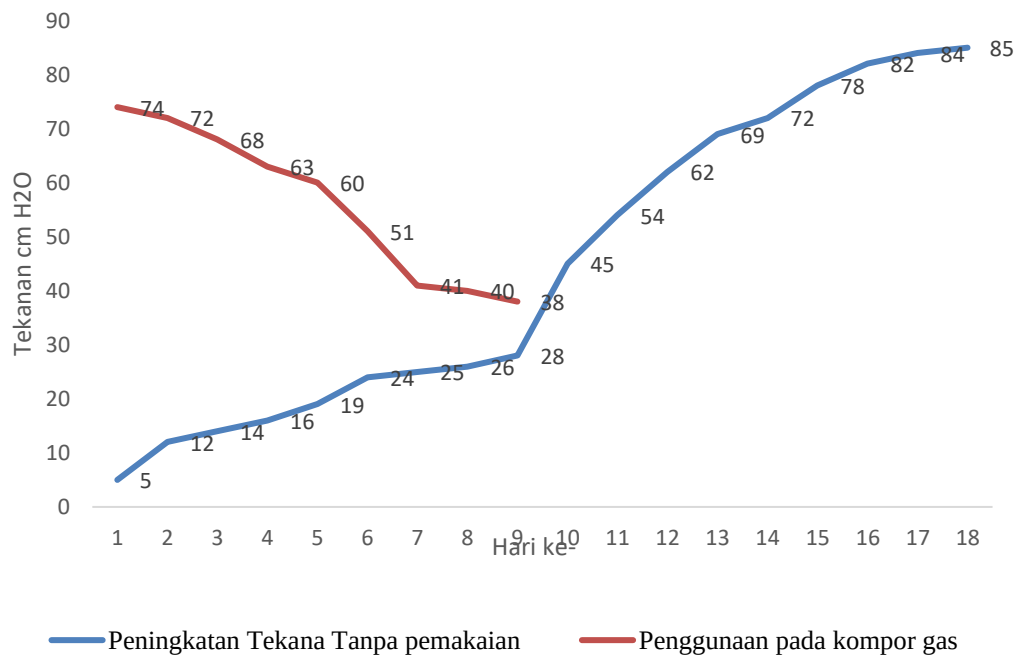


FIGURE 4: Schematic layout of the designed biogas digester system showing the front and above view. (a) View of the fabricated digester from front. (b) View of the fabricated digester from above.

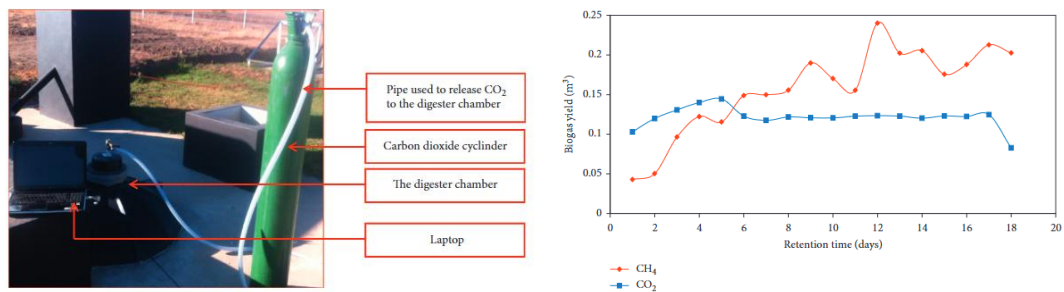
Gambar 2. Skematik digester [8]

Pada penelitian ini juga didapatkan sisa *slurry* dari kotoran sapi, hanya saja tidak dimasukkan dalam kajian. Namun menurut Harmiansyah *et al* [9] sisa *slurry* biogas dari kotoran sapi dapat dijadikan sebagai pupuk cair dengan menambahkan substrat lainnya agar dapat menaikkan unsur hara N, P, dan K.



