

# Studi Laju Pembentukan Biogas Dan Komposisi Biogas Pada Digester Bertingkat (Studi Kasus Perbandingan Digester Tingkat 1 Dan 2)

I Made Giatmika Putra, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, I Wayan Bandem Adnyana  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

Kegiatan pemeliharaan ternak menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Limbah kotoran ternak dalam jumlah yang banyak, jika tanpa adanya pengolahan maka akan berdampak buruk bagi lingkungan karena limbah ternak mengandung gas metana yang dapat mencemari lingkungan dan merupakan salah satu penyebab efek gas rumah kaca. Limbah kotoran ternak dapat dimanfaatkan sebagai bahan energi biogas. Biogas dihasilkan menggunakan digester, digester merupakan komponen utama dalam produksi biogas. Digester merupakan tempat dimana limbah diuraikan oleh bakteri secara anaerob (tanpa udara) menjadi gas  $CH_4$  dan  $CO_2$ . Multi-stage digester merupakan reaktor berbentuk tangki yang diisi secara kontinu dan dilengkapi dengan sistem pengadukan. Pengadukan dapat dilakukan secara terus-menerus atau bisa berkala. Sistem multi-stage dapat dilakukan dalam dua tingkat atau beberapa tangki secara berseri. Metode yang digunakan pada pengujian ini yaitu dengan menguji produksi dan komposisi biogas yang dihasilkan digester tingkat 1 dan 2 dengan sistem pengisian kontinu dengan penambahan limbah kotoran ternak sapi sebanyak 5 liter dengan perbandingan 2,5 liter limbah kotoran sapi dan 2,5 liter air yang dimasukan setiap 2 hari sekali pada digester tingkat 1 kemudian limbah yang keluar dari digester tingkat 1 dimasukan pada digester tingkat 2. Hasil penelitian menunjukkan produksi biogas yang dihasilkan digester tingkat 1 lebih tinggi dibandingkan digester tingkat 2. Dimana digester tingkat 1 menghasilkan biogas sebanyak 993 liter selama 30 hari dan digester tingkat 2 menghasilkan biogas sebanyak 913 liter selama 30 hari dengan produksi tertinggi digester tingkat 1 sebanyak 61 liter / hari dan digester tingkat 2 sebanyak 65 liter / hari. Dan kandungan  $CH_4$  tertinggi sebanyak 75% pada Digester 1 dan 77% pada Digester 2.

Kata kunci: Digester Bertingkat, Limbah Ternak Sapi, Biogas

## Abstract

Livestock rearing activities produce waste that can pollute the environment. Animal manure waste in large quantities, if without processing it will have a bad impact on the environment because livestock waste contains methane gas which can pollute the environment and is one of the causes of the greenhouse gas effect. Animal manure can be used as biogas energy. Biogas is produced using a digester, the digester is the main component in biogas production. Digester is a place where waste is broken down by bacteria anaerobically (without air) into  $CH_4$  and  $CO_2$  gases. Multi-stage digester is a reactor in the form of a tank that is filled continuously and equipped with a stirring system. Stirring can be done continuously or periodically. Multi-stage systems can be carried out in two levels or multiple tanks in series. The method used in this test is to test the production and composition of biogas produced by level 1 and 2 digesters with a continuous filling system with the addition of 5 liters of cow dung waste with a ratio of 2.5 liters of cow dung waste and 2.5 liters of added water. once every 2 days in the level 1 digester then the waste that comes out of the level 1 digester is entered into the level 2 digester. The results showed that the biogas production produced by the level 1 digester was higher than the level 2 digester. Where the level 1 digester produced 993 liters of biogas for 30 days and the level 2 digester produced 913 liters of biogas for 30 days with the level 1 digester production of 61 liters / day and digester level 2 as much as 65 liters / day. And the highest  $CH_4$  content is 75% in Digester 1 and 77% in Digester 2.

