

Studi Laju Pembentukan Biogas Dan Komposisi Biogas Pada Digester Bertingkat (Studi Kasus Perbandingan Digester Tingkat 1 Dan 4)

Widya Pradnyana, Tjokorda Gde Tirta Nindhia, dan I W. Bandem Adnyana
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali 80362

Abstrak

Di masa saat ini tenaga serta bahan bakar telah menjadi kebutuhan warga yang sangat berarti. Pasokan buat memperoleh tenaga serta bahan bakar masih didominasi oleh sumber tenaga fosil yang tidak bisa diperbaharui ialah minyak bumi, batubara, serta gas alam. Hingga dari itu dibutuhkanlah tenaga alternatif yang ramah area serta mempunyai sumber yang bisa diperbaharui ialah biogas. Buat menciptakan biogas diperlukan reaktor biogas(digester) yang ialah sesuatu instalasi kedap hawa sehingga proses dekomposisi bahan organik hendak bisa berjalan secara optimum. Terdapat sebagian tipe digester biogas yang dibesarkan antara lain merupakan digester jenis Fixed- Dome plant, Floating Drum plant, Baloon plant. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa produksi biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 (pertama) sebanyak 993 liter dan digester tingkat 4 (keempat) sebanyak 728 liter selama 30 hari. Setelah itu pada hari pertama hingga hari terakhir pada digester tingkat 1 (pertama) mendapatkan kandungan biogas tertinggi pada hari ke 25 sebanyak $CH_4 = 75\%$, $CO_2 = 25\%$. Lalu pada hari pertama hingga hari terakhir digester tingkat 4 (keempat) mendapatkan kandungan biogas yang tertinggi pada hari ke 25 sebanyak $CH_4 = 75\%$, $CO_2 = 25\%$.

Kata kunci : Digester bertingkat, Limbah kotoran ternak, Biogas

Abstract

In the current era, energy and fuel have become very important needs of the people. The supply for energy and fuel is still dominated by non-renewable fossil energy sources, namely oil, coal and natural gas. Therefore, alternative energy that is environmentally friendly and has a renewable source is needed, namely biogas. To produce biogas, a biogas reactor (digester) is needed which is an airtight installation so that the decomposition process of organic matter will run optimally. There are several types of biogas digesters that are raised, including the Fixed-Dome plant digester, Floating Drum plant, and Baloon plant. The results of this study indicate that the biogas production produced from the digester level 1 (first) is 993 liters and the digester level 4 (fourth) is 728 liters for 30 days. After that on the first day until the last day the digester level 1 (first) got the highest biogas content on day 25 as much as $CH_4 = 75\%$, $CO_2 = 25\%$. Then on the first day until the last day the digester level 4 (fourth) gets the highest biogas content on day 25 as much as $CH_4 = 75\%$, $CO_2 = 25\%$.

Keywords : Multilevel Digester, Livestock Manure, Biogas

1. Pendahuluan

Di era saat ini energi dan bahan bakar sudah menjadi kebutuhan masyarakat yang sangat penting. Tidak hanya itu ketersediaan tenaga fosil di dalam bumi ini secara kilat ataupun lelet hendak terus menjadi menipis .

Maka dari itu dibutuhkanlah tenaga alternatif yang ramah area atau lingkungan serta mempunyai sumber yang bisa diperbaharui dan tidak terdengar asing lagi dikalangan masyarakat Indonesia khususnya pada masyarakat Bali yaitu dengan memanfaatkan limbah kotoran ternak sapi sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk Biogas. Di Bali khususnya juga sudah menerapkan sistem pengolahan limbah ternak sapi yang dikembangkan melalui program Simantri (Sistem Pertanian Terintegrasi).