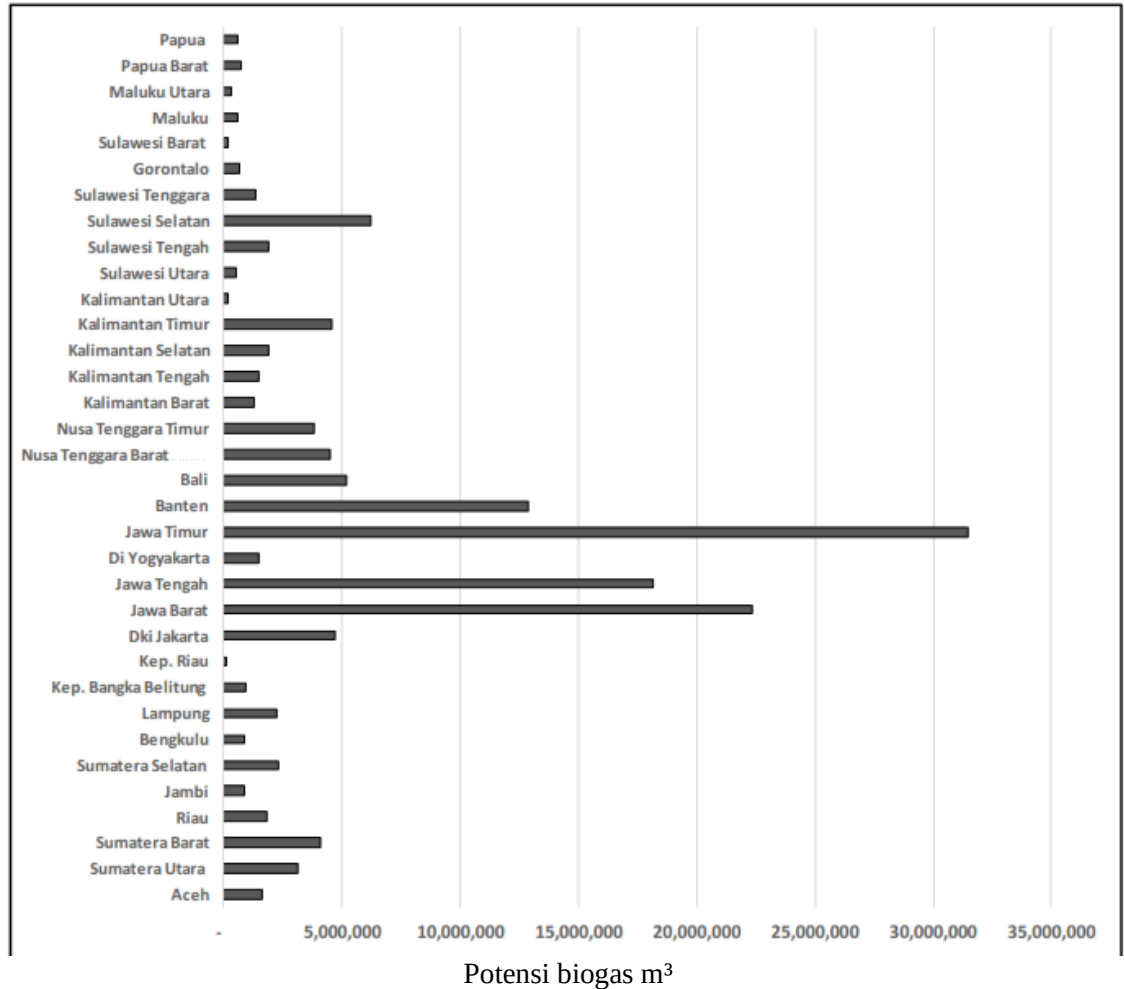
Gambar 3. Tekanan biogas pada digester

Obileke *et al* [8] melakukan uji ventilasi digester biogas dilakukan untuk memastikan bahwa digester biogas yang dirancang dan dibuat bebas dari kebocoran. Oleh karena itu, digester bawah tanah dan di atas tanah diuji untuk kebocoran di bawah tekanan tinggi. Pengujian ini dilakukan dengan mengisi digester biogas dengan CO₂ hingga mencapai hampir 100% kandungan CO₂. Gas CO₂ yang dipompa ke dalam kubah diukur menggunakan sensor gas CO₂. Di bawah tekanan tinggi, kemungkinan kebocoran yang ada bisa meningkat atau kebocoran baru mungkin terbentuk. Kondisi ini merugikan untuk penangkapan biogas yang potensial. Gas karbon dioksida dilepaskan ke dalam digester biogas dengan laju tertentu. Namun, tindakan pencegahan dilakukan untuk memastikan bahwa kubah tetap dalam kondisi sistem tertutup, guna menghindari kebocoran karbon dioksida baik di dalam maupun di luar sistem (Gambar 4 a). Sementara produksi biogas disajikan pada Gambar 4 b mengalami peningkatan seiring dengan retensi kotoran sapi di dalam digester.