Keywords: Multilevel Digester, Cattle Waste, Biogas

## 1. Pendahuluan

Pengolahan limbah ternak di Bali telah dikembangkan melalui program Sistem Pertanian Terintegrasi (Simantri), yang telah menjadi model pembangunan pertanian daerah di Provinsi Bali. Simantri berpotensi sangat besar untuk menghasilkan biogas di Bali, namun limbah ternak umumnya digunakan sebagai pupuk kompos dan hanya sedikit yang dimanfaatkan sebagai biogas padahal limbah ternak berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber energi pada saat bahan bakar energi terbatas [1].

Di Bali umumnya digester yang digunakan pada sistem pertanian terintegrasi (Simantri) menggunakan digester *fixed dome*. Jenis digester ini banyak digunakan karena cukup besar untuk menampung limbah kotoran sapi. Digester *fixed dome* mampu menampung sekitar 15 – 25 ekor kotoran sapi, namun terlepas dari itu digester jenis ini memerlukan perawatan yang sangat susah karena di dalam digester kotoran sapi dibiarkan yang menyebabkan terjadinya pengendapan sehingga terjadi pembentukan *scum*, untuk mengeluarkan *scum* dari dalam digester harus membuat lubang pada bagian

atas digester dan menutupnya kembali menggunakan *fiberglass*, proses ini tentunya sangat melelahkan karena mengeluarkan tenaga yang banyak dan membutuhkan biaya yang cukup besar [2].

Untuk memaksimalkan pengolahan limbah kotoran sapi maka reaktor biogas dibuat bertingkat yang dimana diharapkan pada tingkat pertama adanya proses hidrolisis atau proses pemecahan enzimatik dari bahan yang tidak mudah larut seperti lemak, polisakarida, protein, dan lain- lain menjadi bahan yang mudah larut. Pada tahap ini bahan yang tidak mudah larut seperti selulosa, polisakarida dan lemak diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti karbohidrat dan asam lemak. Pada tingkat kedua adanya proses asidogenesis dimana bakteri yang terbentuk pada proses hidrolisis difermentasikan dalam keadaan anaerob menjadi bentuk asam seperti asam asetat dan asam propionate pada nilai pH antara 6,5 – 7. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian yang berjudul Studi laju pembentukan biogas dan komposisi biogas pada digester bertingkat (studi kasus perbandingan digester tingkat 1 dan 2).

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Pengertian Biogas

Biogas merupakan gas yang mudah terbakar dan dihasilkan melalui proses anaerob atau fermentasi dari bahan-bahan organik diantaranya: kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga), sampah atau limbah organik yang dalam kondisi anaerobik. Biogas juga dikenal sebagai gas rawa atau lumpur dan biasa digunakan sebagai bahan bakar. Pada umumnya semua jenis bahan organik bisa diproses untuk menghasilkan biogas [3].

### 2.2. Digester

Proses menghasilkan biogas dari bahan organik, diperlukan alat yaitu Digester Biogas /Biodigester, yang bekerja dengan prinsip menciptakan suatu tempat penampungan bahan organik pada kondisi anaerob (bebas oksigen) sehingga bahan organik tersebut dapat difermentasi oleh bakteri metanogen untuk menghasilkan biogas. Biogas yang timbul kemudian dialirkan ke tempat penampungan biogas sedangkan lumpur sisa aktivitas fermentasi dikeluarkan lalu dijadikan pupuk alami yang dapat dimanfaatkan untuk usaha pertanian maupun perkebunan.

### 2.3. Fixed Dome Plant

Biodigester ini memiliki volume tetap sehingga produksi gas akan meningkatkan tekanan dalam reaktor (digester). Gas yang terbentuk akan segera dialirkan ke pengumpul gas di luar reaktor. Keunggulan dari tipe digester ini adalah tidak ada bagian yang bergerak, awet (berumur panjang), dibuat di dalam tanah sehingga terlindungi dari berbagai cuaca atau gangguan lain dan tidak membutuhkan ruangan di atas tanah. Namun, kelemahannya adalah rawan terjadi keretakan di

bagian penampungan gas, tekanan gas tidak stabil karena tidak ada katup gas [4].

