

Studi Laju Pembentukan Biogas Dan Komposisi Biogas Pada Digester Bertingkat (Studi Kasus Perbandingan Digester Tingkat 1 Dan 3

Agus Andika Saputra , Tjokorda Gde Tirta Nindhia, I Wayan Bandem Adnyana
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Biogas yang di buat memakai alat digester anaerobik telah banyak dikembangkan di Indonesia bahkan juga diseluruh dunia dengan berbagai bentuk dan jenis yang sangat beragam. Digester yang banyak digunakan di Bali khususnya adalah digester dengan bentuk fixed dome, jenis digester ini dapat menampung limbah peternakan sapi dengan jumlah yang besar. Tujuan penelitian ini, untuk mengetahui laju pembentukan biogas pada digester tingkat 1 dan 3 dan mengetahui komposisi biogas yang dihasilkan pada digester tingkat 1 dan 3. Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode penelitian eksperimental. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu limbah kotoran ternak sapi bali dengan pakan rumput gajah yang didapatkan dari simantri 369 Br. Sumampun, Desa Kemenuh, Kecamatan Sukawati Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali. Hasil penelitian ini, yaitu limbah yang keluar dari digester tingkat 1 masih dapat digunakan atau masih dapat menghasilkan biogas yang baik sampai dengan pada digester tingkat ke 3. Produksi biogas dari limbah yang keluar pada digester tingkat ke 3 masih dapat menghasilkan biogas sebanyak 758 liter selama 30 hari. Dan digester ke 1 dapat menghasilkan biogas sebanyak 993 liter selama 30 hari. Komposisi biogas yang terkandung pada digester portable bertingkat tingkat ke 3 yaitu kandungan CH_4 nya lebih tinggi di awal sampai dengan pertengahan di bandingkan dengan digester tingkat ke 1, sedangkan kandungan CO_2 yang terdapat pada biogas digester tingkat ke 3 diawal lebih rendah dibandingkn dengan digester tingkat ke 1. Produksi v biogas pada digester portable bertingkat tingkat ke 3 juga dapat menghidupkan genzet 4 tak berkapasitas 1000 watt, selain itu juga biogas yang di hasilkan oleh digester portable bertingkat tingkat ke 3 juga dapat digunakan untuk menghidupkan kompor sebagai sarana untuk memasak.

Kata kunci: Biogas, Digester Bertingkat

Abstract

Biogas that can be made using an anaerobic digester has been widely developed in Indonesia and even throughout the world with various forms and very diverse types. Digesters that are widely used in Bali are digesters with a fixed dome shape, this type of digester can accommodate large amounts of cattle farm waste. The purpose of this study was to determine the rate of biogas formation in the level 1 and 3 digesters and to determine the composition of the biogas produced at the level 1 and 3 digesters. The research method that will be used is an experimental research method. The materials used in this study was the waste of bali cattle dung with elephant grass feed obtained from simantri 369 Br. Sumampun, Kemenuh Village, Sukawati District, Gianyar Regency, Bali Province. The results of this study were the waste that comes out of the level 1 digester can still be used or can still produce good biogas up to the level 3 digester. day. And the first digester can produce as much as 993 liters of biogas for 30 days. The composition of the biogas contained in the 3rd level portable digester is that the CH_4 content is higher at the beginning to the middle compared to the 1st level digester, while the CO_2 content contained in the 3rd level biogas digester is lower than the 1st level digester. The biogas production in the 3rd level portable digester can also turn on a 4 stroke generator with a capacity of 1000 watts, besides that the biogas produced by the 3rd level portable digester can also be used to turn on the stove as a means for cooking.

