

## Pengolahan Limbah Padat Kantin Kabara Menjadi Biogas Menggunakan 120 Liter Portabel Bioreaktor (Studi kasus di kantin Universitas Malahayati Bandar Lampung)

Angger Faqih Arridho<sup>1\*</sup>, Atmono<sup>2</sup>, Hardoyo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universitas Malahayati; [anggerfaqih11@gmail.com](mailto:anggerfaqih11@gmail.com)

<sup>2</sup> Universitas Malahayati; [hardoyo.malahayati@gmail.com](mailto:hardoyo.malahayati@gmail.com)

<sup>3</sup> Universitas Malahayati; [at.suyud@gmail.com](mailto:at.suyud@gmail.com)

\* Angger Faqih Arridho

**Abstract:** Solid waste from the Kabara canteen of Malahayati University Bandar Lampung is one of the sources of materials that can be used to produce biogas. Solid waste from the Kabara canteen that is discarded and not utilized can be used as bioenergy. This study aims to determine the production of biogas from solid waste from the Kabara canteen mixed with cow dung solution in a continuous anaerobic process using a Portable Bioreactor. This study was conducted at the Malahayati University Laboratory, Bandar Lampung from May 23, 2024 to September 30, 2024. The study was conducted on a laboratory scale with a reactor volume of 120 liters. Production is carried out continuously by entering solid waste from the Kabara canteen with cow dung solution using a ratio of 1: 1 after the reactor conditions are stable, then solid waste from the Kabara canteen with cow dung solution is entered with a debit of 26.4 kg with a time interval of 4 days with a test ratio (1: 1, 2: 1 and 3: 1) with a residence time used is 15 days. The variables measured are COD concentration, gas pressure on the Manometer and flame test. The conclusion of this study is the manufacture of environmentally friendly Portable Biogas Bioreactor using 120 liters, using solid waste from the Kabara canteen mixed with cow dung solution as a starter that can reduce COD content from 30,222, 23,111 and 21,333 mg / l and in the influent down to 11,333, 11,571 and 11,600 mg / l in the effluent, with degraded COD of 62.5%, 49.9% and 45.6%. The results of the biogas flame produced were measured on days 15, 19 and 23 that the flame was still red indicating that the methane gas content produced was still low.

**Keywords:** Solid Waste, Biogas, Portable Bioreactor, Continuous, Anaerobic.

**Abstrak:** Limbah padat kantin kabara Universitas Malahayati Bandar Lampung merupakan salah satu sumber bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas. Limbah padat kantin kabara yang dibuang dan tidak dimanfaatkan dapat dijadikan sebagai bioenergi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas dari limbah padat kantin kabara yang di campur larutan kotoran sapi pada proses anaerobik secara kontinu dengan menggunakan Portabel Biorektor. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Universitas Malahayati Bandar Lampung dari 23 Mei 2024 sampai dengan 30 September 2024. Penelitian dilakukan skala laboratorium dengan volume reaktor 120 liter. Produksi dilakukan secara kontinu dengan memasukan limbah padat kantin kabara dengan larutan kotoran sapi dengan menggunakan perbandingan 1 : 1 setelah kondisi reaktor stabil maka dimasukan limbah padat kantin kabara dengan larutan kotoran sapi dengan debit yang dimasukan 26,4 kg dengan interval waktu 4 hari dengan perbandingan pengujian (1 : 1, 2 : 1 dan 3 : 1) dengan waktu tinggal yang di gunakan adalah 15 hari. Variabel yang di ukur adalah konsentrasi COD, tekanan gas pada Manometer dan uji nyala api. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pembuatan Portabel Bioreaktor biogas yang ramah lingkungan menggunakan 120 liter, dengan menggunakan limbah padat kantin kabara yang di campur dengan larutan kotoran sapi sebagai starter yang dapat menurunkan kandungan COD yakni dari 30.222, 23.111 dan 21.333 mg/l dan pada influen turun menjadi 11.333, 11.571 dan 11.600 mg/l pada efluen, dengan COD yang terdegradasi yakni 62.5 %, 49.9 % dan 45.6 %. Hasil dari nyala api biogas terproduksi

Diterima: Oktober 20, 2025  
Direvisi: Oktober 28, 2025  
Diterima: Oktober 29, 2025  
Diterbitkan: November 20, 2025  
Versi sekarang: November 20, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.  
Diserahkan untuk kemungkinan  
publikasi akses terbuka  
berdasarkan syarat dan ketentuan  
lisensi Creative Commons  
Attribution (CC BY SA) (  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

di ukur pada hari ke 15, 19 dan 23 bahwa nyala api masih berwarna merah menandakan bahwa kandungan gas metan yang terproduksi masih rendah.

