

## **Analisis Dan Perancangan Alat Biogas Sebagai Energi Alternatif Skala Rumah Tangga Dalam Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi**

<sup>1)\*Jainal Arifin, <sup>2)Firda Herlina, <sup>3)Ahmadil Amin, <sup>4)Hendi Cahya Iman</sup>  
(<sup>1,2,3,4</sup>) Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Kalimantan MAAB,  
Jl. Adhyaksa No.2 Kayutangi Banjarmasin, Indonesia  
\*Email: jainalarifin804@gmail.com</sup></sup></sup>

Diterima: 25.08.2023 Disetujui: 07.11.2023 Diterbitkan: 10.11.2023

### **ABSTRACT**

*Energy in recent years has become a critical problem in the world. The increasing demand for energy due to population growth and depleted reserves is the problem of World Oil and Emissions. Fossil fuels bring pressure on every country to produce and use renewable energy. In addition, world oil prices have risen to \$100 per barrel, which is also a serious cause that uses many countries' people. countries in the world, especially Indonesia. The method that needs to be used to improve the scarcity of Lpiji gas in Ambawang Village, Batu Ampar District is by using cow dung to become biogas. The stages are: Designing a household-scale biogas appliance, preparing materials and equipment, and testing the household-scale biogas appliance that has been designed. So it can reduce the scarcity of Lpiji gas. Based on observations in the Ambawang Village area, Batu Ampar District, they admitted that obtaining LPG fermented by anaerobic bacteria was difficult. The largest change in manometer air height occurred on days 19 and 30 in Variation S1, the change in manometer air height was 4 cm compared to the previous day. The total height of the manometer for 30 days was 28.2 cm. The pressure of biogas produced for 30 days was 104090.4 N/m<sup>2</sup>, the maximum amount of biogas evolution on days 19 and 30 was 0.4192011 m<sup>3</sup>, and the total amount of biogas for 30 days was 12.15 m<sup>3</sup>. The methane gas produced during 30 days of fermentation can be used on the stove for 51 minutes 34 seconds, and the color of the flame is slightly bluish, indicating that the methane gas produced still contains a small percentage of water. And can heat 1.5 liters of 93°C water for 12 minutes.*

**Keywords:** *Planning, Biogas, Digester*

### **ABSTRAK**

Energi dalam beberapa tahun terakhir merupakan masalah kritis di dunia. Meningkatnya permintaan energi karena pertumbuhan populasi penduduk, cadangan minyak semakin menipis dan emisi dunia dari bahan bakar fosil membawa tekanan setiap negara. Harga minyak dunia naik mencapai \$100 per barel juga menjadi penyebab serius yang menggunakan banyak orang negara-negara di dunia khususnya Indonesia. Metode yang perlu di lakukan untuk memperbaiki kelangkaan gas Lpiji di Desa Ambawang Kecamatan Batu Ampar dengan memanfaatkan kotoran sapi menjadi biogas. Adapun tahapannya: Mendesain alat biogas skala rumah tangga, persiapan bahan dan peralatan, dan pengujian alat biogas skala rumah tangga yang sudah terancang. Sehingga dapat mengurangi kelangkaan gas Lpiji. Berdasarkan pengamatan di daerah Desa Ambawang Kecamatan Batu Ampar mengaku sulitnya mendapatkan gas Lpiji fermentasi oleh bakteri anaerob. Perubahan tinggi udara manometer terbesar terjadi pada hari ke 19 dan 30 pada variasi S1, perubahan tinggi udara manometer 4 cm dibandingkan hari sebelumnya. Tinggi total manometer selama 30 hari adalah 28,2cm. Tekanan biogas yang dihasilkan selama 30 hari adalah 104090,4N/m<sup>2</sup>, jumlah evolusi biogas maksimum pada hari ke-19 dan 30 adalah 0,4192011m<sup>3</sup>, dan jumlah total biogas selama 30 hari adalah 12,15m<sup>3</sup>. Gas metana yang dihasilkan selama 30 hari fermentasi dapat digunakan di atas kompor selama 51 menit 34 detik, dan warna apinya agak kebiruan, menandakan bahwa gas metana yang dihasilkan masih mengandung air dalam persentase yang kecil. Dan dapat memanaskan 1,5 liter air 93°C selama 12 menit.