Keywords: Biogas, Multilevel Digester

1. Pendahuluan

Di Indonesia, masyarakat sudah tidak asing lagi dengan energy biogas. Biogas di kembangkan dengan program sistem pertanian terintegrasi (Simantri) dan di perkenalkan oleh pemerintah Bali dalam rangka untuk memajukan sistem pertanian yang ada. Biogas dapat di buat memakai alat digester anaerobic yang saat ini sudah banyak di kembangkan dengan berbagai bentuk dan jenis yang beragam. Digester yang banyak digunakan di bali adalah digester dengan bentuk fixed dome, jenis digester ini dapat menampung limbah peternakan sapi dengan jumlah yang besar. Digester ini ditempatkan di lokasi – lokasi yang terjangkau dan tidak dapat dipindahkan ke lain

tempat. Namun, masih banyak peternak – peternak yang berada disebuah desa dipedalam yang memiliki sapi dengan jumlah sedikit yang kadang kala berpindah – pindah tempat peternakan. Bukan hanya itu, digester jenis fixed dome ini perawatannya juga sulit dikarenakan membutuhkan biaya dan tenaga yang lumayan besar untuk mengeluarkan limbah kotoran yang sudah mengeras didalam digester jenis fixed dome ini.

Gas yang dihasilkan dari digester fixed dome ini juga belum sepenuhnya murni. Hal ini dikarenakan gas metana yang ada didalam digester ini masih bercampur dengan air (H_2O), yang apabila gas yang ada didalam digester ini masih bercampur dengan air maka akan mempengaruhi penurunan produksi biogas [1] Sebab dari kekurangan

digester fixed dome itu sendiri dibutuhkan digester yang fleksibel dan efektif seperti multi-stage digester/digester bertingkat.

Agar dapat memaksimalkan pengolahan limbah kotoran sapi, digester biogas dibuat bertingkat. Pada tahap pertama terjadi proses hidrolisis. Pada tahap ini bahan yang tidak mudah larut diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti asam lemak dan karbohidrat. Pada digester tingkat ketiga terjadinya proses asetogenesis yang berasal dari proses asidogenesis, pada tahap ini terjadi pembentukan asam asetat yang kemudian diubah oleh bakteri acetogenic ke prekursor biogas (hidrogen, asam asetat dan karbon dioksida). Oleh sebab itu, penulis melakukan penelitian untuk mengetahui laju pembentukan biogas dan komposisi biogas pada digester bertingkat (studi kasus perbandingan digester tingkat 1 dan 3).

2. Dasar Teori

2.1. Biogas

Biogas adalah gas yang di hasilkan melalui campuran fermentasi limbah kotoran sapi maupun bahan – bahan organik dari bakteri – bakteri anaerob (bakteri – bakteri yang hidup didalam kondisi yang kedap udara). Bakteri – bakteri ini berada disemua jenis – jenis bahan organik yang dapat diproses untuk membentuk biogas. Jenis bahan – bahan organik homogen seperti kotoran dan urine pada hewan – hewan ternak yang baik untuk komposisi biogas sederhana. Tahapan – tahapan dalam pembentukan biogas adalah hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis [2].

2.2. Pengertian Digester

Digester merupakan alat penghasil biogas dari limbah – limbah organik, yang bekerja menggunakan prinsip menciptakan suatu tempat untuk menampung bahan organik pada kondisi tanpa oksigen sehingga bahan – bahan organik tersebut bisa difermentasikan oleh bakteri sehingga dapat menghasilkan biogas. Biogas yang timbul lalu akan dialirkan menuju tempat penampungan biogas sedangkan lumpur – lumpur sisa aktifitas fermentasi dikeluarkan dan dijadikan sebagai pupuk alami yang juga bisa dimanfaatkan sebagai usaha pertanian. Digester biogas juga memiliki tiga macam tipe yaitu tipe *fixed dome plant*, *floating drum plant*, dan *ballon plant* [3].