**Kata kunci:** : Limbah Padat, Biogas, Portabel Bioreaktor, Kontinu, Anaerobik.

---

## 1. Pendahuluan

Global warming, masalah sampah dan limbah, dan krisis energi adalah masalah lingkungan hidup utama saat ini. Aktifitas manusia biasanya menyebabkan masalah ini. Faktor biotik dan abiotik yang mempengaruhi budaya manusia termasuk lingkungan kita. Pengembangan energi baru dan terbarukan sebaiknya dilakukan dengan tidak berbenturan dengan masalah pangan. Penggunaan bahan baku energi terbarukan baik penggunaan bahan bakar, bahan biogas (limbah) diharapkan dapat menaikan nilai dari buangan tersebut dan dapat membantu mengurangi masalah lingkungan. Salah satu energi terbarukan yang mempunyai potensi untuk dikembangkan ialah energi yang berasal dari limbah biomassa bahan bakar tersebut dapat di ubah menjadi energi, salah satunya adalah biogas. Kotoran sapi merupakan bahan potensial sumber bahan anaerobik. Produksi gas bio dari material organik dengan bantuan bakteri anaerobik tanpa menggunakan oksigen dikenal sebagai biogas. Penggunaan biogas dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Penggunaan gas LPG sebesar 465,5 kg mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari kayu bakar dan biogas secara keseluruhan mengurangi emisi kayu bakar.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimen sungguhan (True Experiment). Tujuannya adalah untuk mengetahui bagaimana hubungan variabel-variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini di teliti pengaruh bahan baku (limbah padat kantin kabara) terhadap biogas yang dihasilkan.

### 2.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi:

- a. Data primer, Data yang diperoleh secara langsung dari hasil penelitian, termasuk data dari pengujian awal hingga akhir, baik dari analisis hasil laboratorium maupun dari peristiwa yang terjadi selama penelitian di lapangan.
- b. Data sekunder, Data yang diperoleh dari literatur pustaka yang tersedia. Sebagai sumber data untuk analisis, dokumen, laporan, peraturan, dan browsing internet yang terkait dengan subjek penelitian diperiksa dan dicatat.

### 2.2 Analisis Data

Analisa Laboratorium

Adapun data hasil pengujian laboratorium yang dilakukan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hubungan kandungan COD influen dan efluen terhadap waktu fermentasi pada proses produksi biogas secara kontinu dari limbah padat organik kantin kabara

### 2.3 Variabel-variabel Penelitian

Penentuan variabel-variabel penelitian:

- a. Variabel Bebas (*independent variabel*)

Variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan perubahan pada variabel terikat disebut variabel bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah limbah padat organik kantin kabara.

b. Variabel Terikat (*dependent variabel*)

Variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas disebut sebagai variabel terikat. Variabel terkait dalam penelitian ini adalah Produksi biogas.

c. Variabel Kendali

Variabel kendali pada penelitian ini

- 1) Sistem kontinyu
- 2) Sumber bakteri organik adalah limbah sapi
- 3) Waktu tinggal

#### 2.4 Perumusan Hipotesa

Hipotesa untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

Hipotesa untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

$H_0$  : Limbah padat organik kantin kabara tidak dapat digunakan (tidak berpengaruh) untuk produksi biogas pada sistem portabel bioreaktor.

$H_a$  : Limbah padat organik kantin kabara dapat digunakan (berpengaruh) untuk produksi biogas pada sistem portable bioreaktor.

#### 2.5 Prosedur Penelitian

##### Alat dan bahan

Berikut adalah alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan adsorben dari ijuk pohon aren :

a. Alat

- 1) Drum 120 liter sebagai bioreaktor
- 2) Pipa PVC 1 ½ dan 2 inch
- 3) Kran Pipa ukuran 1 ½ inch
- 4) Lem pipa
- 5) Lem kaca
- 6) Lem plastik stil
- 7) Selang kompor
- 8) Y sambungan gas
- 9) Kran gas
- 10) Monometer
- 11) Selang ukuran 5/16 dan 1/4
- 12) Corong
- 13) Embe
- 14) Gayung
- 15) Alat pengaduk
- 16) Sarung tangan
- 17) Ban dalam mobil bekas

b. Bahan

- 1) Kotoran sapi
- 2) Limbah padat organik
- 3) Air

#### 2.6. Tahapan Penelitian

Di dalam studi ini ada beberapa tahapan meliputi :

