

## Pembuatan Biogas Dari Limbah Kotoran Ternak Menggunakan Limbah Kemasan Air Mineral

Roif Cahyanto<sup>1</sup>, Eka Yawara<sup>2,\*</sup>, Yosua Heru Irwan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional  
Yogyakarta

Jl. Babarsari, Tambak Bayan, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa  
Yogyakarta 55281

\*Corresponding author: [ekayawara@itny.ac.id](mailto:ekayawara@itny.ac.id).

### Abstract

*The research uses a Batch-feeding digester type. With a volume capacity of 0.15 m<sup>3</sup> which will be filled with 60% cow dung waste substrate and water. The research used 4 variants of comparison of cow dung waste and water. At 60: 40, 50: 50, 40: 60, and 30: 70. The variables observed were biogas pressure, biogas volume, biogas utilization, and flame characteristics. The highest pressure and volume of biogas was found in the experimental variant P3 with a pressure of 109796.1102 N/m<sup>2</sup> and a biogas volume of 0.06502 m<sup>3</sup> compared to P1, P2 and P4. This research shows that water content affects biogas production. The use of flame biogas in the P3 variant was 32 minutes and 48 seconds, the longest usage compared to the other 3 variants. The characteristics of the flame in ratios one and two are similar to the flame colour being blue and more or less reddish in the flame due to the water content that is also burning. Meanwhile, the third and fourth tend to be an even blue, although there is a slight reddish appearance at the tip of the flame. From these characteristics, there is still a small amount of H<sub>2</sub>O that is burned. And it doesn't bother the flames that much.*

**Keywords:** renewable energy technology, cow dung biogas, green energy, biogas, biomass

### Abstrak

Penelitian menggunakan tipe digester *Batch Feeding*. Dengan kapasitas volume 0.15 m<sup>3</sup> yang akan diisi 60% substrat limbah kotoran sapi dan air. Dalam penelitian menggunakan 4 varian perbandingan limbah kotoran sapi dan air. Pada 60 : 40, 50 : 50, 40 : 60, dan 30 : 70. Variable yang diamati tekanan biogas, volume biogas, pemamfaatan biogas, karakteristik nyala api. Tekanan dan volume biogas tertinggi terdapat pada varian percobaan P3 dengan tekanan sebesar 109796.1102 N/m<sup>2</sup> dan volume biogas sebesar 0.06502 m<sup>3</sup> dibandingkan P1, P2 dan P4. Dari penelitian tersebut menunjukkan kadar air berpengaruh terhadap produksi biogas. Dan pengujian pemamfaatan biogas nyala api pada varian P3 sebesar 32 menit 48 detik. Yang merupakan pemamfaatan terlama di banding dengan 3 varian lainnya. Untuk karakteristik nyala api pada perbandingan satu dan dua memiliki kesamaan dengan warna nyala biru dan sedikit banyak kemerahaan pada api karena adanya kandungan air yang ikut terbakar. Sedangkan untuk yang ketiga dan keempat cenderung biru rata meskipun terdapat sedikit kemerahaan pada pucuk nyala api. Dari karakteristik tersebut masih terdapat sedikit kanduangan H<sub>2</sub>O yang ikut terbakar. Dan tidak begitu mengganggu nyala api.

**Kata kunci:** teknologi energi terbarukan, biogas kotoran sapi, energi hijau, biogas.biomassa

## PENDAHULUAN

Krisis energi merupakan salah satu masalah utama yang dialami oleh seluruh negara termasuk Indonesia. Penyebab utama terjadinya krisis energi dikarenakan berkurangnya

cadangan energi fosil. Saat ini, energi yang berasal dari fosil masih menjadi pemasok energi yang utama. Seperti yang di katakan Menteri Keuangan (Menkeu) Sri Mulyani yang memperingatkan bahwa Indonesia perlu mewaspadaai kepada tiga krisis pada tahun depan. Ketiga krisis tersebut adalah pangan, energi, dan keuangan yang berpotensi terjadi [1]. Selain itu masalah yang kita hadapi adalah Efek Rumah Kaca yang di sebabkan meningkatnya konsentrasi gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan gas-gas lain di atmosfer. Gas gas lainnya salah satunya adalah Methana ( $CH_4$ ) yang menempati urutan kedua setelah gas karbondioksida ( $CO_2$ ) [2]. Untuk itu pemerintah Indonesia melakukan beberapa upaya dengan Program pengembangan biogas menjadi salah satu strategi Pemerintah dalam upaya pengembangan energi baru terbarukan (EBT), khususnya sektor bioenergi [3]. Tujuan dari penelitian yang di lakukan peneliti untuk Mengetahui penambahan tekanan biogas dari limbah kotoran ternak sapi pada setiap percobaan, Mendapatkan lama waktu pemamfaatan biogas dari limbah kotoran ternak sapi pada kompor gas, Mendapatkan hasil percobaan yang paling baik dari 4 percobaan.