**Kata kunci:** Perancangan, Biogas, Digister

## I. Pendahuluan

Energi dalam beberapa tahun terakhir merupakan masalah kritis di dunia. Meningkatnya permintaan energi karena pertumbuhan penduduk populasi, cadangan minyak semakin menipis dan menyebabkan emisi dunia. Bahan bakar fosil membawa tekanan setiap Negara memproduksi dan gunakan energi terbarukan, di samping itu harga minyak dunia naik mencapai \$100 per barel juga menjadi penyebab serius yang menggunakan banyak orang negara-negara di dunia khususnya Indonesia.(Nurhilal & Lesmana, 2020; Sudarti, 2022). Ada seperti pencarian, pengembangan, dan penyebaran teknologi energi non-bahan bakar perlindungan lingkungan sangat penting khusus untuk keluarga miskin sebagai kelompok yang paling terpengaruh dampak kenaikan harga BBM. Sebagai teknologi untuk memenuhi kebutuhan ini adalah teknologi biogas (Holik et al., 2020; Suharno et al., 2023; Usman, 2020).

Biogas merupakan sumber energi alternative berupa gas yang di hasilkan oleh bahan organik. Biogas merupakan sumber energi terbarukan. Bahan tersedia untuk di produksi biogas berbagai sampah organik seperti sampah biomassa, kotoran manusia, kotoran ternak, dll, di proses dengan proses penguraian matrial bakteri anaerob (Damayanti et al., 2021; Usman, 2020).

Populasi ternak, terutama sapi di Kabupaten Tanah Laut, Kecamatan Batu Ampar, Desa Ambawang cukup tinggi yaitu 121 ekor yang terkonsentrasi di satu desa. Setiap ekor sapi dapat menghasilkan 8 kg kotoran. Berdasarkan potensi ternak dan kotorannya, perlu di lakukan kegiatan penelitian pemanfaatan kotoran sapi sebagai sumber energi biogas di Kecamatan Batu Ampar, Desa Ambawang yang berada di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, terdiri dari 200 KK, dengan jumlah penduduk sekitar 600 orang Penduduk usia muda yang berpendidikan tidak kembali ke desa, tetapi bekerja di luar desa, yang tidak memiliki pekerjaan atau pendidikan maka mereka lah yang terus menyumbang kehidupan dengan meneruskan sawah, kebun dari warisan orang tuanya.(Damayanti et al., 2021; Mahardhian et al., 2017). Yang memperhatikan sawah maupun kebun peninggalan orang tua semakin sedikit karena beban hidup yang terus bertambah maka

peninggalan tersebut mulai di jual ke luar, sehingga penduduk tetap berada dalam keterpurukan.(Arum et al., 2017; Suharno et al., 2023)

Metode yang perlu di lakukan untuk memperbaiki kelangkaan gas Lpiji di Desa Ambawang Kecamatan Batu Ampar dengan melakukan inovasi dengan memanfaatkan kotoran sapi menjadi biogas sehingga dapat mengurangi kelangkaan gas Lpiji mudahnya mendapatkan kotoran sapi sehingga memudahkan masyarakat Desa Ambawang untuk melakukan inovasi membuat gas menggunakan kotoran sapi (I Putu Awing Wiratmana, 2012; I.R. Zulkarnaen, n.d.; Pengabdian Kepada Masyarakat MEDITEG et al., 2022).

Atas dasar permasalahan tersebut penulis melakukan penelitian tentang “Analisis Dan Perancangan Alat Biogas Sebagai Energi Alternatif Skala Rumah Tangga Dalam Pemanfaatan Limbah Kotoran Sapi” Kelangkaan Gas LPIJI terjadi di berbagai daerah Indonesia banyak masyarakat menjerit karena harus mengantri sangat lama bahkan tidak mendapatkannya dengan adanya kompor biogas skala rumah tangga bisa menjadi alternatif penggunaan Gas Lpiji menjadi kompor biogas skala rumah tangga. Semoga dengan adanya alternatif kompor biogas skala rumah tangga dapat memberi solusi dan membantu masyarat agar tidak kesulitan mendapatkan gas.