- a. Sediakan biodigester anaerobik yang terbuat dari tandon air berukuran 120 liter dengan kondisi bagian atas tertutup dan telah dicat warna hitam.
- b. Buat 3 lubang pada tandon air :
  - 1) Beri lubang pertama yang dibuat dengan jarak  $\pm 10$  cm dari dasar drum. Untuk memasukkan bahan baku, pipa in-let ukuran 2 inci dipasang di luar drum dan diarahkan ke atas dengan jarak  $\pm 80$  cm tinggi. Untuk mencegah

kebocoran, lem sambungan pipa dengan lem pipa dengan kualitas baik dan tambal sisi lubang dengan glue gun.

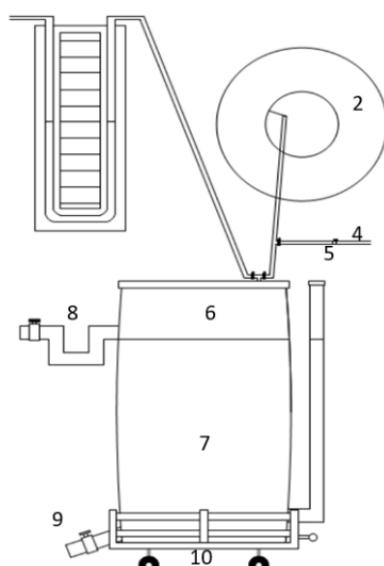
- 2) Pada atas tutup drum air, lubang kedua dibuat. Fungsinya adalah untuk memasang selang gas dari dalam bioreaktor anaerobik ke monometer. Ini digunakan untuk menghitung jumlah gas yang dihasilkan dan untuk melakukan uji nyala biogas. Untuk mencegah kebocoran, tambahkan lem glue gun pada sisi lubang.
- 3) Lubang ketiga dibuat bersebrangan dengan pipa inlet pada jarak  $\pm 20$  cm dari atas drum. Keluarkan pipa dengan berbentuk U menyambungkan stop kran pipa PVC 2 inch pada pipa in-let kemudian rekatkan dengan lem pipa.
- 4) Pasangkan kran PVC pipa 2 inci ke pipa keluaran, lalu pasang dengan lem pipa.
- 5) Beri warna hitam pada anaerobik biodigester.
- 6) Pasang cabang pada selang gas, pasang saluran ke monometer, dan pasang katup pada selang yang mengarah ke alat uji nyala.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Portabel Bioreaktor

Portabel Biorektor adalah reaktor yang didalamnya terjadi proses bilogi yang dapat pindahkan lokasinya sesuai kebutuhan. Portabel bioreaktor biasanya mempunyai skala yang tidak begitu besar, yang secara umum bisa membantu digunakan sebagai :

- a. Keperluan *workshop*
- b. Penyuluhan ke daerah terpencil
- c. Dan Sebagainya.



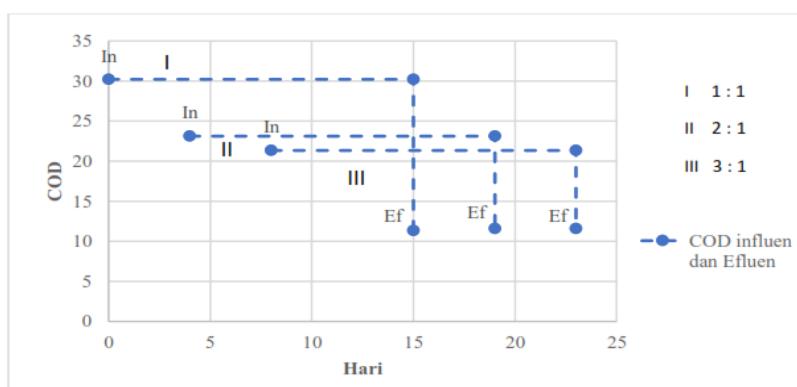
Berikut adalah hasil Analisa Perombakan COD dan Hasil Produksi Biogas disajikan pada Tabel 4.1 berikut : Tabel 4.1. Perombakan COD dan Hasil Produksi Biogas

Perlakuan	COD mg/l Influen	(mg/l) COD Efluen	(%) COD Terdegradasi	Jumlah Δh (cm)	Warna Nyala
T0 (1 : 1) (05/09/2024)	30.222				
T4 (2 : 1) (09/09/2024)		23.111			

T8 ( 3 : 1 ) (13/09/2024)	21.333					
T15 ( 1 : 1 ) (20/09/2024)	11.333	18,889	62,5	498.8	Merah	
T19 ( 2 : 1 ) (24/09/2024)	11.571	11.540	49,9	489.8	Merah	
T23 ( 3 : 1 ) (25/09/2024)	11.600	9.733	45,6	473.4	Merah	

Sumber data Primer, 2024.