Penelitian Yuli astuti hidayati Dkk (2014) dilakukan dengan menggunakan 3 perlakuan kotoran domba dengan kadar air yang berbeda dengan hasil P2 (kadar air 60%) menghasilkan produksi biogas terbaik ( $0,75 m^3$ ) dibandingkan dengan P1 ( $0,55 m^3$ ) dan P3 ( $0,56 m^3$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air berpengaruh terhadap produksi biogas. hal ini sejalan dengan pendapat Elizabeth C. Price (1981) bahwa produksi biogas dapat meningkat mencapai 670% dengan variasi kadar air 36 - 99%. kadar air yang tercatat memungkinkan saat ini diantara 60 - 78%, dan tidak disarankan untuk kadar air yang lebih tinggi. Demikian juga menurut pendapat Oleszkiewicz and Poggi- Varaldo, (1997) [4]. Penelitian berikutnya dilakukan Aryo Sasmita Dkk (2022) dengan hasil penelitian menunjukkan volume produksi biogas terbaik terjadi pada varian A2 dengan besaran 1.4 ml dan produksi biogas per hari tertinggi terdapat pada varian A2 dan A3 dengan besaran 1.5ml/hari.

Produksi biogas sangat di pengaruhi oleh kosntrasi substrat yaitu sampah organik dan air yang Dimana kosentrasi rasio yang seimbang akan menghasilkan biogas yang sangat baik [5]. Lalu penelitian Ayu dan Sugito (2013) dengan hasil dari variasi 3 merupakan hasil paling baik dengan kolom air 29-32 mm membutuhkan waktu 96-99 jam yang menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dibanding variasi lainnya, serta nilai rata rata air yang di dihasilkan dengan ukuran cair 83%, ukuran sedang 72%, dan ukuran kental 53% [6]. Biogas adalah produk proses pencernaan bahan organik oleh moikroba pada kondisi *anaerob*. semua bahan yang berasal dari mahluk hidup merupakan bahan organik. Penyusun utama biogas adalah gas metana ( $CH_4$ ), dan gas karbon dioksida ( $CO_2$ ). Gas lainya seperti hidrogen ( $H_2$ ), amoniak ( $NH_3$ ), asam sulfida ( $H_2S$ ) [4]. Proses pembentukan biogas melalui proses anaerob dapat dibagi menjadi empat tahap utama yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis. skema produksi biogas ditampilkan sebagai berikut [7].

Pada prinsipnya tahap dalam proses pembentukan biogas memiliki beberapa parameter bahan dan faktor yang dapat diperhatikan dengan baik seperti Substrat Bahan Organik, Derajat Keasaman pH, Nisbah C/N, Suhu, Laju pengisian ulang, Zat toksik, Pengadukan, Starter, Waktu Retensi [8]. Potensi limbah kotoran sapi yaitu satu ekor sapi dewasa dapat menghasilkan 24 kilogram kotoran setiap harinya yang di mana setiap sapi dapat memproduksi biogas harian berkisar 600 sampai 1000 liter per hari. Dengan kebutuhan energi memasak satu keluarga rata-rata adalah 2000 liter biogas per hari. Sehingga, dibutuhkan setidaknya bahan baku limbah kotoran sapi untuk diproduksi menjadi biogas adalah 2-3 ekor sapi [8].