## 3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode penelitian eksperimental (true experimental research)

### 3.1. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas pada penelitian ini adalah waktu produksi biogas digester tingkat 1 dan 2 dengan lama pengamatan 30 hari dengan proses kontinyu sistem.
2. Variabel terikat pada penelitian ini adalah laju pembentukan biogas dan komposisi biogas pada digester tingkat 1 dan 2 dengan proses kontinyu sistem.

### 3.2. Alat dan Bahan Penelitian

#### Alat

Mesin Travo Las *inventer Heavy Duty H&L* 160 HD, bor duduk (mesin gurdi), gerinda Bosch GWS 060 4 inch, biogas analiser, biogas volume meter, pompa biogas, stick blender.

#### Bahan

Limbah kotoran sapi murni yang diperoleh dari simantri 369 Br. Sumampun, Desa Kemenuh,, Kecamatan Sukawati, Kabupaten Gianyar, Bali

### 3.3. Tahapan Pembuatan Digester Biogas

#### *Portable Bertingkat Bertingkat Kapasitas 220 L*

1. Drum Oli berdiameter 56 cm dan tinggi 89 cm, dengan ketebalan drum 2 mm, disiapkan.
2. Lubang dibuat berhadapan pada bagian samping bawah kanan dan kiri dengan jarak 10 cm dari bagian bawah drum dan berdiameter 3 inch untuk masing-masing saluran masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) kotoran sapi,
3. Lubang persegi panjang dibuat dengan ukuran panjang 30 cm dan lebar 20 cm sebagai tempat dudukan agitator.
4. Dudukan agitator dibuat menggunakan besi siku 5x5 dengan panjang 40 cm dan lebar 30.
5. Tutup yang juga menjadi pegangan as pengaduk dibuat menggunakan plat dengan tebal 2 mm berukuran 40 x 30.
6. Pipa besi galvanis berdiameter 1 inch dipotong dengan panjang 73,5 cm sebagai wadah as pengaduk.
7. Besi long drat M20 dengan panjang 1 m dibuat sebagai as pengaduk.
8. Nilon di bubut dengan ukuran 35 mm dan panjang 40 mm dengan lubang tengah 20 mm
9. Besi cor 10 mm dibentuk menjadi lingkaran dengan diameter 35 cm.
10. Besi cor ukuran 10 mm dibentuk seperti garpu digunakan sebagai pegangan pisau pengaduk
11. Plat besi dengan tebal 2 mm dibentuk setengah lingkaran sebagai pisau pengaduk.
12. Dibuat Pipa galvanis berdiameter 3 inch tebal 1 mm dilengkapi corong pada saluran inlet menggunakan plat besi tebal 2 mm dengan

bentuk trapezium berukuran 30 cm x 20 cm, dan tutup pipa galvanis berukuran 15 x 15 menggunakan plat besi ukuran 2 mm.

13. Setelah semua bahan sudah lengkap perakitan digester bertingkat atau multistage siap dilakukan.

### 3.4. Metode Pengambilan Data

Limbah sapi diambil dan dimasukkan ke dalam ember untuk dicampur air dengan perbandingan 1 : 1 kemudian ratakan menggunakan *stick blender*. Limbah yang sudah tercampur rata dengan air dimasukkan ke dalam digester hingga mencapai *outlet* digester dan diamkan selama 30 hari. Setelah itu, dilanjutkan dengan pengisian secara kontinyu, limbah kotoran sapi dimasukkan ke dalam gelas takar sebanyak 2,5 liter dan air sebanyak 2,5 liter kemudian masukan ke dalam ember, setelah diaduk menggunakan *stick blender* sampai tercampur rata. Setelah tercampur dengan rata masukan limbah kotoran sapi yang sudah tercampur dengan air ke dalam digester biogas bertingkat, dan siapkan drum penampung biogas, pasang pada *output* saluran biogas pada digester untuk menampung biogas yang dihasilkan oleh digester biogas bertingkat. Lalu *agitator* diaduk setiap hari, pagi, siang, dan sore masing – masing selama 5 menit. Kemudian ukur kenaikan produksi biogas pada drum penampung secara *daily* (harian) lalu cek kandungan biogas menggunakan biogas analiser, agar dapat mengetahui berapa kandungan CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>S pada biogas di bag penampung. Setelah drum penampung biogas terisi dengan penuh, sambungkan drum penampung biogas ke pompa biogas dan volume meter untuk mengukur produksi biogas secara kumulatif, di volume meter akan terlihat berapa banyak biogas yang dihasilkan oleh digester biogas portabel bertingkat. Kemudian cek kandungan menggunakan biogas analiser.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Data Pengamatan