Grafik hubungan antara kandungan COD influen dan efluen terhadap waktu fermentasi pada proses produksi biogas secara kontinu dari limbah padat organik kantin kabara digambarkan pada Gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara Konsentrasi COD dan waktu fermentasi pada proses produksi biogas secara kontinu.

Dari hasil analisa laboratorium yang dilakukan dapat diketahui bahwa konsentrasi COD pada influen tidak menunjukkan selisih yang signifikan dapat dilihat pada (Tabel 4.1 dan Gambar 4.2), influen yang digunakan selama 8 hari proses (0 – 8, 3 sampel) dari hari ke 0, 4 dan 8 yakni 30.222, 23.111 dan 21.333 mg/l. Pengukuran konsentrasi efluen pada hari ke 15, 19 dan 20 juga tidak begitu banyak selisihnya yakni sekitar 11.333, 11.571 dan 11.600 mg/l. engan COD yang terdegradasi yakni 62,5%, 49,9% dan 45,6 %. Hal ini mengidentifikasi bahwa bahan – bahan organik padat kantin kabara telah dirombak oleh mikroorganisme anaerobiik menjadi biogas.

Degradasi bahan organik menjadi biogas selain ditunjukkan dengan penurunan kandungan COD, juga harus ditunjukkan dengan sejumlah gas yang terproduksi. Jumlah gas yang terbentuk pada penelitian ditunjukkan dengan adanya perbedaan ketinggian manometer dan nyala api biogas terproduksi. Semakin besar perbedaan ketinggian maka jumlah gas yang diproduksi semakin banyak. Perbedaan ketinggian manometer yang didapat selama 15 hari unuk influen hari ke 0,4 dan 8 yakni antara 498.8 , 489.8 dan 473.4 cm, didapati nyala biogas terproduksi masih berwarna merah menandakan bahwa masih banyak kandungan CO<sub>2</sub> yang terbentuk dari pada kandungan CH<sub>4</sub> yang terproduksi.

### Uji nyala api

Disimpulkan bahwa hasil nyala api pada hari ke 15 api belum menyala dan menandakan belum terbentuknya gas metan, lalu pada hari ke 19 melakukan uji nyala api hasilnya adalah belum ada nyala api maka menandakan bahwasannya belum ada gas metan yang terbentuk, dan pada hari ke 23 melakukan uji nyala api dan hasil dari uji nyala api pada hari ke 23 nyala api masih sedikit dan berwarna merah. Uji nyala biogas terproduksi pada disajikan dalam Gambar berikut :



**Gambar 4. 3 Hasil dokumentasi hari ke 15**

Dimana bisa disimpulkan bahwa nyala api pada hari ke 15 dengan menggunakan perbandingan 1 : 1, menunjukan bahwa ini adalah proses yang paling baik,dengan COD yang terdegradasi adalah 62,5 %, tekanan pada manometer sebesar 498.8 cm dengan nyala api berwarna merah.



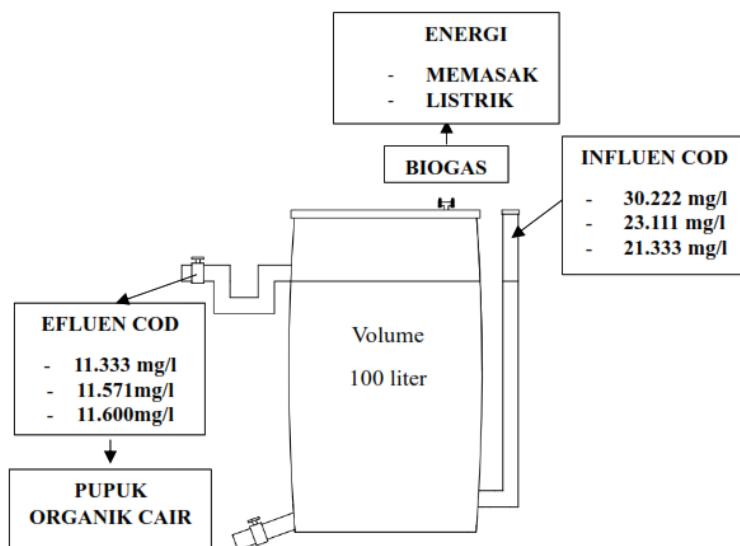
**Gambar 4.4. Hasil dokumentasi hari ke 19**