a. b.
 Gambar 4. a. uji kebocoran gas [8], b. produksi biogas [10]

Potensi biogas terbesar selain pulau Jawa dan Bali. Sulawesi termasuk terbesar di antara pulau-pulau lain. Dalam hal ini Provinsi Sulawesi Selatan memiliki potensi yang paling besar di antara provinsi-provinsi yang lain. Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa potensi pengembangan biogas dalam bentuk digester memiliki peluang yang sangat besar.



Gambar 5. Potensi biogas berdasarkan rumen sapi di Indonesia [11]

4. KESIMPULAN

Dari analisis data dan visualisasi grafik, disimpulkan bahwa sistem gas menunjukkan dua pola utama: peningkatan tekanan tanpa pemakaian dan penurunan tekanan saat digunakan. Peningkatan tekanan dari 5 cm H₂O pada hari pertama hingga 85 cm H₂O pada hari ke-18 menunjukkan sistem gas tertutup dan tidak bocor. Sebaliknya, penurunan tekanan dari 74 cm H₂O pada hari pertama hingga 38 cm H₂O pada hari ke-27 menunjukkan konsumsi gas yang stabil dan efisien. Keseluruhan sistem gas terbukti andal dan efektif dalam penyimpanan serta penggunaan gas sebagai bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Singh D, Dadhich J, Bhadoriya Y, Taneja S. A Review on the Prospects of Various Gaseous Fuel as an Automotive Fuel and for Reducing Environmental Pollution. EVERGREEN

-
- Joint Journal of Novel Carbon Resource Sciences & Green Asia Strategy. 2023;10(4):2661-74.
- [2]. Afrian C. Produksi biogas dari campuran kotoran sapi dengan rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) [Skripsi]. Lampung: Universitas Lampung; 2017.
- [3]. Maluegha BL, Ulaan TV, Umboh MK. Perancangan Digester untuk Menghasilkan Biogas dari Kotoran Ternak Babi di Desa Rumoong Bawah Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Tekno Mesin*. 2021;4(2):118-22.
- [4]. Maulana E, Herniko MA, editors. Perancangan Sistem Biodigester Untuk Bahan Bakar Biogas Rumah Hemat dan Mandiri Energi di Indonesia. *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)*; 2018.
- [5]. Sukmana RW, Muljatiningrum A. Biogas dari limbah ternak: Nuansa Cendekia; 2023.
- [6]. Pal A, Ilango GS. Design and techno-economic analysis of an off-grid integrated PV-biogas system with a constant temperature digester for a cost-effective rural application. *Energy*. 2024;287:129671.
- [7]. Onwuliri F, Onyimba I, Nwaukwu I. Generation of Biogas from Cow Dung. *Bioremediation & Biodegradation*. 2013.
- [8]. Obileke K, Mamphweli S, Meyer EL, Makaka G, Nwokolo N. Design and fabrication of a plastic biogas digester for the production of biogas from cow dung. *Journal of Engineering*. 2020;2020(1):1848714.
- [9]. Harmiansyah H, Pratama RD, Afisna LP, Syaukani M, Efendi R. Karakteristik Sisa Slurry pada Produksi Biogas Berbahan Kotoran Sapi. *JMPM*. 2022;6(2):46-53.
- [10]. Obileke K, Mamphweli S, Meyer EL, Makaka G, Nwokolo N, Onyeaka H. Comparative Study on the Performance of Aboveground and Underground Fixed-Dome Biogas Digesters. *Chem Eng Technol*. 2020;43(1):68-74.
- [11]. Juraida A, Prambudia Y, Rahman A, Saragih NI. Kajian pengurangan emisi karbon melalui optimalisasi pemanfaatan limbah rumah potong hewan sebagai biogas. *Seminar Nasional Itenas, Dies Natalis 46 Tahun Itenas Itenas*; 2018. p. F1-F6.
-