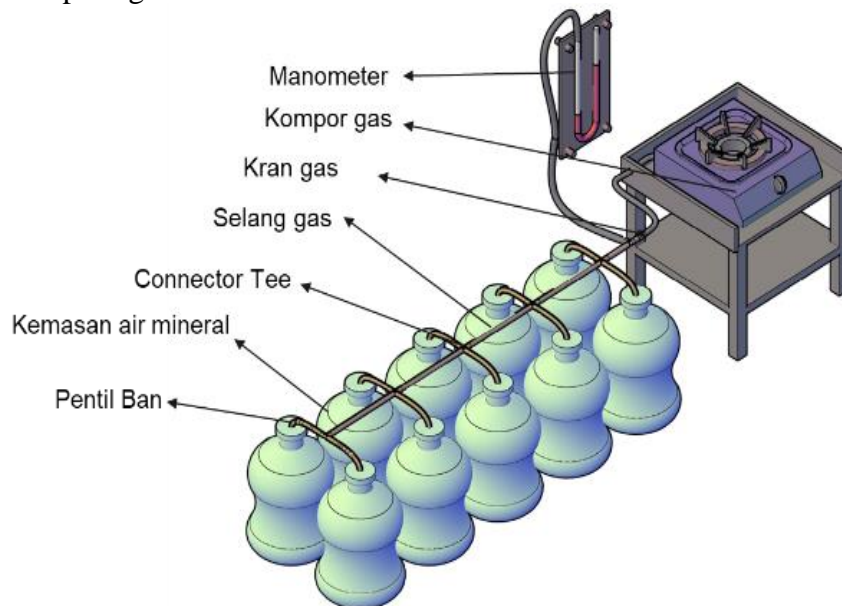
Digester biogas adalah alat utama untuk membuat biogas. Desain digester dibuat untuk menciptakan suasana *anaerob* selama fermentasi. Pada umumnya, digester yang banyak digunakan berupa tangki tertutup yang kedap udara. Digester memiliki banyak macam tergantung dari bahan konstruksi, temperatur, dan jenis Berdasarkan Proses Pengisian Bahan Baku. Digester *Batch Feeding* merupakan digester yang menggunakan sistem batch. Yang di

mana substrat dan inokulum (lumpur aktif) diaduk kemudian dimasukkan ke dalam digester sampai volume yang dibutuhkan. Selama proses fermentasi tidak dilakukan pemasukan dan pengeluaran substrat dan inokulum setelah proses fermentasi yang di mana substrat dan inokulum tidak dapat lagi menghasilkan biogas akan dilakukan pengosongan digester. Lalu digester diisi lagi substrat dan inokulum yang baru. Proses tersebut dilakukan secara terus-menerus [7].

Manfaat energi biogas adalah untuk menghasilkan gas metan sebagai pengganti bahan bakar yang dapat dipergunakan untuk keperluan sehari-hari. Dalam skala besar biasanya biogas digunakan sebagai pembangkit energi listrik. Dan yang lebih penting lagi adalah mengurangi ketergantungan terhadap pemakaian bahan bakar minyak bumi yang tidak bisa diperbaharui [9].

## METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan adalah limbah kotoran sapi, dan alat yang digunakan adalah Kemasan galon air le mineral bekas, Manometer, Napel digester, Selang gas, Katup gas, *Stopwatch*, Kompor Gas, *Water Trap*, Timbangan, Gelas Ukur, Tee connector, Selanjutnya alat alat tersebut dirangkai menjadi satu kesatuan yang nantinya di gunakan dalam penelitian ini dengan bentuk seperti gambar berikut:



**Gambar 1.** Instalasi Degister

Penelitian dilakukan dengan menggunakan 4 varian perbandingan yang berbeda-beda. Dengan perbandingan limbah kotoran sapi dan air sebagai pada tabel 3 berikut:

**Tabel 1.** Perbandingan limbah kotoran sapi dan air

| No | Percobaan | Limah Kotoran Sapi (%) | Air (%) |
|----|-----------|------------------------|---------|
| 1  | P1        | 60                     | 40      |
| 2  | P2        | 50                     | 50      |
| 3  | P3        | 40                     | 60      |
| 4  | P4        | 30                     | 70      |

Dari semua percobaan itu akan dilakukan fermentasi selama 30 hari. Campuran dari

limbah kotoran sapi dan air Akan diberi starter sebanyak 2 mililiter persetiap kemasan air mineral. Setelah semua campuran Limbah kotoran sapi dan air dimasukkan kedalam digester maka dilakukan pengambilan data menggunakan alat ukur manometer. Setelah mendapatkan data maka akan dilakukan perhitungan Pertambahan tekanan biogas perhari, dan Volume biogas setiap percobaan. Lalu dilakukan perbandingan pada setiap percobaan dan menentukan percobaan terbaik pada penelitian dan juga akan dilakukan lama pemamfaatan biogas uji nyala api seta melakukan analisis karakteristik nyala api pada setiap varian percobaan.