2.3. Fixed Dome Plant

Digester ini mempunyai penampungan gas dibagian atas digester. Ketika gas mulai muncul, gas itu akan menekan lumpur sisa dari fermentasi (sulurry) ke bak slurry. Apabila pemasukan kotoran ternak dimasukan secara terus menerus, maka gas yang ditimbulkan akan terus menekan slurry sampai keluar dari bak slurry. Gas yang ditimbulkan tertampung pada bagian atas kotoran yang mengalami fermentasi dan akan keluar melalui pipa gas yang ada di atas digester menuju ke penampungan. Keunggulannya adalah tidak adanya bagian yang bergerak, tahan lama, di bangun dibawah tanah sehingga terlindung dari berbagai cuaca, dan juga tidak memerlukan ruang di atas

tanah. Kelemahannya adalah rawan terjadinya sebuah retakan pada bagian penampung gas, tekanan gas yang tidak stabil dikarenakan tidak adanya katup gas [3].

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 3 dengan lama pengamatan 30 hari.
2. Variabel terikat pada penelitian ini adalah laju pembentukan biogas dan komposisi biogas pada digester tingkat 1 dan 3.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Las listrik heavy duty 160a, gerinda Bosch GWS 060 4 inch, bor duduk (mesin gurdi), biogas analiser, stick blender, volume meter, pompa biogas. Bahan. Limbah kotoran ternak sapi bali dengan pakan rumput gajah yang didapatkan dari simantri 369 Br. Sumampun, Desa Kemenuh, Kecamatan Sukawati Kabupaten Gianyar, Provinsi Bali.

3.3. Tahapan Pembuatan Digester Bertingkat

1. Drum oli berkapasitas 220 liter berdiameter 56cm dengan ketebalan drum $\frac{1}{2}$ mm dan tinggi 89cm dicuci.
2. Drum dilubangi bagian samping bawah kanan dan kiri dengan diameter 3 inch dan dilubangi juga bagian atas drum berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 30 cm dan lebar 20 cm.
3. Plat besi dan besi galvanis di potong dengan panjang 40 cm dan lebar 30 cm.
4. Besi cor berukuran 10 mm dipotong sepanjang 1.5 m dan di roll agar berbentuk bulat dengan diameter 45 cm.
5. Dibuatkan pipa galvanis berdiameter 1 inch dengan panjang 73.5 cm dan besi galvanis longdrat M20 dan panjang 1 m.
6. Dibuatkan bosing as berbahan nilon dibubut dengan ukuran 35 mm dan panjang 40 mm dan lubang tengah 20 mm agar besi galvanis longdrat M20 bisa masuk kedalam lubang tengah bosing as, lalu mixer menggunakan besi cor yang berukuran 10 mm dan dipotong kemudian di las berbrntuk U sepanjang 65 cm dan dibagi menjadi dua lalu diberi mata pisau pada bagian mixer agar mencegah terjadinya scum.
7. Pipa galvanis diameter 3 inch di potong menjadi dua bagian dengan ukuran masing-masing 80 dan 35.5 cm.
8. Plat besi dipotong berbentuk trapesium sama kaki menjadi 4 bagian dengan ukuran panjang atas 30 cm, bawah 20 cm, tinggi 20 cm, dan sebagai alasnya megggunakan plat besi

- berbentuk persegi dengan ukuran 20 cm x 20 cm dengan tebal plat besi 1 mm
9. Plat besi tersebut dilubangi bagian tengahnya dengan diameter 3 inch lalu potong pipa galvanis diameter 3 inch dengan masing-masing ukuran panjang 50 cm dan 35.5 cm sebagai water level kotoran sapi.
 10. Potong plat besi berukuran 20 cm x 20 cm dengan tebal 1 mm sebanyak 4 biji lalu 2 biji dari plat besi di lubangi bagian tengah dengan ukuran 3 inch lalu semua potongan plat besi di buat lubang untuk baut dan selanjutnya las 2 plat besi yang sudah dilubangi pada bagian out let dan inlet yang berfungsi untuk mencegah kotoran keluar.
 11. Keran ½ vvc, nosel ½ vvc, lem pipa, keran 1.5 dim, berfungsi sebagai keluaran gas pada digester bertingkat atau multistage.
 12. Setelah semua bahan - bahan sudah lengkap, perakitan digester bertingkat atau *multistage* dapat dilakukan.