Proses pembedakan biogas dan komposisi biogas dilakukan dengan melakukan pengisian pada semua tingkat digester baik digester tingkat 1 dan tingkat 2 atau digester tingkat 3 dan 4 dengan pengisian limbah secara batch dengan perbandingan 1:1 yang didiamkan hingga 30 hari hingga menghasilkan biogas. Kemudian setelah 30 hari dilanjutkan dengan pengisian limbah secara kontinyu sebanyak 5 liter dengan perbandingan 2,5 liter limbah kotoran sapi dan 2,5 liter air yang dimasukkan pada digester tingkat 1 setiap 2 hari sekali, kemudian limbah yang keluar dari digester tingkat 1 akan dimasukkan pada digester tingkat 2 dan seterusnya. Karena telah melakukan pengisian secara batch sehingga pada proses kontinyu hari pertama digester telah menghasilkan biogas.

Pengujian produksi biogas (liter) dilakukan dengan cara menampung biogas yang dihasilkan dari digester biogas bertingkat (tingkat 1 dan 2)

menggunakan drum penampung. Drum tersebut dihubungkan pada saluran keluar biogas digester pada masing – masing tingkat digester. Setelah biogas terbentuk, kenaikan drum penampung akan diukur setiap hari menggunakan meteran, ketinggian drum penampung akan dikali luas volume drum penampung untuk mendapat hasil produksi biogas per hari. Selanjutnya akan dilakukan proses pengujian komposisi biogas dengan cara, drum penampung yang sudah terisi biogas disambungkan ke alat biogas *analiser* untuk mengetahui kadar CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>S dalam satu hari. Hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1. Pengujian Digester biogas bertingkat pada digester tingkat 1**

Digester Tingkat 1			
Waktu [hari]	Produksi Biogas [Liter]	Komposisi Biogas	
		CH <sub>4</sub> [%]	CO <sub>2</sub> [%]
1	53	66	34
2	35	63	37
3	14	67	25
4	24	69	31
5	33	22	24
6	47	31	34
7	41	58	34
8	27	63	37
9	61	40	40
10	29	59	36
11	11	60	40
12	33	58	42
13	61	40	39
14	29	59	40
15	12	55	45
16	26	64	36
17	53	35	28
18	21	49	41
19	9	55	27
20	23	70	30
21	30	72	28
22	46	30	28
23	47	61	28
24	14	62	38
25	30	75	25
26	55	36	33
27	35	59	30
28	11	66	32
29	30	68	32
30	53	46	40
30	993	-	-

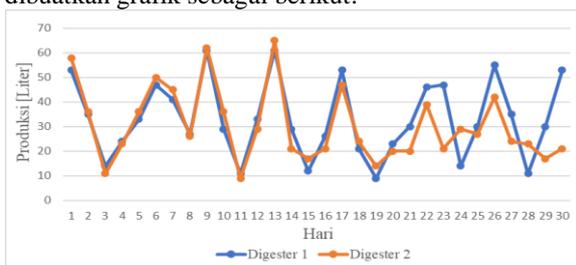
Data hasil pengamatan selama 30 hari pada digester tingkat 1 dan digester tingkat 2 dengan pengisian limbah ternak sapi sebanyak 5 liter (2,5 liter limbah ternak sapi dan 2,5 liter air) secara kontinyu setiap 2 hari sekali. Pengamatan

menunjukkan produksi biogas selama 30 hari pada digester tingkat 1 dan digester tingkat 2 tidak teratur.