## II. Bahan dan Metode

### 1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

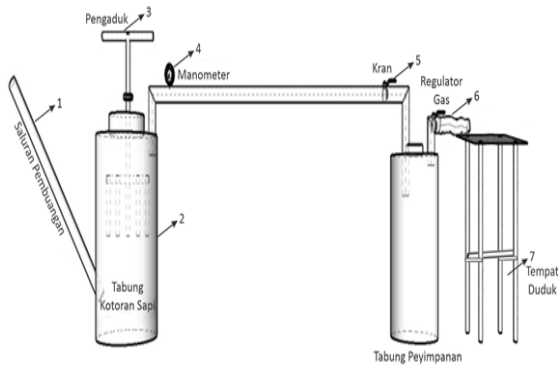
1. Las (Alat penyambung besi)
2. Gergaji besi
3. Grindra
4. Mesin bor
5. Roll meter
6. Mata grindra
7. Lem

Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tong plastik 1buah digester, 1 buah
2. Kotoran sapi
3. Kompor Gas
4. Selang Gas
5. Regulator Gas
6. Kran

7. Manometer
8. Bearing
9. Pipa besi
10. Baja ringan taso

Gambar 1. Desain Biogas Sekala Rumah Tangga



#### Spesifikasi alat :

- Saluran pembuangan : Panjang 5 meter  
Tabung kotoran sapi : Diameter atas 40 cm, diameter bawah 70 cm, dan tinggi 100 cm, dengan kapasitas 300 liter.  
Pengaduk : Diameter atas 60 cm, dengan panjang 100 cm dengan panjang penyangga 1 meter.  
Manometer : 1 (Satu)  
Manometer : 1 (Satu)  
Manometer : 1 (Satu)  
Tempat duduk gas : Diameter 100 cm, tinggi 100 cm

## 2. Metode

Ada beberapa tahapan untuk pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

- 1) Mendesain alat biogas skala rumah tangga  
Tahapan pertama pelaksanaan penelitian ini di mulai dengan mendesain alat biogas skala rumah tangga yang akan di rancang bangun untuk memudahkan proses perancangan alat untuk penelitian selanjutnya.
- 2) Persiapan bahan dan peralatan  
Tahapan ini mempersiapkan bahan dan peralatan yaitu di antaranya dengan menggunakan bahan kotoran sapi dengan variasi buah papaya dan rumput gajah.
- 3) Rekonstruksi alat  
Tahapan selanjutnya setelah selesai mempersiapkan bahan dan peralatan

adalah merancang bangun Tengki drum pengolahan, pipa penghubung, menometer, kran, Drum penyimpanan gas, alat pengaduk, tempat duduk kompor.

- 4) Pengujian alat biogas skala rumah tangga yang sudah terancang  
Selanjutnya di lakukan pengujian kinerja alat yang sudah jadi untuk mengetahui kinerja dan kekurangan alat biogas skala rumah tangga.
- 5) Penyempurnaan rancangan alat yang di uji kinerjanya dan ditemukan memiliki kekurangan di perbaiki dengan mengatasi kekurangan tersebut untuk menciptakan alat biogas skala rumah tangga yang lebih sempurna.
- 6) Menganalisa dan perhitungan pada alat dalam 20kg kotoran sapi berapa lama pemakaian kompor biogas bisa menyala dan dilakukan berulang kali agar mendaptkan hasil lebih maksimal.
- 7) Alat siap digunakan Setelah alat selengkap mungkin, alat siap di gunakan untuk pengumpulan data dan bahan penelitian.

## 3. Tempat

Tempat pengambilan data dan tempat pelaksanaannya di lakukan di Desa Ambawang, Kec Batu Ampar, Kab Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

## III. Hasil dan Pembahasan

### 1. Pengolahan Biogas

Untuk mendapatkan biogas perlu dilakukan pengisian feses sapi dan komposisi bahan campuran ke dalam tabung kemudian dilakukan pengadukan dengan tongkat mixer, kotoran sapi dicampur dengan takaran air agar bisa diaduk dengan rata di tabung digester, jumlah pengisian sebanyak 250 kg diambil dari 24 sapi dengan campuran air 1:1 agar masuk tabung berbentuk lumpur cair. Setelah lumpur kotoran sapi terbentuk, maka pada bar mixer dibuka agar bisa cepat dimasukan kedalam tabung. Ketika lumpur kotoran sapi masuk tabung maka katup gas harus dibuka agar bisa membuang udara didalam tabung. Setelah tabung digester terisi maka katup gas ditutup agar gas yang keluar tidak terbuang.