Pada umumnya digester yang sering digunakan pada sistem pertanian terintegrasi di Bali menggunakan digester *fixed dome*. Dan digester *fixed dome* ini biasanya dibuat di lahan yang cukup luas, terjangkau dari kalangan masyarakat, dan tidak dapat dipindah-pindahkan ketempat lain dengan berbahan dasar beton dan fiber. Sedangkan banyak perternak sapi kecil yang tempat tinggalnya di pedalaman sulit untuk menjangkaunya. Berdasarkan kekurangan dari model *fixed dome* maka digester *fixed dome* ini sangat kurang efektif untuk digunakan pada kalangan masyarakat yang tempat tinggalnya berada di pedalaman atau jauh dari pemukiman. Tentu saja, untuk menghasilkan biogas secara optimal dibutuhkanlah reaktor biogas (*digester*) yang sangat-sangat efektif seperti digester bertingkat (*multi-stage*) dimana proses yang dilakukan didalam empat

buah digester atau lebih dikerjakan secara seri atau bertahap agar menghasilkan biogas yang sangat bagus dan tidak perlu memurnikannya lagi karena biogas yang dihasilkan sudah sangat efektif untuk digunakan sehari-hari dan juga mempermudah para petani atau peternak sapi memanfaatkan biogasnya secara optimal (Purnama, C., 2009) [1].

Dalam hal ini ada beberapa yang harus dikaji yaitu:

1. Bagaimana laju pembentukan biogas yang dihasilkan digester tingkat 1 dan digester tingkat 4
2. Bagaimana komposisi biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 dan digester tingkat 4

Sebagian batas permasalahan dalam riset ini ialah:

1. Bahan limbah yang digunakan merupakan limbah kotoran ternak sapi yang dicampur air dengan perbandingan 1: 1 ataupun dengan perbandingan volume 1 liter air serta 1 liter kotoran sapi.
2. Digester diisi limbah secara *batch sistem* selama 30 hari dan kontinu sistem selama 30 hari, selanjutnya di operasikan secara *kontinu sistem*.
3. Digester bertingkat diisi limbah secara *kontinu sistem* sebanyak 5 liter (2,5 liter kotoran sapi + 2,5 liter air) setiap 2 hari.
4. Digester bertingkat yang dilengkapi dengan agitator diaduk secara manual pada setiap pagi, siang, dan sore selama 5 menit menggunakan *stopwatch*.
5. Drum yang digunakan untuk digester bertingkat ini berkapasitas 220 liter.

2. Dasar Teori

2.1 Biogas

Biogas ialah salah satu sumber tenaga terbarukan sebab keberadaan bahan baku hendak terus terdapat sepanjang kehidupan ini masih berlangsung. Biogas mempunyai isi utama ialah metana serta karbon dioksida namun pula memiliki faktor gas lain.

Komposisi isi utama dari biogas merupakan metana serta karbondioksida. Dengan jumlah kecil komponen lain semacam air, hidrogen sulfida, siloksan, ammonia, oksigen, karbon monoksida, serta nitrogen. Serangkaian proses yang terjalin pada pembuatan biogas ialah meliputi *hidrolisis*, *asidogenesis*, *asetogenesis*, serta *metanogenesis*. (Al Saedi et all, 2008) [2].

2.2 Digester

Digester ataupun reaktor merupakan tempat buat penciptaan biogas ataupun perlengkapan penghasil biogas dari limbah organik, yang bekerja dengan prinsip menghasilkan sesuatu tempat penampungan bahan organik pada keadaan anaerob (kedap udara) sehingga bahan organik tersebut bisa difermentasi oleh kuman supaya menciptakan biogas(Sunaryo, 2014) [3].

Ada dua sistem pembentukan biogas pada bangunan digester yaitu *sistem Batch* dan *sistem Continuous*. Sistem Batch Feeding merupakan tipe digester yang pengisian bahan organik dicoba sekali hingga penuh, setelah itu ditunggu hingga menciptakan biogas(Abu- Dahrer et all. 2011) [4]. Sistem Continuous Feeding merupakan pengisian bahan baku organik dicoba tiap hari dalam jumlah tertentu(Abu- Dahrer et all. 2011) [5]. Pada pengisian dini, digester diisi dengan penuh kemudian ditunggu sampai biogas dibuat. Pengisian bahan baku setelah itu dicoba secara kontinu tiap hari dengan jumlah tertentu ataupun..