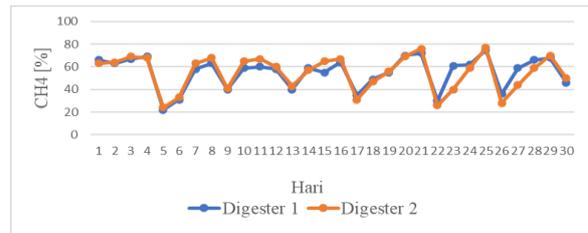
Tabel 2. Pengujian Digester biogas bertingkat pada digester tingkat 2

Digester Tingkat 2			
Waktu [hari]	Produksi Biogas [Liter]	Komposisi Biogas	
		CH <sub>4</sub> [%]	CO <sub>2</sub> [%]
1	58	63	37
2	36	64	36
3	11	69	25
4	23	68	32
5	36	24	29
6	50	33	24
7	45	63	35
8	26	68	32
9	62	41	28
10	36	65	32
11	9	67	33
12	29	60	40
13	65	43	31
14	21	57	36
15	17	65	35
16	21	67	33
17	47	31	26
18	24	47	25
19	14	56	23
20	20	69	25
21	20	76	24
22	39	26	28
23	21	40	25
24	29	59	36
25	27	77	23
26	42	28	29
27	24	44	27
28	23	59	30
29	17	70	30
30	21	50	50
30	913	-	-

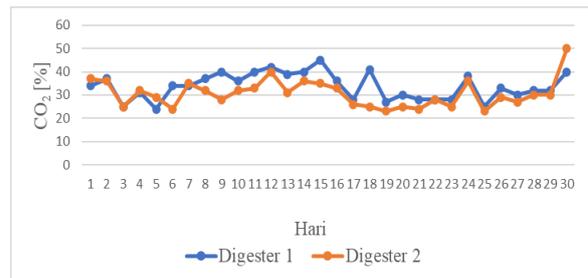
Dari data pada Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dibuatkan grafik sebagai berikut:



Gambar 1. Grafik produksi biogas digester tingkat 1 dan 2



Gambar 2. Grafik komposisi CH<sub>4</sub> yang dihasilkan digester tingkat 1 dan 2



Gambar 3. Grafik komposisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan digester tingkat 1 dan 2

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa produksi biogas yang dihasilkan selama 30 hari digester biogas tingkat 1 dan 2 rata – rata sama hingga hari ke 19 dan terjadi penurunan produksi biogas pada digester tingkat 2 dari hari ke 20 hingga hari ke 30. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa komposisi CH<sub>4</sub> dari digester tingkat 1 lebih rendah dibandingkan digester tingkat 2. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa komposisi CO<sub>2</sub> dari digester tingkat 1 rata – rata lebih tinggi dibandingkan digester tingkat 2.

#### 4.2 Pembahasan

Dari Tabel 1. terlihat proses produksi biogas yang dihasilkan digester biogas tingkat 1 lebih tinggi dibandingkan digester tingkat 2. Jika dilihat dari total produksi biogas selama 30 hari dari digester biogas tingkat 1 menghasilkan 993 liter biogas dengan produksi tertinggi terdapat pada hari ke 9 dan ke 13 dimana sama - sama menghasilkan 61 liter biogas dengan kandungan biogasnya pada hari ke 9 CH<sub>4</sub> = 40% dan CO<sub>2</sub> = 40%, dan pada hari ke 13 CH<sub>4</sub> = 40% dan CO<sub>2</sub> = 39%. Sedangkan digester biogas tingkat 2 menghasilkan biogas selama 30 hari sebanyak 913 liter biogas dengan produksi tertinggi terdapat pada hari ke 13 menghasilkan 65 liter biogas dan kandungan biogasnya CH<sub>4</sub> = 43%, dan CO<sub>2</sub> = 31%, Produksi biogas pada digester tingkat 1 dan tingkat 2 menghasilkan biogas yang rata – rata sama dari hari pertama hingga hari ke 19 dan mengalami penurunan produksi pada digester tingkat 2 dari hari ke 20 hingga hari ke 30. produksi biogas digester tingkat 1 dan tingkat 2 bisa sama karena pada tahap sebelumnya digester tingkat 1 dan digester tingkat 2 sama – sama di isi limbah secara batch sistem selama 30 hari, yang kemudian dilanjutkan dengan pengisian limbah sebanyak 5 liter setiap 2 hari pada digester tingkat 1. Kemudian produksi biogas pada digester