### **Persamaan Matematika**

Selama proses pembentukan biogas terjadi kenaikan tekanan karena adanya pertambahan volume biogas pada digester. Kenaikan tekanan dapat di ukur menggunakan alat ukur manometer dengan memperhatikan kenaikan ketinggian air pada manometer. Untuk mendapatkan pertambahan tekanan dalam digester setiap dapat menggunakan rumus berikut:

Tekanan hidrostatik

$$PH = \rho \cdot g \cdot h$$

$$P_{abs} = P_{atm} + \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h$$

Keterangan :

$P_{abs}$  = Tekanan absolut ( $N/m^2$ )

$P_{atm}$  = Tekanan 1 atm ( $N/m^2$ )

$\rho_{H_2O}$  = Massa jenis air ( $kg/m^3$ )

$g$  = Gravitasi ( $m/s^2$ )

$h$  = Ketinggian air pada manometer ( $m$ )

Maka untuk menghitung volume biogas yang dihasilkan didalam 1 kali percobaan menggunakan persamaan gas ideal dengan hubungan tekanan dan volume gas pada suhu konstan menggunakan hukum boyle sebagai berikut [10]:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

$$V_2 = (P_1 \times V_1) / P_2$$

Sehingga untuk menghitung volume pertambahan biogas yang dihasilkan didalam 1 kali percobaan maka persamaan tersebut dapat ditulis menjadi [10]:

$$V_g = (P_1 / P_2) \times V_{rg}$$

Keterangan :

$V_g$  : Volume pertambahan biogas ( $m^3$ )

$P_1$  : Tekanan digester awal ( $N/m^2$ )

$P_2$  : Tekanan digester akhir ( $N/m^2$ )

$V_{rg}$  : Volume ruang gas ( $m^3$ )

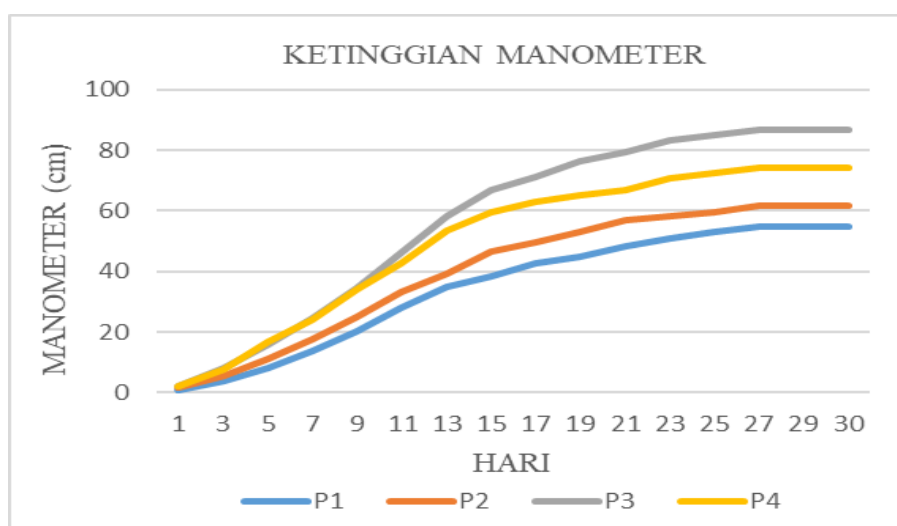
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dengan Lama waktu fermentasi untuk mendapatkan biogas pada penelitian ini selama 30 hari. Dan data manometer dapat di lihat pada table 4.2 sebagai berikut:

**Tabel 2** Ketinggian air pada manometer

| HARI | KETINGGIAN MANOMETER (cm) |      |      |      |
|------|---------------------------|------|------|------|
|      | P1                        | P2   | P3   | P4   |
| 1    | 1                         | 1,6  | 2    | 2    |
| 4    | 5,8                       | 8,2  | 12   | 12,1 |
| 7    | 13,6                      | 17,8 | 24,7 | 24,3 |
| 10   | 24,1                      | 29   | 40   | 37,7 |
| 13   | 35,1                      | 39,2 | 58,4 | 53,4 |
| 16   | 41,1                      | 46,9 | 68,2 | 62,8 |
| 19   | 45                        | 53   | 76,2 | 65,1 |
| 22   | 49                        | 57,2 | 81,7 | 68,5 |
| 25   | 53                        | 59,4 | 85   | 72,6 |
| 28   | 54,6                      | 61,6 | 86,7 | 74   |
| 30   | 54,6                      | 61,6 | 86,7 | 74   |

Table 4 merupakan data manometer penelitian yang telah di dapatkan lalu di tuang dalam grafik gambar 4.