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang hendak digunakan ini merupakan riset eksperimental(true experimental research), ialah melaksanakan pengamatan langsung buat mengenali ikatan karena serta akibat dengan menggunakan satu ataupun lebih perlakuan, serta menyamakan hasil satu dengan yang lain yang digunakan selaku perbandingan

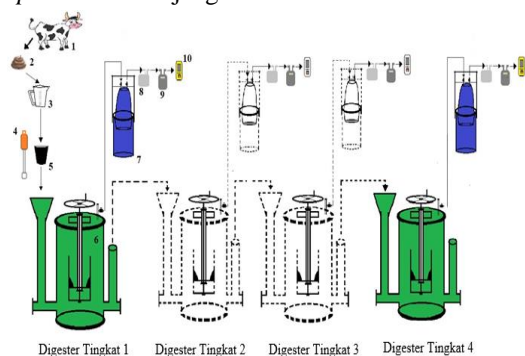
3.1 Alat dan Bahan Penelitian

- a) Mesin Travo Las atau Las Listrik Heavy Duty HL 160 dan Elektroda berfungsi sebagai alat utama di dalam pembuatan digester bertingkat ini. Dan berfungsi untuk pengelasan besi galvanis dan stainless steel ukuran elektroda yang digunakan yaitu 2.6 hingga 3.2 mm.
- b) Gerinda Bosch GWS 060 4 Inch berfungsi sebagai alat memotong plat besi dan pipa galvanis untuk merancang bangun digester bertingkat dengan berkapasitas 220 liter.
- c) Biogas Analiser berfungsi untuk mengukur dan mendeteksi kandungan yang ada didalam biogas seperti : CO₂ (*karbondioksida*), CH₄ (*metana*), dan H₂S (*hidrogen sulfida*) dengan ketelitian CO₂ (*karbondioksida*) : 100% Vol, CH₄ (*metana*) : 100% Vol, dan H₂S (*hidrogensulfida*) : 999 ppm.
- d) Mesin Gurdi (bor duduk) berfungsi sebagai alat melubangi pada bagian dudukan agitator dan plat besi pada bagian outlet limbah biogas untuk membuat lubang baut agar mencegah terjadinya kebocoran
- e) Stick Blander berfungsi sebagai alat untuk mencampur kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1 : 1 agar tercampur dengan rata.
- f) Pompa Biogas berfungsi sebagai memompa biogas dari drum plastik penampungan biogas sementara menuju ke *Volume meter*, dan membantu pengaliran biogas dari bag ke *Biogas analiser*
- g) Volume Meter berfungsi sebagai mengukur produksi atau volume biogas yang dialirkan dari drum penampung biogas sementara menuju kedalam bag, dengan ketelitian 0,001 m³.
- h) Gelas Ukur berfungsi untuk mengetahui berapa takaran kotoran sapi dan air yang akan dimasukan kedalam ember pencampuran.

- i) Limbah Kotoran sapi sebagai bahan utama pembuatan biogas.