tingkat 2 menurun dari hari 20, hal ini disebabkan digester tingkat 2 menerima limbah yang dikeluarkan dari digester tingkat 1, dimana limbah tersebut semakin lama dipermmentasi maka limbah memiliki asupan makanan yang semakin sedikit untuk melakukan proses pembentukan biogas.

Pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa digester tingkat 1 dan 2 menghasilkan biogas yang tidak stabil, dimana produksi biogas terbentuk secara fluktuatif. Hal ini disebabkan oleh pengisian limbah pada digester tingkat 1 dilakukan setiap 2 hari sekali, kemudian limbah yang keluar dari digester tingkat 1 dimasukkan ke dalam digester tingkat 2, sehingga proses metanogenesis dan proses hidrolisis terjadi secara berulang – ulang.

Pada Gambar 2 ditunjukkan, dengan penambahan limbah baru sebanyak 5 liter setiap 2 hari pada digester tingkat 1 selama 30 hari, kandungan CH<sub>4</sub> yang didapat dari hari pertama sampai hari ke empat grafik menunjukkan kandungan CH<sub>4</sub> masih tinggi, namun pada hari ke lima CH<sub>4</sub> yang dihasilkan sangat rendah. Setelah hari ke 6 sampai ke 8 kandungan CH<sub>4</sub> naik kembali dan hari ke 9 kembali turun.

Naik turunnya kandungan CH<sub>4</sub> yang dihasilkan, diakibatkan dari limbah baru yang dimasukkan pada digester mempengaruhi proses pembentukan biogas, dimana saat kandungan CH<sub>4</sub> rendah yang cenderung terjadi pada digester tingkat 1 proses hidrolisis, asidogenesis dan acetogenesis lebih dominan dari proses metanogenesis, sedangkan ketika CH<sub>4</sub> memiliki kandungan yang tinggi proses metanogenesis terjadi lebih dominan dari proses hidrolisis, asidogenesis, dan asetogenesis.

Pada gambar 4.3 ditunjukkan bahwa kandungan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari digester tingkat 1 rata – rata lebih tinggi dibandingkan digester tingkat 2. Hal ini disebabkan limbah yang dimasukkan pada digester tingkat 1 masih baru sedangkan pada digester tingkat 2 limbah yang dimasukkan merupakan limbah yang keluar dari tingkat 1. Yang menyebabkan proses hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis pada digester tingkat 1 terjadi lebih dominan dibandingkan digester tingkat 2. Dimana pada digester tingkat 2 proses metanogenesis berlangsung lebih dominan dibandingkan proses hidrolisis, asidogenesis dan asetogenesis.

Penambahan limbah kotoran sapi secara kontinyu pada digester bertingkat mempengaruhi laju pembentukan biogas dapat dilihat pada gambar 4.2. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan limbah kotoran sapi sebanyak 5 liter setiap 2 hari menyebabkan produksi biogas menjadi tidak setabil dimana produksi biogas mengalami kenaikan dan penurunan secara tidak konstan. Proses pembentukan biogas dilakukan secara fermentasi yaitu proses terbentuknya gas metana dalam kondisi anaerob dengan bantuan bakteri anaerob di dalam suatu digester sehingga akan dihasilkan gas metana (CH<sub>4</sub>) dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang volumenya lebih besar dari gas hidrogen (H<sub>2</sub>), gas

nitrogen (N<sub>2</sub>) dan gas hydrogen sulfida (H<sub>2</sub>S). Proses fermentasi memerlukan waktu 7 sampai 10 hari untuk menghasilkan biogas dengan suhu optimum 35°C dan pH optimum pada range 6,4 – 7,9. Bakteri pembentuk biogas yang digunakan yaitu bakteri anaerob seperti *Methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanococcus* dan *Methanosarcina*. Biogas terbentuk melalui empat proses yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis [5].