Tabel 1. Variasi campuran substrat

Variasi	Komposisi bahan		
	Kotoran Sapi (Kg)	Buah Pepaya (kg)	Air (L)
S1	120	10	120
S2	125	5	125

Seperti yang di tunjukan pada tabel 1. penelitian ini dilakukan 2 percobaan yaitu dengan variasi S1 memasukkan 120 Kg kotoran sapi dengan starter 10 kg dan air 120 liter. Kemudian percobaan kedua dengan 5 kg starter (buah pepaya) dengan 125 kg kotoran sapi dan 125 liter air. Percobaan ini dilakukan untuk mencari variasi terbaik dalam menghasilkan biogas, kemudian variasi terbaik akan dimasukan ditampilkan dan dianalisis.

## 2. Temperatur Suhu Lingkungan dan Tabung.

Hasil pengukuran temperatur lingkungan dan substrat yang dilakukan selama 30 hari ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur lingkungan terhadap temperatur substrat dan kondisi temperatur dari masing – masing variasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.3



Gambar 2. Temperatur pada tabung digester

Suhu lingkungan rata-rata pagi hari pada S1 sekitar 28-31°C. Dalam Proses anaerobik di dalam reaktor normalnya memiliki dua kisaran suhu yaitu 25-40°C, tingginya temperatur di dalam digester tersebut disebabkan adanya aktifitas anaerob oleh bakteri yang menyebabkan peningkatan suhu di dalam digester tiap perlakuan. Kondisi digester yang terpapar langsung oleh sinar matahari juga memiliki suhu relatif lebih tinggi pada siang hari. Data tabel suhu diatas merupakan data suhu variasi S1 yang mana data yang terbaik dalam menghasilkan biogas.

## 3. Data Biogas Perhitungan Tekanan

Dalam melakukan perhitungan tabung digester menggunakan metode manometer U, dapat diukur perbedaan ketinggian dari permukaan air bagian A dan permukaan air bagian B, dengan mengukur ketinggian tersebut dapat diperoleh nilai ketinggian air pada manometer, pengukuran terhadap perbedaan ketinggian permukaan air manometer ini dilakukan pada proses tabung fermentasi (digester) dan dilakukan setiap harinya.

Dengan adanya tabel 2. data hasil penelitian, terlihat bahwa proses fermentasi berlangsung selama 30 hari dengan kenaikan air pada manometer sebesar 40cm. Unruk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik gambar dibawah ini:

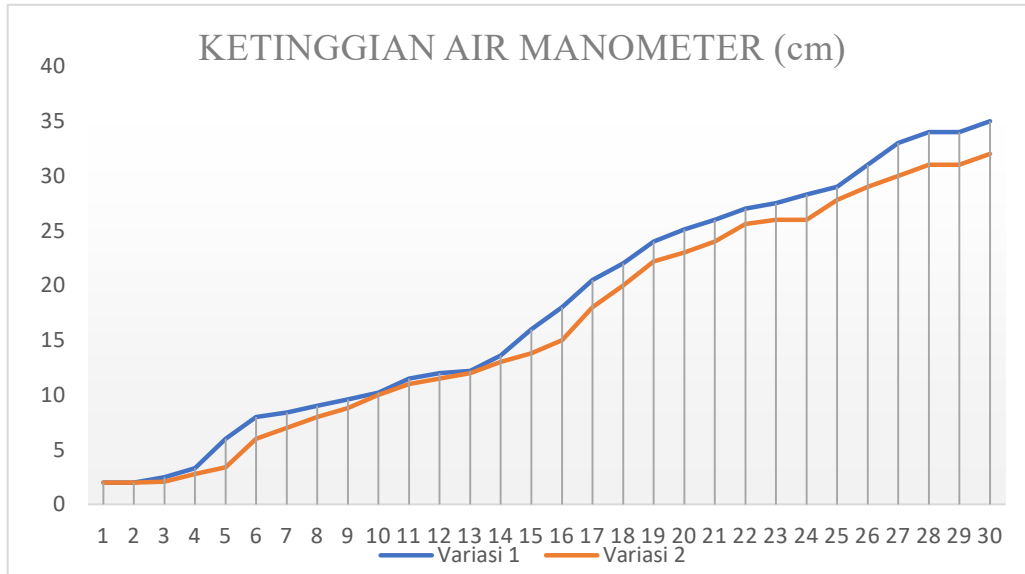
Tabel 2. Data tekanan manometer U

Hari	Ketinggian air manometer		Hari	Ketinggian air manometer	
	S1	S2		S1	S2
1	2	2	16	18	15
2	2	2	17	20,5	18
3	2,5	2,1	18	22	20
4	3.3	2,8	19	24	22,2
5	6	3,4	20	25,1	23
6	8	6	21	26	24
7	8,4	7	22	27	25,6
8	9	8	23	27,5	26
9	9,6	8,8	24	28,3	26
10	10,2	10	25	29	27,8
11	11,5	11	26	31	29
12	12	11.5	27	33	30
13	12,2	12	28	34	31
14	13,6	13	29	34	31
15	16	13,8	30	35	32

Pada grafik 1. dapat dilihat bahwa, ketinggian air manometer semakin hari semakin meningkat, gas *methane* yang dihasilkan pada

variasi 1 lebih meningkat dibandingkan dengan variasi 2, itu dikarenakan beda nya tingkat starter yang dimasukan kedalam campuran

kotoran sapi pada digester saat pengisian. oleh karena itu variasi 2 lebih lambat peningkatan air nya dibandingkan dengan variasi 1.



Grafik 1. Ketinggian air manometer

Selama proses fermentasi berlangsung, terjadinya kenaikan permukaan air pada manometer. Dari kenaikan permukaan air manometer tersebut, maka dapat dilakukan pengolahan data terhadap nilai dari kenaikan air manometer untuk menghitung nilai tekanan biogas pada setiap harinya.

### 3.1 Hasil Perhitungan Tekanan Biogas

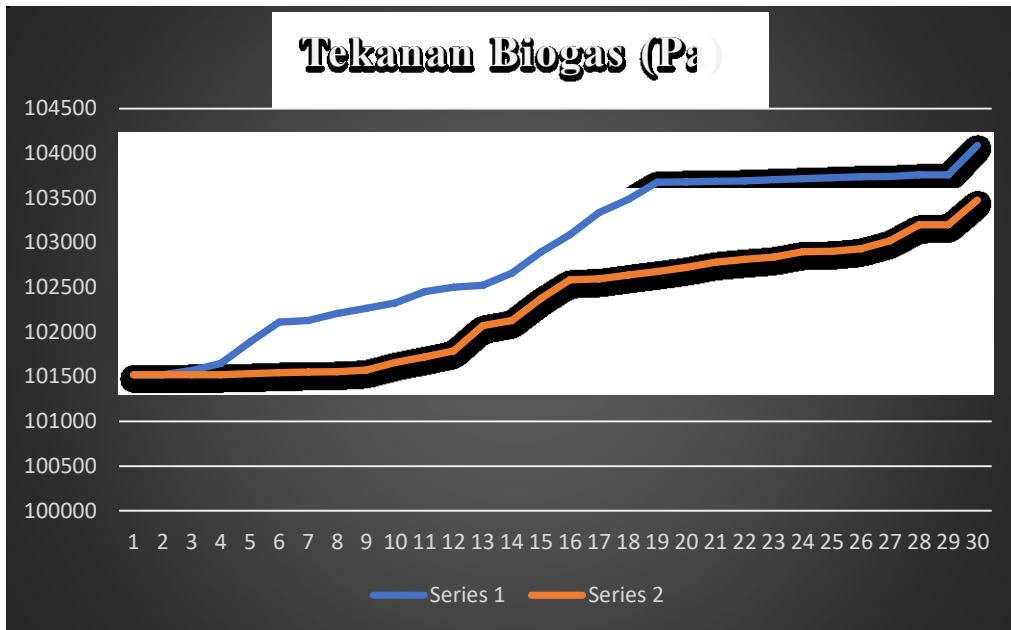
Setelah dilakukan perhitungan tekanan biogas, dapat dilihat pada tabel. 3 bahwa semakin hari tekanan biogas semakin meningkat, tetapi pada hari ke-11 tekanan biogas menurun drastis dikarenakan gas *methane* yang dihasilkan dikeluarkan ke lingkungan sekitar, maka terjadilah penurunan tekanan biogas.