Dimana bisa disimpulkan bahwa nyala api pada hari ke 19 dengan menggunakan perbandingan 2 : 1 ,dengan COD yang terdegradasi adalah 49,9 %, tekanan pada manometer sebesar 489.8 cm dengan nyala api berwarna merah.



**Gambar 4. 5 Hasil dokumentasi hari ke 23**

Dimana bisa disimpulkan bahwa nyala api pada hari ke 23 dengan menggunakan perbandingan 3 :1 ,dengan CODyang terdegradasi adalah 45,6 %, tekanan pada manometer sebesar 473.4 cm dengan nyala api berwarna merah



Gambar 4.6. Rangkaian Produksi Biogas Secara Kontinu.

Dari gambar 4.6 dapat dilihat bahwa kandungan COD mengalami penurunan dari 30.222, 23.111 dan 21.333 mg/l dalam influen (limbah padat organik) menjadi 11.333, 11.571 dan 11.600 mg/l dalam efluen. Hal ini menandakan bahwa proses anaerobik dalam reaktor telah berlangsung. Bakteri menggunakan karbon dalam limbah padat kantin kabara sebagai sumber energi dengan mendekomposisi bahan organik selama proses fermentasi dan memproduksi senyawa  $\text{CH}_4$  (metan). Proses tersebut menyebabkan sumber karbon menurun. Perbandingan limbah padat kantin kabara terhadap larutan kotoran sapi 1 : 1, 2 : 1 dan 3 : 1 didapat efektifitas perombakan sumber limbah COD masing – masing 62,5 %, 49,9 % dan 45,65 %, sesilisih ketinggian pada manometer menjadi 498,8 cm, 489,8 cm dan 473,4 cm . Karena perbandingan (1 : 1) yaitu berkisar 50 % limbah padat kantin kabara dan 50 % larutan kotoran sapi, maka lebih banyak substrat lebih banyak kandungan mikroorganisme yang dapat mempercepat proses perombakan limbah padat kantin kabara menjadi biogas sedangkan pada perbandingan (2 : 1) yaitu berkisar 66,6 % limbah padat kantin kabara dan 33,4 % larutan kotoran sapi dan (3 : 1) yaitu berkisar 75 % limbah padat kantin kabara dan 25 % larutan kotoran sapi. lebih sedikit mikroorganisme di dalamnya maka proses tersebut menjadi lambat. mikroorganisme berperan penting dalam proses perombakan limbah padat kantin kabara menjadi biogas dalam proses anaerobik, maka dapat di simpulkan dari ketiga perbandingan tersebut perbandingan (1 : 1) menunjukkan efektivitas proses yang baik

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

- Limbah padat organik kantin kabara dapat digunakan sebagai bahan baku untuk menghasilkan Biogas.
- Perbandingan limbah padat kantin kabara terhadap larutan kotoran sapi 1 : 1 menunjukkan kondisi yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan effisien penurunan COD sebesar 62,5 % dan selisih ketinggian manometer 498,8 cm. Nilai tersebut menunjukkan nilai yang paling baik dari ketiga kondisi yang dicoba.
- Faktor – faktor yang mempengaruhi kinerja bioreaktor diantaranya adalah substrat, temperatur dalam reactor dan mikroorganisme yang tumbuh didalam reaktor yang merombak bahan organik menjadi biogas