**Gambar 2.** Grafik ketinggian manometer.

Pada gambar grafik 4 terlihat pergerakan kenaikan manometer dari hari ke hari. Dari hari ke-1 hingga ke-13 terlihat kenaikan ketinggian manometer sangat signifikan berbeda pada hari ke-14 hingga ke-27 yang cenderung landai kenaikan manometernya. Pada gambar 4 juga dapat terlihat jika 4 percobaan tersebut tidak mengalami kenaikan ataupun penurunan ketinggian manometer pada hari ke-27 hingga ke-30. P3 (abu-abu) memiliki ketinggian manometer yang tertinggi dibandingkan yang lainnya lalu diikuti P4 (kuning). sedangkan P1 (biru) memiliki ketinggian manometer terkecil dibanding yang lainnya dan P2 (merah) memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan P1.

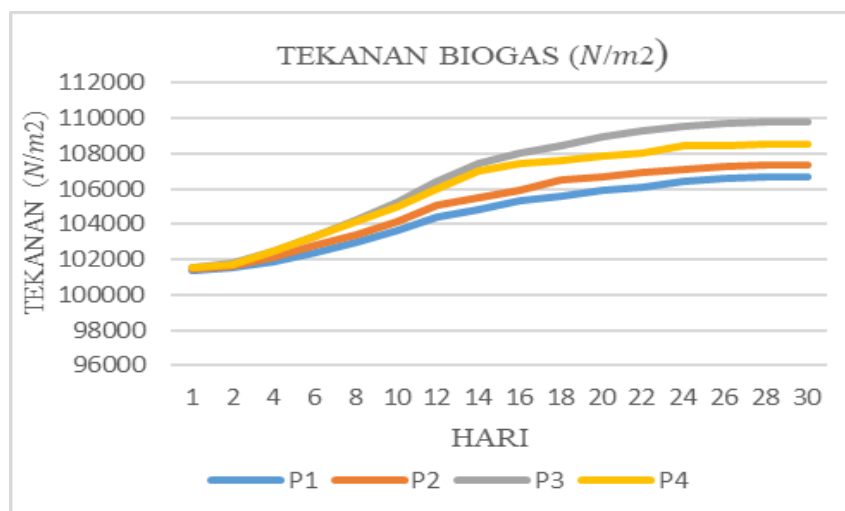
### **Pertumbuhan Tekanan Biogas**

Pertumbuhan tekanan biogas adalah sebagai berikut:

**Tabel 3.** Pertumbuhan tekanan biogas pada digester

| HARI              | TEKANAN BIOGAS ( $N/m^2$ ) |            |            |            |
|-------------------|----------------------------|------------|------------|------------|
|                   | P1                         | P2         | P3         | P4         |
| 1                 | 101422,706                 | 101481,329 | 101520,412 | 101520,412 |
| 4                 | 101891,694                 | 102126,189 | 102497,472 | 102507,242 |
| 7                 | 102653,801                 | 103064,166 | 103738,338 | 103699,255 |
| 10                | 103679,714                 | 104158,474 | 105233,24  | 105008,516 |
| 13                | 104754,480                 | 105155,075 | 107031,030 | 106542,500 |
| 16                | 105340,716                 | 105907,411 | 107988,549 | 107460,936 |
| 19                | 105721,77                  | 106503,418 | 108770,197 | 107685,660 |
| 22                | 106112,594                 | 106913,783 | 109307,580 | 108017,861 |
| 25                | 106503,418                 | 107128,736 | 109630,01  | 108418,455 |
| 28                | 106659,747                 | 107343,689 | 109796,110 | 108555,244 |
| 30                | 106659,747                 | 107343,689 | 109796,110 | 108555,244 |
| Rata <sup>2</sup> | 104647,329                 | 105212,396 | 106827,150 | 106184,24  |

Rata-rata tekanan biogas tertinggi terdapat pada percobaan P3 sebesar 106827,1505  $N/m^2$  yang kemudian diikuti percobaan P4 sebesar 106184,2451  $N/m^2$ , lalu percobaan P2 dengan besaran 105212,3961  $N/m^2$ , dan yang terkecil yaitu P1 dengan besaran 104647,3297  $N/m^2$ . Dari tabel kemudian diuraikan pada gambar grafik berikut:



**Gambar 3.** Grafik pertumbuhan tekanan biogas.

Pertumbuhan tekanan tertinggi terdapat pada varian garis P3 (abu-abu) dan pertumbuhan tekanan biogas yang sangat baik dibanding dengan lainnya. Percobaan pada P3 memiliki campuran substrat yang tepat dan seimbang sehingga dapat memaksimalkan pertumbuhan tekanan biogas. Selain itu kadar air pada substrat dapat mempengaruhi tekanan biogas, terlalu sedikit atau terlalu banyak kadar air dapat menghambat proses anaerob dan mengurangi tekanan biogas. seperti halnya pada P3 (abu-abu) yang memiliki campuran substrat yang tepat dan seimbang sehingga memiliki tekanan biogas yang tinggi dan lebih baik dari yang lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aryo Sasmita Dkk (2022) dengan kesimpulan penelitiannya yaitu volume produksi biogas terbaik terjadi pada varian A2 dengan besaran 14 ml dan produksi biogas per hari tertinggi terdapat pada varian A2 dan A3 dengan

besaran 1.5ml/hari. Sehingga dapat dikatakan produksi biogas terbaik terdapat pada varian A2 [5].