3.2 Instalasi Penelitian

Pertama sapi bali mengeluarkan limbah atau kotoran, lalu limbah atau kotoran sapi ini dimasukan kedalam gelas ukur dengan perbandingan 1:1, dan setelah itu kotoran sapi dimasukan kedalam ember pencampuran lalu diaduk menggunakan *stick blender* agar kotoran sapi dan air tercampur dengan rata. Setelah kotoran sapi tercampur rata dengan air lalu dimasukan kedalam digester bertingkat yang berkapasitas 220 liter dengan menggunakan *batch sistem*, lalu diaduk setiap tiga kali sehari pada pagi, siang, dan sore selama 5 menit menggunakan *stopwatch* dalam jangka waktu 30 hari, lalu alirkan biogas menuju drum penampung biogas sementara, setelah drum penampung biogas sementara terisi dengan penuh oleh biogas selama 30 hari lalu drum penampung biogas dikosongkan kembali. Setelah 30 hari menggunakan *batch sistem*, lalu digester bertingkat ini menggunakan *continuous sistem* yaitu dengan menambahkan kotoran sapi setiap dua hari sekali dengan perbandingan 1 : 1 atau 2,5 liter air dan 2,5 liter kotoran sapi menggunakan ember (gelas ukur). Setelah kotoran sapi tercampur rata dengan air didalam ember pencampuran lalu masukan kotoran sapi kedalam digester pertama dan kotoran sapi yang keluar melalui *water level* digester yang pertama, lalu dimasukan kedalam digester yang kedua, dan setelah itu kotoran sapi yang keluar melalui *water level* digester kedua, dimasukan lagi ke dalam digster yang ketiga, lalu kotoran sapi yang sudah keluar dari digester ketiga akan dimasukan lagi kedalam digester yang terakhir atau yang keempat, lalu kotoran sapi yang keluar melalui *water level* digester keempat ini baik digunakan sebagai pupuk peternakan. Lalu diaduk setiap tiga kali sehari pada pagi, siang, dan sore selama 5 menit menggunakan *stopwatch* dalam jangka waktu 30 hari.



Gambar 1. Instalasi Digester Biogas Bertingkat (Multi-Stage) Berkapasitas 220 Liter

Keterangan :

1. Sapi Bali
2. Limbah atau kotoran sapi Bali
3. Gelas ukur
4. *Stick blender*
5. Ember pencampuran

6. Digester berkapasitas 220 liter dilengkapi dengan *agitator*
7. Drum penampung biogas sementara
8. Pompa biogas
9. *Volume meter*
10. *Biogas analiser*

Alirkan biogas menuju drum penampung biogas sementara, jika drum penampung biogas sementara sudah terisi dengan penuh oleh biogas, lalu alirkan biogas dari drum penampungan biogas sementara menuju pompa biogas yang berfungsi sebagai membantu pengaliran biogas dari drum penampung biogas sementara menuju *volum emeter* yang berfungsi untuk mengetahui berapa produksi biogas yang dihasilkan oleh digester bertingkat yang berkapasitas 220 liter, setelah biogas dialirkan melalui pompa biogas, *volumemeter*, lalu cek kandungan atau komposisi biogas menggunakan alat *biogas analiser*, agar dapat mengetahui berapa kandungan CH_4 , H_2S , dan CO_2 pada biogas yang dihasilkan oleh digester bertingkat yang berkapasitas 220 liter. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

3.3 Pengambilan Data

Masukan limbah atau kotoran sapi yang sudah tercampur air kedalam digester portabel bertingkat yang berkapasitas 220liter dengan perbandingan 1:1. Dan aduk kotoran sapi yang sudah berada didalam digester bertingkat pada pagi, siang, dan sore selama 5 menit dalam jangka waktu 30 hari, lalu alirkan biogas menuju drum penampungan biogas sementara, setelah drum penampung terisi dengan penuh lalu alirkan biogas menuju *pompa biogas*, *volume meter*, dan, *biogas analisser* untuk mengetahui komposisi dan produksi biogas yang dihasilkan oleh digester bertingkat yang berkapasitas 220liter. Catat jumlah produksi biogas dan kandungan atau komposisi biogas yang dihasilkan pada digester tingkat 1 dan tingkat.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Data hasil penelitian dicatat pada saat mengukur kenaikan produksi dan komposisi biogas per hari yang dihasilkan dari digester tingkat pertama dan digester tingkat keempat kapasitas 220 liter yang ditampung didalam drum penampung biogas sementara, lalu ukur kenaikannya menggunakan meteran untuk mengetahui berapa produksi biogas yang dihasilkan digester tingkat pertama dan digester tingkat keempat per harinya, setelah itu ukur komposisi biogas menggunakan alat *biogas analiser* yang berfungsi untuk mengetahui kadar CH_4 , CO_2 pada biogas. Kemudian di rata-ratakan, sajikan dalam bentuk tabel dan grafik sebagai berikut:

Tabel 1. Pengujian kandungan dan produksi biogas digester tingkat 1 berkapasitas 220 liter dengan sistem *continuous*