## Referensi

- [1] Nisa, F. A. (2022). *Pengaruh Fermentasi Limbah Rumen Sapi dan Ragi Terhadap Performa Kompor Biogas* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- [2] Gustrio, V. F. (2019). PEMANFAATAN KOTORAN HEWAN (SAPI) SEBAGAI BIOGAS PERSPEKTIF SOSIOLOGI LINGKUNGAN (STUDI KASUS DI DESA KEDIRI KECAMATAN GADINGREJO KABUPATEN PRINGSEWU).
- [3] Putra, L. E. S., Sari, K. E., & Meidiana, C. (2020). Pemanfaatan limbah Kotoran Ternak Menjadi Energi Alternatif Biogas Skala Rumah Tangga Dusun Gangsan. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*, 9(2), 131-138.
- [4] Elfiano, E., Fadhilah, M. C., & Masdar, M. S. (2019). Sistem Biogas Sebagai Energi Terbarukan Skala Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Kotoran Burung Puyuh. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 2(02), 92-98.
- [5] Effendy, S., Syarif, A., Tahdid, T., & Trisnaliani, L. (2018). Biogas Hasil Konversi Limbah kotoran Sapi Sebagai Bahan Bakar Genset untuk Menghasilkan Energi Listrik Kapasitas 0, 3 kWatt. Prosiding SENI-ATI, 4(1), 97-102.
- [6] Rosyadah, A., Sunaryo, M., Zahra, J. S., Ramadhani, H. K., Hikmiah, S., Apriyanti, A. A., ... & Wasillah, F. (2023). Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi Terhadap Pembuatan Biogas dan Pupuk Organik di Desa Madureso, Mojokerto:-. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 4(2), 711-720.
- [7] Pratiwi, I., Permatasari, R., & Homza, O. F. (2019). Produksi biogas dari limbah kotoran sapi dengan digester fixed drum. *Aptekmas Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 2(3).
- [8] Nasoetion, P., Marsad, H., & Yupratama, S. (2023). Pembuatan Biogas Secara Kontinu Dari Limbah Sayuran Dengan Campuran Kotoran Sapi. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains*, 7(2), 94-99.
- [9] Sulistiyo, Y., Sustiyah, S. Z., & Satata, B. (2016). Pemanfaatan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Biogas Rumah Tangga Di Kabupaten Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Udayana Mengabdi*, 15(2), 150-158.
- [10] Putra, G. M. D., Abdullah, S. H., Priyati, A., Setiawati, D. A., & Muttalib, S. A. (2017). Rancang bangun reaktor biogas tipe portable dari limbah kotoran ternak sapi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 5(1), 369-374.
- [11] Maryani, S. (2016). Potensi campuran sampah sayuran dan kotoran sapi sebagai penghasil biogas (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim). Sahri, M., Fachrudin, F., & Setiawidayat, S. (2019). Rancang Bangun Purwarupa Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa. Prototip: *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Mesin*, 11(2), 78-85.
- [12] Rivaldo, A. R. (2021). Sistem Biogas Sebagai Energi Terbarukan Skala Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tahu (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- [13] Wulandari, C., & Labiba, Q. I. T. H. R. I. N. (2017). Pembuatan Biogas dari Campuran Kulit Pisang dan Kotoran Sapi Menggunakan Bioreaktor Anaerobik. *Inst Teknol Sepuluh Nop*, 6-15.
- [14] Amiruddin, A. (2021). Analisis Kandungan Biogas Dari Campuran Tongkol Jagung Dengan Kotoran Sapi (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS HASANUDDIN).
- [15] Amrullah, A., & Lubis, M. (2017). Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Biogas. *ILTEK*, 12(01), 1731-1734.
- [16] Saputra, M. T. A. (2023). PENINGKATAN PRODUKSI BIOGAS DARI AIR LIMBAH INDUSTRI TAPIOKA MENGGUNAKAN ONGGOK (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS LAMPUNG).
- [17] Damayanti, A. A., Fuadina, Z. N., Azizah, N. N., Karinta, Y., & Mahardika, I. K. (2021). Pemanfaatan sampah organic dalam pembuatan biogas sebagai sumber energi kebutuhan hidup sehari-hari. *Eksperi: Jurnal Teknik Energi*, 17(3), 182-190.
- [18] Erfiani, M., Priyanti, I., Manurung, M., Yuliana, D., & Ramadhan, M. F. (2023). Rancang Bangun Reaktor Biogas Portable Menggunakan Limbah Sampah Organik Dan Starter Kotoran Sapi. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2), 365-371.
- [19] Sa'diyah, A., Hantoro, R., & Mulato, S. (2014). ANALISIS PRODUKTIVITAS BIOGAS PADA BIO-REAKTOR TIPE FIXED DOME SNV MENGGUNAKAN MODEL MATEMATIS MONOD TYPE KINETIC. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [20] Haryanto, A., Irawan, D. S., Suharyatun, S., Rahmawati, W., Telaumbanua, M., Wisnu, F. K., ... & Ningrum, P. (2021). Rancang bangun dan uji kinerja digester biogas rumah tangga tipe floating tank dengan substrat kotoran sapi. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 9(2), 130-142.
- [21] SNI 7763-2018 - Pupuk Organik Padat