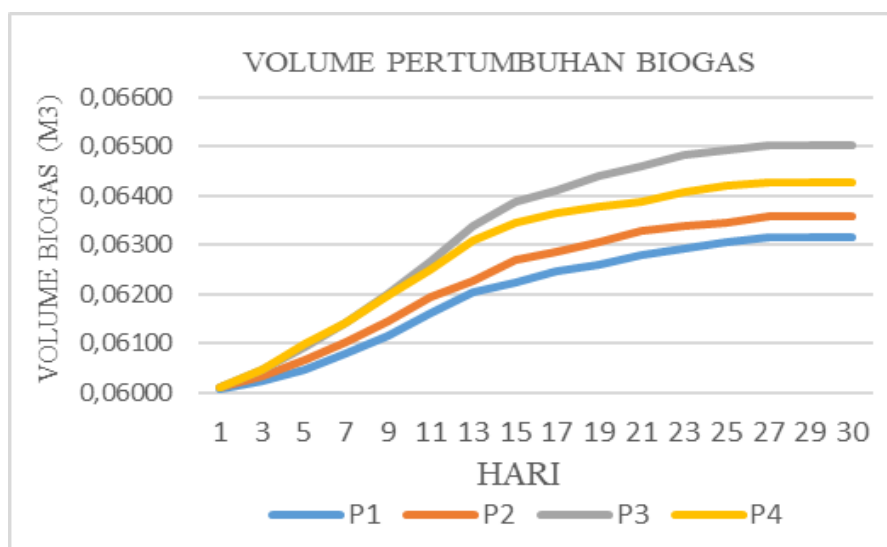
### Volume Biogas

Setelah didapatkan hasil tekanan biogas lalu dilakukan perhitungan pertumbuhan biogasnya seperti hasil pada tabel berikut:

**Tabel 4** Pertumbuhan volume biogas pada digester

| HARI                    | VOLUME BIOGAS (m <sup>3</sup> ) |         |         |         |
|-------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|
|                         | P1                              | P2      | P3      | P4      |
| 1                       | 0,06006                         | 0,06009 | 0,06012 | 0,06012 |
| 4                       | 0,06034                         | 0,06047 | 0,06069 | 0,06070 |
| 7                       | 0,06079                         | 0,06103 | 0,06143 | 0,06141 |
| 10                      | 0,06139                         | 0,06168 | 0,06231 | 0,06218 |
| 13                      | 0,06203                         | 0,06227 | 0,06338 | 0,06309 |
| 16                      | 0,06238                         | 0,06271 | 0,06395 | 0,06363 |
| 19                      | 0,06260                         | 0,06307 | 0,06441 | 0,06377 |
| 22                      | 0,06283                         | 0,06331 | 0,06473 | 0,06396 |
| 25                      | 0,06307                         | 0,06344 | 0,06492 | 0,06420 |
| 28                      | 0,06316                         | 0,06356 | 0,06502 | 0,06428 |
| 30                      | 0,06316                         | 0,06356 | 0,06502 | 0,06428 |
| <b>Rata<sup>2</sup></b> | 0,06197                         | 0,06230 | 0,06326 | 0,06288 |

Pertumbuhan volume biogas dari 4 percobaan memiliki volume yang berbeda-beda. besaran volume tersebut adalah P1 sebesar 0,06006 m<sup>3</sup> kemudian P2 sebesar 0,06009 m<sup>3</sup> lalu P3 sebesar 0,06012 m<sup>3</sup> dan P4 sebesar 0,06012 m<sup>3</sup>. Dari 4 varian percobaan tersebut dapat dituangkan dalam bentuk grafik Pertumbuhan volume biogas digester yang terdapat pada gambar 6 sebagai berikut:



**Gambar 4.** Pertumbuhan volume biogas

Pada percobaan P3 (abu abu) memiliki pertumbuhan biogas tertinggi dibandingkan lainnya. Hal ini dikarenakan P3 memiliki perbandingan komposisi yang tepat yaitu 40 kotoran

sapi dan 60 air. Selain itu kadar air pada substrat juga mempengaruhi proses *hidrolisis* dan *asidogenesis* pada produksi biogas. hal ini sejalan dengan pendapat Elizabeth C. Price (1981) bahwa produksi biogas dapat meningkat mencapai 670% dengan variasi kadar air 36-99%. kadar air yang tercatat memungkinkan saat ini diantara 60-78%, dan tidak disarankan untuk kadar air yang lebih tinggi. Diperkuat dengan penelitian Yuli astuti hidayati Dkk (2014) bahwa perlakuan P2 (kadar air 60%) menghasilkan produksi biogas terbaik ( $0,75m^3$ )[4].

### Waktu Pemamfaatan Biogas

Pemamfaatan biogas menjadi api yang di lakukan dengan retensi waktu selama 30 hari dengan pertumbuhan volume akhir P1 =  $0,06316 m^3$ , P2 =  $0,06356 m^3$ , P3 =  $0,06502 m^3$ , dan P4 =  $0,06428 m^3$ . Dan setelah itu dilakukan pengujian waktu nyala api gas methana pada kompor gas. Hasil dari pengujian tersebut dapat di lihat pada table 7 berikut:

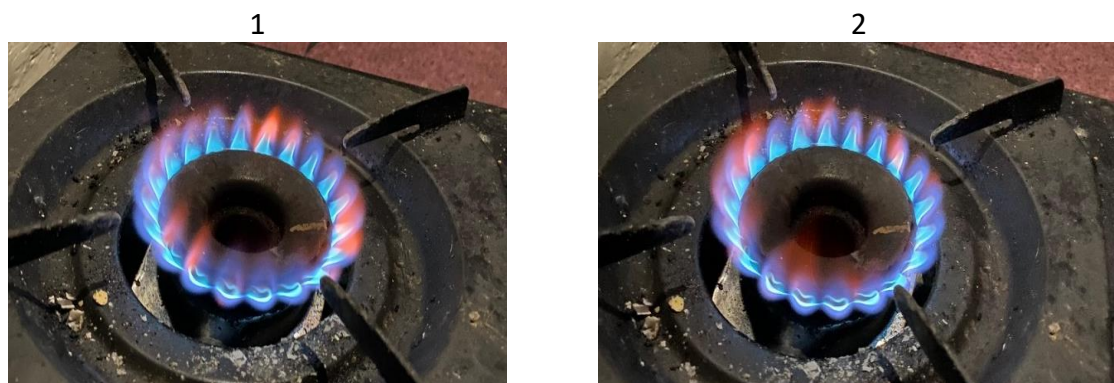
**Tabel 5** Lama waktu pemamfaatan biogas

| No | Percobaan | Waktu (Menit) |
|----|-----------|---------------|
| 1  | P1        | 29,27         |
| 2  | P2        | 29,50         |
| 3  | P3        | 32,48         |
| 4  | P4        | 30,32         |

Dari hasil tabel di tunjukan bahwa P3 memiliki waktu yang lebih lama di bandingkan dengan yang lainnya. Ini membuktikan bahwa campuran limbah kotoran sapi dan kadar air yang tepat pada substrat sejalan dengan penelitian Aryo Sasmita Dkk (2022) [5] dan Yuli astuti hidayati Dkk (2014) [4].

### Karakteristik Nyala Api

Karakteristik nyala api yang dihasilkan dari proses pembakaran gas methana yang dilakukan peneliti diuraikan dengan sebagai berikut :



**Gambar 5.** Nyala api percobaan ke-1 dan ke-2

Percobaan pertama dengan perbandingan 60 : 40 menghasilkan volume biogas  $0,06316 m^3$  menghasilkan warna api biogas yang cenderung biru dengan api merah pada pucuk pucuk api, hal ini terjadi adanya sedikit kandungan air yang ikut terbakar yang dapat membuat api tidak biru merata. Dan percobaan kedua dengan perbandingan 50 : 50 menghasilkan volume biogas  $0,06356 m^3$  menghasilkan warna api biogas yang biru dan merah di pucuk pucuknya. Sama seperti pada percobaan pertama tetapi api merah pada percobaan kedua lebih sedikit



dibanding percobaan pertama. Dengan adanya kandungan kimia H<sub>2</sub>O yang juga ikut terbakar bersama gas *methana*. Hal itu dapat dilihat pada gambar 5.