3.4. Metode Pengambilan Data

Limbah kotoran sapi dan air dimasukkan kedalam digester bertingkat yang menggunakan kontinyu system, limbah kotoran sapi yang sudah bercampur rata dengan air dimasukkan kedalam digester bertingkat pertama dengan campuran 1:1 lalu aduk satu hari tiga kali selama 5 menit dan digester diisi kotoran setiap setiap 2 hari sekali. Kotoran sapi dimasukkan kedalam digester pertama lalu kotoran keluar dari digester pertama dimasukkan kedalam digester kedua lalu kotoran keluar digester kedua dimasukkan kedalam digester ketiga lalu kotoran keluar dari digester ketiga dimasukkan kedalam digester keempat. Untuk mengetahui berapa liter masing – masing digester menghasilkan gas dan juga kandungan – kandungan setiap digester, maka digunakan volume meter dan biogas analizer yang dibantu pompa biogas guna untuk mengetahui jumlah produksi biogas dan juga kandungan CH₄, CO₂ biogas pada masing – masing digester.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Pengamatan

Pengukuran dan pengujian produksi biogas (liter) dilakukan dengan menggunakan cara menampung produksi biogas yang dihasilkan per hari dari digester portable bertingkat 220 liter, yang berbahan dasar drum oli dan dilengkapi dengan agitator kedalam penampung biogas. Setelah itu dilakukan pengukuran ketinggian penampung biogas dengan menggunakan meteran guna untuk mengetahui produksi biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 dan digester tingkat 3 setiap harinya. Setelah melakukan pengukuran produksi biogas, selanjutnya dilakukan pengujian kandungan biogas atau komposisi biogas menggunakan biogas analizer. Pengujian komposisi biogas menggunakan biogas analizer adalah untuk mengetahui kadar CH₄, CO₂, dan H₂S pada biogas. Selanjutnya ketika

penampungan biogas sudah terisi dengan penuh, maka akan dilakukan pengukuran dan pengujian secara kumulatif menggunakan volume meter, pompa biogas, dan biogas analizer. Hasil dari pengukuran ada pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Pengujian sistem kontinu produksi dan komposisi biogas pada digester portable bertingkat kapasitas 220 liter pada digester tingkat 1.

| | Waktu (Hari) | Produksi Biogas (l) | Komposisi Biogas | |
|--------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | CH ₄ (%) | CO ₂ (%) |
| DIGESTER TINGKAT 1 | 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 |
| | Total | 993 | | |

Tabel 2. Pengujian sistem kontinu produksi dan komposisi biogas pada digester portable bertingkat kapasitas 220 liter pada digester tingkat 3.

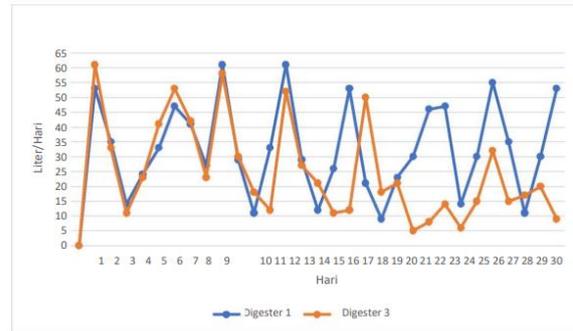
| | Waktu (Hari) | Produksi Biogas (l) | Komposisi Biogas | |
|--------------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | CH ₄ (%) | CO ₂ (%) |
| DIGESTER TINGKAT 1 | 1 | 61 | 65 | 35 |
| | 2 | 33 | 66 | 34 |
| | 3 | 11 | 67 | 33 |
| | 4 | 23 | 68 | 32 |
| | 5 | 41 | 27 | 31 |
| | 6 | 53 | 35 | 30 |
| | 7 | 42 | 63 | 33 |