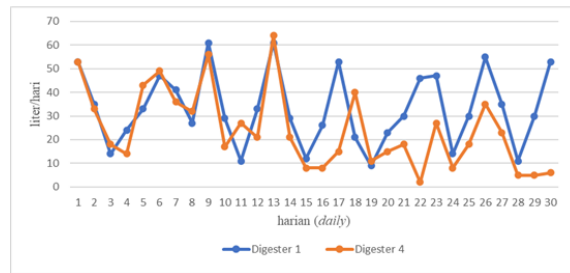
	Waktu [hari]	Produksi Biogas [l]	Komposisi Biogas	
			CH ₄	CO ₂
DIGESTER TINGKAT 1	1	53	66	34
	2	35	63	37
	3	14	67	25
	4	24	69	31
	5	33	22	24
	6	47	31	34
	7	41	58	34
	8	27	63	37
	9	61	40	40
	10	29	59	36
	11	11	60	40
	12	33	58	42
	13	61	40	39
	14	29	59	40
	15	12	55	45
	16	26	64	36
	17	53	35	28
	18	21	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	30	993	-	-

Tabel 2. Pengujian kandungan dan produksi biogas digester tingkat 4 berkapasitas 220 liter dengan sistem *continuous*

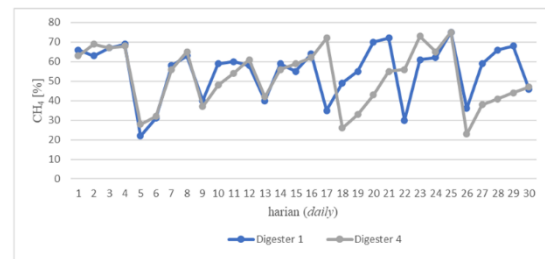
	Waktu [hari]	Produksi Biogas [l]	Komposisi Biogas	
			CH ₄	CO ₂
DIGESTER TINGKAT 4	1	53	63	37
	2	33	69	31
	3	18	67	30
	4	14	68	32
	5	43	28	29
	6	49	32	31
	7	36	56	38
	8	32	65	35
	9	56	37	35
	10	17	48	35
	11	27	54	46
	12	21	61	39
	13	64	42	34
	14	21	56	36
	15	8	59	41
	16	8	62	38
	17	15	72	28
	18	40	26	25
	19	11	33	25
	20	15	43	29
	21	18	55	28
	22	2	56	27
	23	27	73	27
	24	8	65	35
	25	18	75	25
	26	35	23	26
	27	23	38	26
	28	5	41	29
	29	5	44	24
	30	6	47	53
Total	30	728	-	-

Dari data yang didapat produksi biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 (pertama) selama 30 hari sebanyak 993 liter, lalu produksi biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 4 (keempat) selama 30 hari sebanyak 728 liter. Dari produksi biogas selama 30 hari pada digester tingkat 1 (pertama) dan

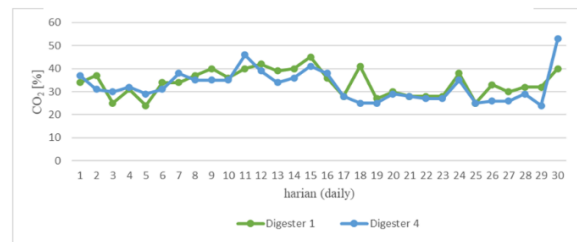
digester tingkat 4 (keempat) ini yang paling banyak memproduksi biogas adalah digester tingkat 1.