Tabel 3. Data tekanan biogas

Hari	Tekanan Biogas (Pascal)		Hari	Tekanan Biogas (Pascal)	
	S1	S2		S1	S2
1	101521,1	101521,1	16	103090,1	101669,7
2	101521,1	101521,1	17	103335,3	101687,2
3	101570,1	101523,9	18	103482,4	101699,2
4	101648,6	101528,1	19	103678,5	101735,8
5	101888,3	101533,1	20	103681,7	101782,1

6	102109,5	101544,6	21	103687,8	101805,2
7	102128,7	101551,8	22	103692,6	101823,5
8	102207,5	101555,8	23	103704,1	101849,3
9	102266,4	101571,6	24	103715,7	101866,7
10	102325,2	101609,2	25	103725,3	101892,6
11	102452,4	101615,9	26	103737,8	101942,9
12	102501,7	101628,9	27	103741,2	101977,3
13	102521,4	101638,2	28	103757,6	102031,6
14	102658,7	101645,7	29	103757,6	102031,6
15	102894,1	101658,6	30	104090,4	102098,9

Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar grafik tekanan biogas dan hari fermentasi. seperti terlihat pada grafik 2. Peningkatan tekanan dari hari 1 hingga hari ke 30 meningkat dari hari dan tekanan biogas tertinggi sebesar 104090,4 Pa pada Series 1 pada hari ke-30. Sedangkan Series 2 hanya mampu mendapatkan Tekanan sebesar 102098,9 Pa. Dikarenakan perbedaan isi campuran antara Variasi 1 dengan Variasi 2 memungkinkan terjadinya perbedaan tekanan, dan juga Kondisi suhu lingkungan antara variasi 1 dan variasi 2 dapat menghambat laju fermentasi bakteri anaerob

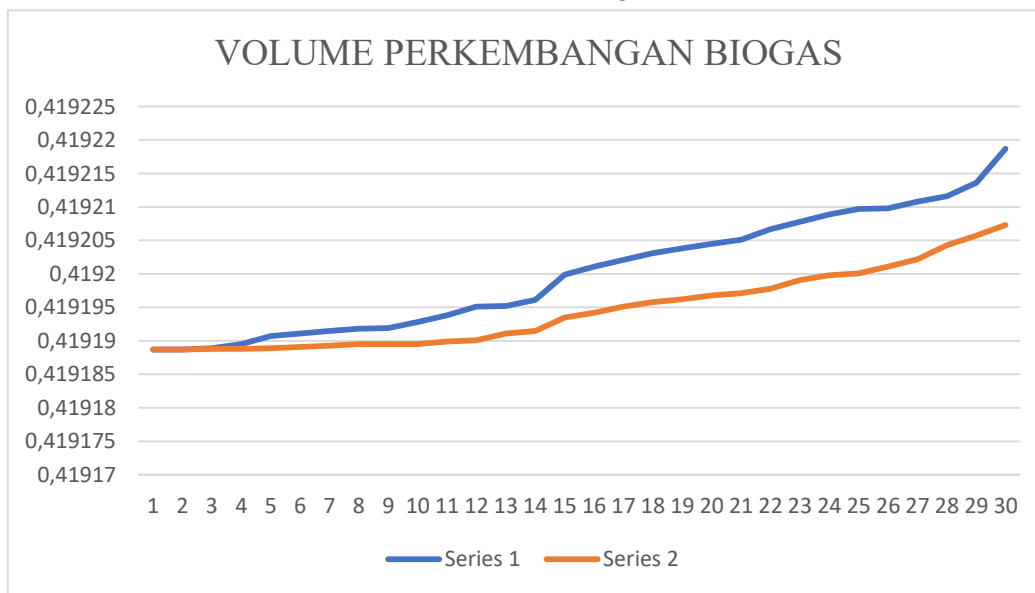


Grafik 2. Perkembangan Tekanan

### 3.2 Hasil Perhitungan Volume Biogas

Setelah dihitung volume perkembangan biogas, ternyata nilai volume perkembangan

biogas bervariasi, karena beberapa faktor dapat mempengaruhi perkembangan. Informasi lebih detail mengenai volume pengembangan biogas.