| | | | |
|-------|-----|----|----|
| 8 | 23 | 67 | 33 |
| 9 | 58 | 38 | 28 |
| 10 | 30 | 58 | 33 |
| 11 | 18 | 64 | 36 |
| 12 | 12 | 60 | 40 |
| 13 | 52 | 34 | 30 |
| 14 | 27 | 52 | 36 |
| 15 | 21 | 58 | 42 |
| 16 | 11 | 60 | 40 |
| 17 | 12 | 71 | 29 |
| 18 | 50 | 33 | 26 |
| 19 | 18 | 45 | 27 |
| 20 | 21 | 59 | 26 |
| 21 | 5 | 65 | 30 |
| 22 | 8 | 67 | 21 |
| 23 | 14 | 75 | 25 |
| 24 | 6 | 58 | 42 |
| 25 | 15 | 74 | 26 |
| 26 | 32 | 21 | 25 |
| 27 | 15 | 31 | 31 |
| 28 | 17 | 42 | 23 |
| 29 | 20 | 55 | 25 |
| 30 | 9 | 42 | 58 |
| Total | 758 | | |

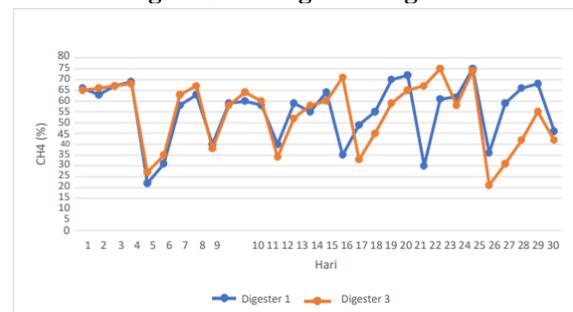
Dari Tabel 1 dan 2 dapat dilihat proses produksi biogas setiap harinya dari digester tingkat 1 dan digester tingkat 3. Jika dilihat dari jumlah produksi biogasnya selama 30 hari, maka dapat dilihat digester tingkat 1 dapat menghasilkan produksi biogas sebanyak 993 liter selama 30 hari dan digester tingkat 3 dapat menghasilkan produksi biogas sebanyak 758 liter selama 30 hari. Dapat dilihat pada Tabel 1 digester tingkat 1 menghasilkan produksi gas terbanyak pada hari ke 9 dan hari ke 13 yaitu pada hari ke 9 mendapatkan produksi sebanyak 61 liter dengan kandungan $CH_4 = 40\%$, $CO_2 = 40\%$ dan $H_2S = 0$ ppm, lalu pada hari ke 13 mendapatkan produksi sebanyak 61 liter dengan kandungan $CH_4 = 40\%$, $CO_2 = 39\%$ dan $CH_4 = 0$ ppm. Selanjutnya pada Tabel 2 yaitu pada digester tingkat ke 3 menghasilkan produksi gas terbanyak pada hari ke 1 dengan mendapatkan gas sebanyak 61 liter dengan kandungan $CH_4 = 65\%$, $CO_2 = 35\%$ dan $H_2S = 0$ ppm. Dari data diatas dapat dibuatkan grafik.

Dapat dilihat pada Gambar 1 produksi biogas harian pada digester, dimana produksi biogas awal pada digester ke 3 cukup tinggi dan hamper nyaingi digester ke 1, sedangkan pada hari ke 30 produksi biogas digester ke 3 lebih sedikit di banding digester ke 1.

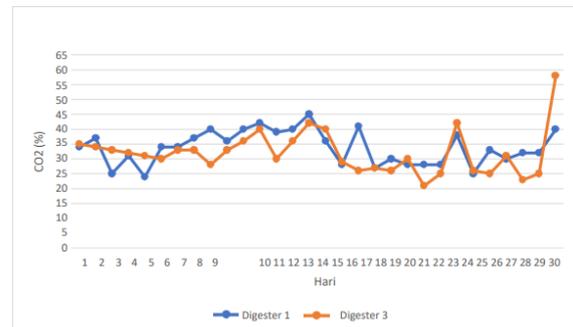
Dapat dilihat pada Gambar 2 komposisi CH_4 digester ke 3 lebih tinggi diawal sampai dengan pertengahan dibandingkan digester ke 1.