Gambar 2. Grafik produksi biogas dalam 30 hari yang dihasilkan dari digester tingkat 1 dan 4



Gambar 3. Grafik Komposisi CH₄ dalam biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 dan 4



Gambar 4. Grafik Komposisi CO₂ dalam biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 dan 4

4.2 Pembahasan

Pada tabel 1 dan 2, dapat dilihat hasil produksi dan komposisi biogas pada digester tingkat 1 (pertama) selama 30 hari sebanyak 993 liter dan pada digester tingkat 4 (keempat) sebanyak 728 liter, produksi biogas tertinggi dapat dilihat pada hari ke 9 (61 liter) pada digester tingkat 1 (pertama), dan produksi biogas tertinggi pada digester tingkat 4 (keempat) terdapat pada hari ke 13 (64 liter), hal yang menyebabkan peningkatan atau penghambatan produksi biogas dan perbedaan produksi biogas pada digester tingkat 1 (pertama) dan tingkat 4 (keempat) yaitu hal ini dikarenakan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya suhu/temperatur didalam atau diluar digester, nilai pH, serta adanya penambahan substrat dan fases ternak sapi (Jumadi Tangko dkk, 2018). Lalu komposisi atau kandungan

biogas tertinggi dihasilkan pada digester tingkat 1 (pertama) pada hari ke 25 sebanyak $CH_4 = 75\%$, $CO_2 = 25\%$. Sementara itu pada digester tingkat 4 (keempat) mendapatkan kandungan biogas tertinggi pada hari ke 25 sebanyak $CH_4 = 75\%$, $CO_2 = 25\%$, hal ini disebabkan adanya empat tahap biologis dan kimia pencernaan anaerobik yaitu *hidrolisis*, *asidogenesis*, *asetogenesis*, *metanogenesis* (Sebayuana, 2019). Pada *hidrolisis* terjalin proses dekomposisi biomasa lingkungan yang jadi glukosa simpel mengenakan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme buat menciptakan biomasa yang bisa larut dalam air. Pada proses *asidogenesis*, monomer serta oligomer hasil dari proses *hidrolisis* hadapi perombakan jadi CO_2 , asam lemak, dan alkohol. Pada proses *asetogenesis*, asam serta alkohol dirubah jadi asam asetat serta gas H_2 . Kemudian pada proses yang terakhir ataupun *metanogenesis*, senyawa-senyawa yang dihasilkan lewat proses *asetogenesis* dirubah jadi gas metana oleh kuman *methanogenik* (Siti Mujdalipah, 2014).

Pada foto 2 bisa dilihat penciptaan biogas yang paling tinggi dihasilkan sepanjang 30 hari pada hari ke 9 sebanyak 61 liter pada digester tingkatan 1 (awal), bagi Siti Mujdalipah dkk. (2014), ini disebabkan terdapatnya pemakaian substrat yang maksimal dari mikroorganisme sehingga biogas dibuat secara optimal. Kemudian pada digester tingkatan 4 (keempat) penciptaan biogas yang paling tinggi ada pada hari ke 13 sebanyak 64 liter. Volume gas yang bertambah disebabkan bertambahnya waktu fermentasi. Terus menjadi panjang waktu fermentasi hingga terus menjadi bertambah akitivitas dari mikroorganisme buat memakai substrat sehingga perihal ini sangat pengaruhi produk yang dihasilkan biogas (Suryani, 2013). Dan juga hasil dari produksi biogas pada digester tingkat 1 dan 4 disebabkan oleh pengaruh cuaca yang setiap harinya tidak bisa diprediksi.

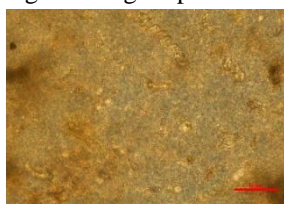
Pada gambar 3 ditunjukkan bahwa kandungan CH_4 dari biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 pada hari pertama hingga hari ke 30 lebih tinggi jika dibandingkan dengan digester tingkat 4, hal ini disebabkan oleh bakteri yang merata didalam digester dan terdapat proses pengadukan menggunakan *agitator* (Sebayuana, 2019), dan juga limbah atau fases yang dimasukkan kedalam digester tingkat 1 (pertama) yaitu limbah atau fases yang masih segar dan masih banyak mengandung atau menghasilkan bakteri *metanogen* sehingga kandungan CH_4 pada digester tingkat 1 (pertama) lebih banyak dibandingkan digester tingkat 4