Grafik 3. Volume perkembangan biogas

Grafik 3. menunjukkan bahwa volume perkembangan biogas meningkat dari hari ke hari pada hari ke-15 Variasi 1 Pada kotoran sapi yang ditambahkan enzim papain, produksi biogas meningkat sejak dieramkan dan mencapai puncak pada minggu pertama. Semakin banyak tambahan buah pepaya terlihat laju produksi biogas juga semakin tinggi. Dengan menggunakan starter buah pepaya 10 Kg, mendapatkan peningkatan yang

signifikan dibandingkan dengan variasi 2 yang hanya menggunakan starter sebanyak 5kg. Perbedaan starter tersebut dapat mempengaruhi perkembangan biogas, yakni lambat nya proses pemecahan molekul oleh bakteri anaerob, dengan adanya tambahan starter maka proses fermentasi akan lebih cepat karena dibantu oleh enzim papain yang terdapat di buah pepaya yang mampu memecahkan molekul pada kotoran sapi. Dan

hari ke-30 volume evolusi biogas mengalami puncaknya karena setelah 30 hari proses fermentasi biogas.

#### 4. Analisa Karakteristik Nyala api

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran lama nyala api biogas yang telah dikumpulkan selama 30 hari kemudian melakukan uji coba nyala api ke kompor per 15 hari. Massa total keseluruhan biogas pada waktu selama 30 hari, dimana volume biogas adalah 12,1564723 m<sup>3</sup>. gas methane yang dihasilkan kemudian diuji dengan uji nyala dengan kompor. Dalam 15 hari fermentasi mampu menyalakan kompor selama 25 menit. 54 detik.



Gambar 3. Karakteristik Nyala Api

Hasil pengujian nyala api yang menggunakan gas metana yang dihasilkan dari proses fermentasi kotoran sapi dan buah pepaya menghasilkan nyala api yang berwarna biru, dengan nyala api yang kecil menyebabkan warna jingga. nyala api jingga menandakan bahwa gas methane yang dihasilkan masih mengandung sedikit air.

#### IV. Kesimpulan

Dalam penelitian ini digunakan drum plastik 250 liter. Digester pada penelitian ini memiliki ruang penyimpanan 60% untuk campuran bahan baku air dan 40% ruang penyimpanan. Untuk menyimpan gas metana yang dihasilkan dalam proses fermentasi. Bahan baku kotoran sapi dan buah pepaya digunakan dalam penelitian ini. Kapasitas digester pada penelitian ini adalah 0,042m<sup>3</sup>, memiliki ruang untuk menyimpan gas metana yang dihasilkan sebesar 1,215/m<sup>3</sup>, kapasitas bahan baku yang akan diisikan ke dalam digester adalah 1,2531m<sup>3</sup>, perbandingan bahan baku dengan kotoran sapi dan air. adalah 1:1 dengan memasukkan total 10 kg buah pepaya

kedalam digester, 140 liter air dan kotoran sapi. Waktu pada penelitian ini adalah 60 hari dari 2 variasi yang dicari dan hanya variasi terbaik yang akan diambil, pada penelitian ini variasi pertama dengan campuran 10 Kg starter adalah variasi terbaik dalam menghasilkan Biogas karena Enzim, papain yang ada didalam buah pepaya sangat berguna untuk memecah molekul kotoran sapi dan kondisi suhu lingkungan yang mempercepat proses fermentasi oleh bakteri anaerob. Perubahan tinggi udara manometer terbesar terjadi pada hari ke 19 dan 30 pada variasi S1, perubahan tinggi udara manometer 4 cm dibandingkan hari sebelumnya. Tinggi total manometer selama 30 hari adalah 28,2 cm. Tekanan biogas yang dihasilkan selama 30 hari adalah 104090,4 N/m<sup>2</sup>, jumlah evolusi biogas maksimum pada hari ke-19 dan 30 adalah 0,4192011 m<sup>3</sup>, dan jumlah total biogas selama 30 hari adalah 12,15 m<sup>3</sup>. Gas metana yang dihasilkan selama 30 hari fermentasi dapat digunakan di atas kompor selama 51 menit 34 detik, dan warna apinya agak kebiruan, menandakan bahwa gas metana yang dihasilkan masih mengandung air dalam persentase yang kecil. Dan dapat memanaskan 1,5 liter air 93°C selama 12 menit.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Universitas Islam Kalimantan (UNISKA) MAAB yang telah membiayai penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen (Kompetitif) Hibah APBU Tahun Anggaran 2022/2023.