Gambar 1. Grafik Produksi biogas harian digester bertingkat kapasitas 220 liter digester tingkat 1 dan digester tingkat 3



Gambar 2. Grafik komposisi CH_4 dalam biogas digester tingkat 1 dan 3



Gambar 3. Grafik kandungan CO_2 pada biogas digester tingkat 1 dan tingkat 3

Dapat dilihat pada Gambar 3, kandungan CO_2 pada digester tingkat 3 lebih rendah diawal sampai pertengahan dibandingkan digester ke 1, sedangkan pada hari ke 30 kandungan CO_2 pada biogas digester tingkat ke 3 memiliki lebih banyak CO_2 dari pada digester tingkat ke 1.

4.2. Pembahasan

Pada Gambar 1 di tunjukan bahwa produksi biogas di hari pertama sampai pertengahan produksi biogas hampir sata – rata sama. Sedangkan pada hari akhir produksi biogas digester tingkat ke 1 lebih tinggi dan produksi digester tingkat ke 3 sudah menurun. Hal ini disebabkan karena limbah digester ke 1 adalah limbah baru sedangkan limbah digester ke 3 adalah limbah keluaran dari digester ke 1 dan ke 2. Dapat dilihat pada Gambar 1 produksi biogas pada tertinggi pada hari pertama adalah biogas yang dihasilkan oleh digester tingkat ke 3 dengan produksi sebanyak 61 liter dengan kandungan $CH_4 =$

65%, $\text{CO}_2 = 35\%$ dan $\text{H}_2\text{S} = 0$ ppm, sedangkan digester tingkat 1 pada hari pertama memproduksi sebanyak 53 liter dengan kandungan $\text{CH}_4 = 66\%$, $\text{CO}_2 = 34\%$ dan $\text{H}_2\text{S} = 0$ ppm. Selanjut pada hari ke 9 produksi tertinggi di hasilkan oleh digester tingkat 1 dengan jumlah produksi sebanyak 61 liter dengan kandungan $\text{CH}_4 = 40\%$, $\text{CO}_2 = 40\%$ dan $\text{H}_2\text{S} = 0$ ppm, sedangkan digester tingkat 3 pada hari ke 9 dapat memproduksi biogas sebanyak 58 liter dengan kandungan $\text{CH}_4 = 38\%$, $\text{CO}_2 = 28\%$ dan $\text{H}_2\text{S} = 0$ ppm. Selanjutnya dari hari ke 9 sampai dengan hari ke 30 digester tingkat 1 selalu memproduksi biogas yang paling banyak, sampai dengan di hari ke 30 dimana digester tingkat 1 masih tetap memproduksi biogas sebanyak 53 liter dengan kandungan $\text{CH}_4 = 46\%$, $\text{CO}_2 = 40\%$ dan $\text{H}_2\text{S} = 0$ ppm, sedangkan pada digester tingkat ke 3 dapat di lihat pada gambar 4.1 dimana pada hari ke 30 produksi biogas digester tingkat ke 3 menurun dan dapat menghasilkan biogas sebanyak 9 liter dengan kandungan $\text{CH}_4 = 42\%$, $\text{CO}_2 = 58\%$ dan $\text{H}_2\text{S} = 0$ ppm. Perbedaan produksi biogas yang di hasilkan digester tingkat ke 1 dan digester tingkat ke 3 disebabkan oleh limbah yang digunakan pada digester tingkat ke 1 adalah limbah baru, sedangkan limbah yang digunakan pada digester tingkat ke 3 adalah limbah keluaran dari digester tingkat ke 1 yang di masukan ke digester tingkat ke 2 lalu limbah yang keluar dari digester tingkat ke 2 digunakan atau dimasukan kedalam digester tingkat ke 3. Selain adanya 4 tahapan – tahapan biogas dan pencernaan kimia anaerobik yaitu yang pertama hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis [1]. Pada Langkah pertama yaitu hidrolisis adalah dimana kompleks bahan organik (polimer) didekomposisi sehingga menghasilkan unit yang lebih kecil (mono dan oligo). Proses hidrolisis memerlukan perantara enzim yang diekskresi dengan bakteri fermentatif. Proses hidrolisis lebih lanjut menghasilkan produk yang diuraikan oleh mikroorganisme yang ikut serta dan dipergunakan sebagai proses metabolisme mereka sendiri. Selanjutnya pada proses asidogenesis produk yang dihasilkan hidrolisis akan dikonversi oleh bakteri asidogenik sebagai substrak metanogen. Seterusnya proses asetogenesis produk yang di hasilkan oleh asidogenesis tidak langsung dapat diubah menjadi metana oleh bakteri metanogenik akan diubah sebagai substrak metanogen. Lalu metanogenesis pada proses metanogenesis hidrogen diubah menjadi metana [4].