### **Hidrolisis**

Proses hidrolisis merupakan proses memecah biomasa yang terdiri dari polimer organik seperti karbohidrat yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan pati dipecah oleh hidrolase menghasilkan gula sederhana. Lemak dipecah oleh lipase menjadi asam lemak dan gliserin. Protein dipecah menjadi asam amino oleh protease. Asetat dan hidrogen juga diproduksi dalam proses hidrolisis sehingga dapat digunakan secara langsung oleh [6].

### **Asidogenesis**

Pada langkah kedua, tahap asidogenesis menggunakan produk hidrolisis dikonversi membentuk senyawa seperti asam organik, termasuk Volatile Fatty Acid VFA. Pada proses asidogenesis, VFA merupakan produk utama yang ingin dihasilkan. Komposisi dari VFA mempengaruhi keberlangsungan proses digestasi anaerobik. Gula sederhana, asam amino dan asam lemak yang terdegradasi menjadi asetat, karbon dioksida dan hidrogen serta menjadi asam lemak volatile VFA dan alcohol [6].

### **Asetogenesis**

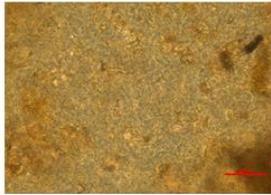
Pada proses asetogenesis molekul sederhana yang diproses pada tahap asidogenesis dicerna oleh asetogen untuk menghasilkan asetat, hidrogen dan karbon dioksida. Hasil metabolisme dari bakteri asetogenesis bergantung terhadap tekanan hidrogen di dalam substrat. Pada saat tekanan hidrogen rendah, maka hasil metabolisme dari bakteri asetogenesis terdiri dari H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> dan asetat. Jika tekanan hidrogen tinggi, maka hasil metabolisme dari bakteri asetogenesis terdiri dari asam butirat, asam propionat, asam valerat dan etanol. Namun, dari hasil metabolisme tersebut, bakteri metanogenesis hanya menggunakan asetat, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub> untuk produksi metana [7].

### **Metanogenesis**

Metanogenesis adalah tahap ke empat dari proses pencernaan anaerobik. Dimana metanogen mengkarbolasi produk dari tahap sebelumnya dan mengubahnya menjadi karbon dioksida dan metana. Pada proses metanogenesis asetat menghasilkan 70% metana dan 30% dihasilkan oleh [6].

Selain melakukan pengukuran produksi biogas dan komposisi biogas, untuk membantu penelitian kami melakukan pengamatan pada bakteri yang terapat pada limbah kotoran sapi yang telah dimasukkan pada digester menggunakan mikroskop dengan pembesaran 400x.