#### Daftar Pustaka

- Arum, Suhastyo, A., Program, Agroteknologi, S., Banjarnegara, P., Raya, J., Km, M., Banjarnegara, K., & Tengah, J. (2017). *PEMBERDAYAAN MASYARAKAT MELALUI PELATIHAN PEMBUATAN PUPUK KOMPOS COMMUNITY EMPOWERMENT THROUGH COMPOSTING TRAINING*.
- Damayanti, A. A., Fuadina, Z. N., Azizah, N. N., Karinta, Y., & Ketut Mahardika, D. I. (2021). *PEMANFAATAN SAMPAH ORGANIK DALAM PEMBUATAN BIOGAS SEBAGAI SUMBER ENERGI KEBUTUHAN HIDUP SEHARI-HARI*.

- In *EKSERGI Jurnal Teknik Energi* (Vol. 17, Issue 3).
- Holik, A., Habbib Khirzin, M., Atmaka Aji, A., Studi Agribisnis, P., Negeri Banyuwangi, P., Studi Teknologi Pengolahan Hasil Ternak, P., Negeri Banyuwangi Jl Raya Jember Km, P., & Kabat Banyuwangi, L. (2020). PKM PEMANFAATAN LIMBAH KOTORAN SAPI MENJADI BIOGAS SEBAGAI SUMBER ENERGI. *Jurnal Pengabdian Masyarakat J-DINAMIKA*, 5(2).
- I Putu Awing Wiratmana, I. G. K. S. I. G. N. P. T. (2012). Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Bahan Kering Terhadap Produksi dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 22–32.
- I.R. Zulkarnaen, H. S. T. Y. A. P. (n.d.). PENGARUH RASIO KARBON DAN NITROGEN (C/N RATIO) PADA KOTORAN SAPI TERHADAP PRODUKSI BIOGAS DARI PROSES ANAEROB. *Dinamika Teknik Mesin*, 1–16.
- Mahardhian, G., Putra, D., Abdullah, S. H., Priyati, A., Setiawati, D. A., & Muttalib, S. A. (2017). RANCANG BANGUN REAKTOR BIOGAS TIPE PORTABLE DARI LIMBAH KOTORAN TERNAK SAPI Design of Portable Biogas Reactor Type for Cow Dung Waste. In *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem* (Vol. 5, Issue 1).
- Nurhilal, O., & Lesmana, S. (2020). PEMANFAATAN ECENG GONDOK SEBAGAI ADSORBEN Pb ASETAT. In *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* (Vol. 04, Issue 01).
- Pengabdian Kepada Masyarakat MEDITEG, J., Arifin, J., Herlina, F., Hartadi, B., Ihsan, S., Teknik Mesin, J., Islam Kalimantan MAB Banjarmasin Jalan Adiyaksa No, U., tangi, kayu, & Kalimantan Selatan, B. (2022). *PENDAMPINGAN PENGOLAHAN ASAP CAIR DARI GABAH SEBAGAI PENCEGAHAN HAMA PETANI DESA BARUNAI BARU*. 7(2). <http://mediteg.politala.ac.id/index.php/mediteg>
- Sudarti, A. H. (2022). *Analisis Berbagai Sampah Organik Sebagai Energi Alternatif Biogas Terbarukan*.
- Suharno, S., Tanjung, R. H. R., Nugroho, W. D., & Komari, K. (2023). Desain dan Teknologi Pengembangan Sistem Pengelolaan Agroindustri Peternakan Sapi Berbasis Pendidikan Pondok Pesantren. *Surya Abdimas*, 7(2), 338–347. <https://doi.org/10.37729/abdimas.v7i2.2889>
- Usman, H. M. H. M. M. Abd. K. E. (2020). PEMANFAATAN KOTORAN TERNAK SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN BIOGAS. *Maspul Journal Of Community Empowerment*, 1(1), 13–20.