**Gambar 6.** Nyala api percobaan ke-3 dan ke-4

Percobaan ketiga dengan perbandingan 40 : 60 menghasilkan volume biogas 0,06502 m<sup>3</sup> menghasilkan warna api biogas yang biru dan sangat sedikit sekali api warna merah ini menandakan kandungan air yang terbakar sangat sedikit yang dapat membuat pembakaran sempurna Pada gas *Methana*. Dan percobaan keempat dengan perbandingan 30 : 70 menghasilkan volume biogas 0,06428 m<sup>3</sup> menghasilkan warna api biogas biru dan sama seperti percobaan ketiga. Api yang dihasilkan sangat sedikit sekali warna merahnya di banding dengan percobaan pertama dan kedua. Yang dapat dilihat dalam gambar 6 berikut :

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan maka di dapatkan Kesimpulan sebagai berikut:

1. Tekanan dan volume biogas tertinggi terdapat pada varian percobaan P3 dengan tekanan sebesar 109796.1102 N/m<sup>2</sup> dan volume sebesar 0.06502 m<sup>3</sup>.
2. Tekanan dan volume biogas terendah terdapat pada varian percobaan P1 dengan tekanan 106659.7476 N/m<sup>2</sup> dan volume 0.06316 m<sup>3</sup>.
3. Pemanfaatan biogas terlama dicapai pada varian percobaan P3 yaitu 32 menit 48 detik.
4. Karakteristik nyala api biogas varian P3 dan P4 memiliki warna api yang biru merata sedangkan P1 dan P2 terdapat sedikit kemerahan pada api

## REFERENSI

- [1] Tim CNN Indonesia. “Ekonomi Makro: Sri Mulyani Wanti-wanti soal Krisis Pangan hingga Energi Tahun Depan”. *CNN Indonesia*. Desember 2022. Diunduh dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20221201150427-532-881450/sri-mulyani-wanti-wanti-soal-krisis-pangan-hingga-energi-tahun-depan>.
- [2] Meliani Teniwut. “Ini Penyebab Efek Rumah Kaca Dan Dampaknya Bagi Bumi”. *MediaIndonesia.com*. DOI: <https://mediaindonesia.com/humaniora/522315/ini-penyebab-efek-rumah-kaca-dan-dampaknya-bagi-bumi>.
- [3] Humas EBTKE. “Program Strategis Pengembangan Bio metana di Indonesia.” *Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE)*. Oktober 2022. DOI: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/10/20/3300/program.strategis.pengembangan.biogas.di.indonesia?lang=en>.

- [4] Yuli Astuti Hidayati, T.B Benito A.K, Udju D. Rusdi, Erllin Herlina. “Pengaruh Berbagai Kadar Air Terhadap Produksi Biogas Terhadap Kotoran Domba”. *Fakultas Perternakan Universitas Padjajaran Bandung*. Pp 250-253. Bandung.
- [5] Aryo Sasmita, Shinta Elystia, Robi Mulyadi. “Pengaruh Rasio Penambahan Air Terhadap Produksi Biogas dari Sampah Kampus Bina Widya Universitas Riau dengan Metode Wet Anaerobic Digestion”. *Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Riau*. vol 6, no 2, pp 117-126. Juli 2022. DOI: <https://doi.org/10.26760/jrh.V6i2.117-126>
- [6] Dewi Ayu Trisno Wati dan Sugito. “Pembuatan Biogas Dari Limbah Cair Pabrik Tahu Dengan Tinja Sapi”. *Prodi Teknik Lingkungan, Universitas PGRI Adi Buana Surabaya*. vol 11, no 02, pp 55-61. Tahun 2013.
- [7] Dr. Iqbal Syaichurrozi, S.T., M.T. “Teknologi Biogas”. *CV Adanu Abimata*. vol 01, no 01. Tahun 2023.
- [8] Sri Wahyuni, SE., MP. “Biogas Hemat Energi Pengganti Listrik, BBM, dan Gas Rumah Tangga”. *PT. AgroMedia Pustaka*. vol 01, no 01. Tahun 2017.
- [9] Pertiwiningrum Ambar . “Instalasi Biogas”. *CV. Kolom Cetak*. vol 01, no 01. DI Yogyakarta. Tahun 2016.
- [10] Fadhila M. Cendekia. “Sistem Biogas Sebagai Energi Terbarukan Skala Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Limbah Kotoran Burung Puyuh”. *Universitas Islam Riau Pekanbaru, Jurnal Renewable Energy & Mechanics (REM)*. vol 02, 2019, issn 2614-8315. Tahun 2019.