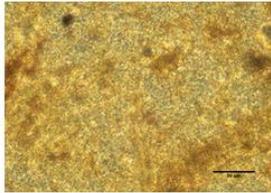
### Bakteri Digester 1



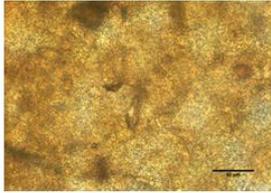
Gambar 4. Bakteri Minggu 1



Gambar 5. Bakteri Minggu 2

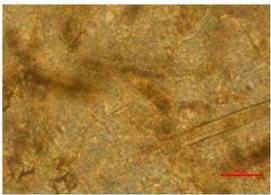


Gambar 6. Bakteri Minggu 3

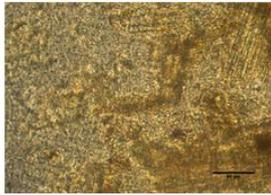


Gambar 7. Bakteri Minggu 4

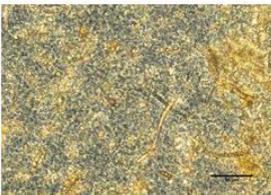
### Bakteri Digester 2



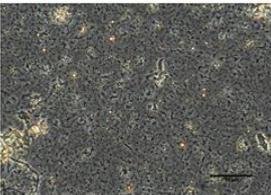
Gambar 8. Bakteri Minggu 1



Gambar 9. Bakteri Minggu 2



Gambar 10. Bakteri Minggu 3



Gambar 11. Bakteri Minggu 4

Pada gambar pengamatan bakteri ditunjukkan bahwa bakteri yang terdapat pada digester 1 minggu pertama cenderung kurang aktif dibandingkan dengan bakteri digester 2 minggu pertama, hal ini juga terlihat hingga minggu ke tiga di mana pada minggu ke tiga terdapat bakteri berukuran panjang dan bergerak lebih cepat pada digester tingkat 2, namun pada minggu ke empat bakteri yang terdapat pada digester tingkat 2 cenderung kurang aktif dibandingkan digester tingkat 1 yang bakterinya masih aktif.

### 5. Kesimpulan

Dari pengujian produksi dan komposisi biogas yang dihasilkan dari digester bertingkat (digester tingkat 1 dan tingkat 2) dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan digester bertingkat limbah yang keluar dari digester tingkat 1 masih dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan biogas pada digester tingkat 2. Digester tingkat 1 dapat menghasilkan biogas sebanyak 993 liter / 30 hari sedangkan digester tingkat 2 menghasilkan biogas sebanyak 913 liter / 30 hari.

2. Komposisi biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 untuk kandungan  $\text{CH}_4$  lebih tinggi dibandingkan digester tingkat 2, namun kandungan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) pada digester tingkat 1 lebih tinggi dibandingkan dengan digester tingkat 2.

### Daftar Pustaka

- [1] Anugrah, dkk., 2014, *Sistem Pertanian Terintegrasi – Simantri: Konsep, Pelaksanaan, dan Perannya dalam Pembangunan Pertanian di Provinsi Bali*, Forum penelitian Agro Ekonomi.
- [2] Sebayuana, S., Nindhia, T. G. T., & Surata, I. W, 2019, *Rancang Bangun Digester Biogas Portabel Berbahan Stainless Steel Diengkapi Agitator*, Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, Vol. 8, No. 1, pp. 464–469.
- [3] Sunaryo, 2014, *Rancang Bangun Reaktor Biogas untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi di Desa Iimbangan Kabupaten Banjarnegara.*,Jurnal PPKM UNSIQ, Vol. 1 No. 1, hal. 21–30.
- [4] Abdul, K., 2020, *Mengenal Tipe-Tipe Reaktor Biogas. Artikel Ilmiah.*, Pusat Teknologi Sumber Daya Energi Dan Industri Kimia.
- [5] Agustin, 2011, *Biogas Sebagai Alternatif Energi Biomassa Selasa*, Universitas Diponegoro.
- [6] Atmika, dkk., 2019, *The Effect Of Loading Rate To Biogas Production Rate Of The 500 Liter Anaerobic Digester Operated With Continous System*, Pada E3S Web of Conferences, EDP Sciences.
- [7] Fusvita, 2015, *Pengaruh Variasi Konsentrasi Konsorsium Bakteri Hidrolitik Dan Waktu Fermentasi Terhadap Produksi Biogas Dari Campuran Bahan Baku Komposisi Dengan Kotoran Sapi*, Tesis, Universitas Airlangga.



I Made Giatmika Putra telah menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana dari tahun 2017 hingga 2021.

Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan Biogas, khususnya yang berkaitan dengan Limbah Kotoran Sapi..