(keempat), menurut (Megawati 2015) dikarenakan produksi metana dilakukan oleh bakteri *metanogen*, 70% nya dari metana yang terbentuk melalui asam asetat, sedangkan 30% nya dihasilkan dari konversi *hidrogen* (H) dan *karbondioksida* (CO_2). Produksi CH_4 tertinggi pada digester tingkat 1 (pertama) terdapat pada hari ke 25 sebanyak 75%. CH_4 tertinggi pada digester tingkat 4 (keempat) yaitu pada hari ke 25 sebanyak 75%. Lalu metana (CH_4) diproduksi pada tahap pembentukan biogas secara *metanogenesis* (Sebayuana, 2019). Hal ini disebabkan kandungan CH_4 sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi bahan baku, temperatur, dan nilai pH dan bakteri *methanogen* yang terdapat didalam digester tingkat 1 dan digester tingkat 4 (Megawati, 2015).

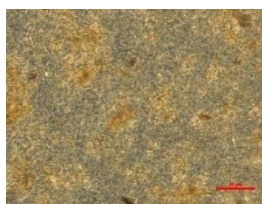
Pada gambar 4 ditunjukkan bahwa kandungan CO_2 biogas yang dihasilkan dari digester tingkat 1 dan digester tingkat 4, dari hari pertama hingga ke sebelas digester tingkat 4 lebih tinggi dibandingkan dengan digester tingkat 1, menurut (Sebayuana, 2019) Hal ini disebabkan oleh pencampuran limbah ternak sapi dengan perbandingan 1:1 atau 2,5 liter air dan 2,5 liter kotoran sapi yang dimasukkan kedalam digester tingkat 1 (pertama) dan digester tingkat 4 (keempat), namun pada hari ke 30 CO_2 yang dihasilkan dari digester tingkat 4 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan digester tingkat 1. Hal ini disebabkan *karbondioksida* (CO_2) diproduksi selama tahap *asetogenesis* dan juga *metanogenesis* (Sebayuana, 2019), maka dari itu pada hari terakhir *karbondioksida* (CO_2) mengalami kenaikan pada digester tingkat 4 (keempat).

Pada minggu pertama hingga minggu keempat pengisian limbah kotoran ternak sapi pada digester bertingkat sebanyak 1:1 atau 2,5 liter air dan 2,5 liter kotoran sapi kedalam digester bertingkat menggunakan *continuous sistem*. Lalu bakteri yang terdapat didalam digester tingkat pertama sangatlah banyak dikarenakan limbah yang dimasukkan ke dalam digester masih segar atau baru dan juga suplai makanan untuk bakteri yang terdapat didalam digester tingkat pertama masih sangatlah melimpah, maka dari itu produksi biogas pada digester tingkat pertama lebih banyak dibandingkan dengan digester tingkat kedua, ketiga, dan keempat, dan juga proses yang terjadi pada digester tingkat pertama yaitu proses *hidrolisis* dimana proses penguraian limbah padat berukuran besar menjadi lebih kecil agar dapat diproses oleh bakteri *acidogen* dengan proses *asidogenesis*, dan setelah proses *hidrolisis* bakteri *acidogen* memproses limbah menjadi asam organik,

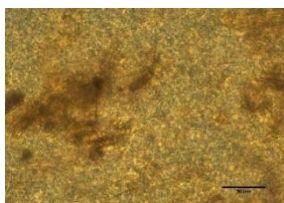
dari proses *asidogenesis* tersebut akan dilanjutkan dengan proses *asetogenesis* oleh bakteri *acetogen* yang memproses limbah asam menjadi asetat, karbondioksida, dan nitrogen. Lalu pada digester tingkat keempat pada minggu pertama, kedua, ketiga, dan keempat, bakteri yang dihasilkan didalam digester tingkat keempat mulai hilang atau tidak ada dikarenakan suplai makanan yang terdapat didalam digester tingkat keempat sudah mulai menurun, dan juga gas yang diproduksi pada digester tingkat keempat sangatlah rendah dibandingkan dengan digester tingkat pertama.