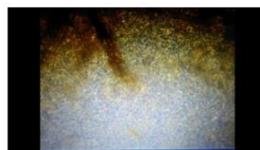
Pada Gambar 2 di tunjukan bahwa kandungan CH_4 digester tingkat ke 3 hari ke 8 lebih tinggi dibandingkan digester tingkat 1, CH_4 digester tingkat 3 pada hari ke 8 adalah sebanyak 67% sedangkan kandungan CH_4 pada digester tingkat 1 pada hari ke 8 adalah sebanyak 63 %. Hal ini karenakan limbah yang dimasukan pada digester tingkat ke 3 adalah limbah yang berasal dari outlet digester tingkat ke 2, sedangkan limbah pada digester tingkat ke 1 adalah limbah baru. Yang dimana proses metanogenesis

digester tingkat ke 3 lebih mendonasi. Adapun proses keempat pada tahapan - tahapan pembentukan biogas yaitu metanogenesis, yang dimana pada proses metanogenesis pembentukan metana terjadi dibawah kondisi anaerobik yang ketat (respirasi karbonat) (Steinhauser & Deublein, 2011). Produksi metana dan karbondioksida dilakukan oleh bakteri metanogen, 70% dari metana yang terbentuk bersumber dari asetat, sebaliknya 30% sisanya berasal dari konversi hidrogen (H) serta karbondioksida (CO_2) [4].

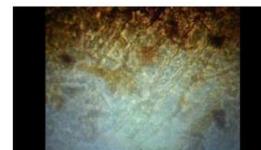
Pada Gambar 3 di tunjukan bahwa kadungan CO_2 pada digester tingkat 1 dan digester tingkat 3 selama 30 hari lebih rendah digester tingkat 3. Hal ini disebabkan karena campuran kotoran limbah sapi dan air pada digester tingkat ke 1 dan tingkat ke 3 adalah sama yaitu dengan perbandingan 1:1 yaitu 2,5 liter kotoran sapi dan 2,5 liter air. Pengisian limbah kotoran sapi dilakukan setiap 2 hari sekali selama 30 hari, hal ini yang menyebabkan 3 proses awal bertahan lebih lama yaitu hidrolisis, asidogenesis dan asetogenesis. Sehingga mengakibatkan kandungan CO_2 di awal lebih rendah dan diakhir lebih tinggi [1]. pada tahap hidrolisis selama proses dekomposisi, polimer seperti karboidrat, lipid, asam nukleat, dan protein diubah menjadi glukosa, gliserol, purin dan pirimidin. Selanjutnya pada tahap asidogenesis gula sederhana, asam amio, dan asam lemak terdegradasi menjadi asetat, karbondioksida dan hidrogen (70%) serta menjadi Volatile Fatty Acid (VFA) dan alkohol (30%). Selanjutnya pada proses asetogenesis produk dari asidogenesis produk yang tidak dapat diubah secara langsung menjadi metana dengan bakteri metanogen diubah menjadi substrak metanogen [4].

Selain melakukan pengukuran produksi biogas dan juga komposisi biogas, pada penelitian ini juga melakukan pengamatan pada bakteri – bakteri yang terdapat didalam limbah kotoran sapi dengan menggunakan microscope. Berikut adalah foto – foto bakteri yang terdapat pada kotoran sapi digester tingkat ke 1 dan digester tingkat ke 3:

Minggu ke 1



Gambar 4. Digester ke 1



Gambar 5. Digester ke 2

Minggu ke 2

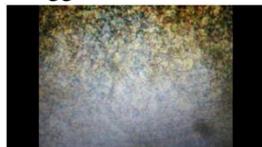


Gambar 6. Digester ke 1



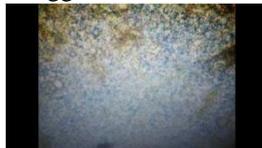
Gambar 7. Digester ke 2

Minggu ke 3



Gambar 8. Digester ke 1 Gambar 9. Digester ke 2

Minggu ke 4



Gambar 10. Digester ke 1 Gambar 11. Digester ke 2

Dapat dilihat pada foto – foto bakteri pada minggu ke 1 hingga minggu ke 4 pada gambar diatas, terlihat pada gambar diatas pada minggu pertama pada digester ke 1 dan ke 3 jumlah bakterinya masih sama – sama banyak di karenakan suplai makanan masih banyak, sedangkan pada minggu ke 2 dan ke 3 bakteri yang terdapat pada digester ke 3 jumlah nya lebih sedikit dibandingkan digester ke 1, ini dikarenakan suplai makanan yang ada pada digester ke 3 mulai sedikit. Sedangkan pada minggu ke 4 jumlah bakteri pada digester ke 3 sangat sedikit dibandingkan digester ke 1, hal ini dikarenakan suplai makanan untuk bakteri pada digester ke 3 pada minggu ke 4 sangat sedikit dibandingkan digester ke 1. Hal ini disebabkan karena digester ke 1 terus mendapatkan limbah baru sedangkan digester ke 3 mendapatkan limbah yang keluar dari digester 1 dan digester 2, hal ini yang menyebabkan suplai makanan pada minggu 3 dan ke 4 bakteri pada digester ke 3 sangat sedikit dikarenakan sedikitnya suplai makanan untuk bakteri.

5. Kesimpulan

Dari data pada tabel diatas, produksi biogas serta CH_4 , dan CO_2 pada digester tingkat ke 1 dan juga digester tingkat ke 3 selama 30 hari dapat di simpulkan bahwa :

1. Laju pembentukan biogas pada digester tingkat ke 3 masih dapat menghasilkan biogas sebanyak 758 liter selama 30 hari. Dan digester ke 1 dapat menghasilkan biogas sebanyak 993 liter selama 30 hari.
2. Komposisi biogas yang dihasilkan pada digester portable bertingkat tingkat ke 3, kandungan CH_4 nya lebih tinggi di awal sampai pertengahan di bandingkan digester tingkat ke 1, sedangkan CO_2 di awal lebih rendah dibandingkan dengan digester tingkat ke 1.

Daftar Pustaka

- [1] Sebayuana S., Nindhia, T.G.T., Surata IW., 2019, *Rancang Bangun Digester Biogas Portabel Berbahan Stainless Steel Dilengkapi*

Agitator, Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika, Vol. 8, No. 1, pp. 464–469.

- [2] Hastuti D., 2009, *Aplikasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*. Mediagro, Vol. 5, No. 1, pp. 20–26.
- [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, pp. 21–30.
- [4] Megawati M., 2014, *Pengaruh Penambahan EM4 (Effective Microorganism-4) pada Pembuatan Biogas Dari Eceng Gondok dan Rumen Sapi*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan, Vol. 3, No. 2, pp. 42–49.



I Komang Agus Andika Saputra Wiguna telah menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana dari tahun 2017 hingga 2021 dengan topic penelitian Studi Laju Pembentukan Biogas Dan Komposisi Biogas Pada Digester Bertingkat (Studi Kasus Perbandingan Digester Tingkat 1 dan 3)

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