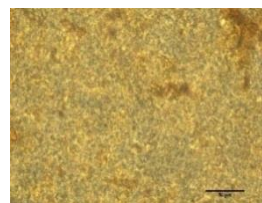
Gambar 5. Bakteri Minggu Pertama Digester Tingkat 1 (Mikroskop Fase Contrast)



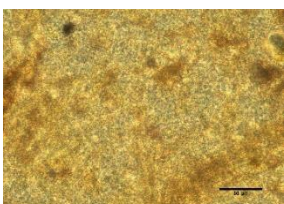
Gambar 6. Bakteri Minggu Pertama Digester Tingkat 4 (Mikroskop Fase Contrast)



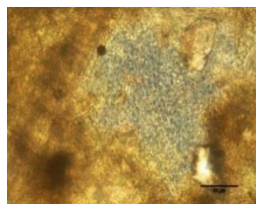
Gambar 7. Bakteri Minggu Kedua Digester Tingkat 1 (Mikroskop Fase Contrast)



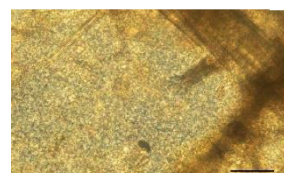
Gambar 8. Bakteri Minggu Kedua Digester Tingkat 4 (Mikroskop Fase Contrast)



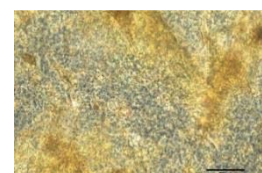
Gambar 9. Bakteri Minggu Ketiga Digeste Tingkat 1 (Mikroskop Fase Contrast)



Gambar 10. Bakteri Minggu Ketiga Digester Tingkat 4 (Mikroskop Fase Contrast)



Gambar 11. Bakteri Minggu Keempat Digest Tingkat 1 (Mikroskop Fase Contrast)



Gambar 12. Bakteri Minggu Keempat Digester Tingkat 4 (Mikroskop Fase Contrast)

5. Kesimpulan

Dari pengujian laju pembentukan produksi biogas dan kandungan komposisi biogas yang dihasilkan dari digester bertingkat berkapasitas 220 liter pada tingkat 1 (pertama) dan tingkat 4 (keempat) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Digester bertingkat pada tingkat 1 (pertama) dapat menghasilkan biogas sebanyak 993 liter selama 30 hari sedangkan pada digester tingkat 4 (keempat) hanya bisa memproduksi biogas sebanyak 728 liter selama 30 hari.
2. Komposisi biogas yang dihasilkan dari digester bertingkat pada tingkat 1 (pertama) kandungan metananya (CH_4) lebih tinggi dibandingkan dengan digester tingkat 4 (keempat), lalu kandungan dari karbondioksida (CO_2) rata-rata lebih tinggi pada digester tingkat 4 (keempat) dari hari pertama hingga hari ke sebelas dibandingkan dengan digester tingkat 1 (pertama).

Daftar Pustaka

- [1] Al Saedi T., dkk., 2008, *Biogas Handbook*. Denmark: University of Southern Denmark Esbjerg.
- [2] Abu-Dahrieh J. A., Orozco E., Groom D. Rooney, 2011, *Batch and continuous biogas production from grass silage liquor*. *Bioresour*, Technol. 102: 10922–10928.
- [3] Purnama, C,(2009, *Penelitian Pembuatan Prototipe Pengolahan Limbah Menjadi Biogas*.
- [4] Sunaryo, 2014, *Rancang Bangun Reaktor Biogas untuk Pemanfaatan Limbah Kotoran Ternak Sapi di Desa Limbangan Kabupaten Banjarnegara*, Ppkm Unsiq, pp. 21–30.

	<p>I Dewa Gede Widya Pradnyana telah menyelesaikan Pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana dari tahun 2017 hingga 2021 dengan topik penelitian Studi Laju Pembentukan Biogas Dan Komposisi Biogas Pada Digester Bertingkat (Studi Kasus Perbandingan Digester Tingkat 1 Dan 4)</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik yang berkaitan dengan Biogas, khususnya yang berkaitan dengan Limbah Kotoran Ternak Sapi</p>	