

PEMBUATAN ANAEROBIC BIODIGESTER DARI LIMBAH ECENG GONDOK DAN KOTORANSAPI SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF SKALA RUMAH TANGGA

Muhammad Shiddiq Nur Fattah⁽¹⁾, Ahmad Amri⁽²⁾, Sulaiman Borahima⁽²⁾

¹⁾ Mahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

²⁾ Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

Abstrak

Salah satu energi alternatif yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan biogas khususnya skala rumah tangga. Biogas merupakan sumber energi alternatif yang dapat diperbarui (*renewable energy*) melalui alat digester biogas yang disiapkan pada ukuran kecil untuk skala rumah tangga. Pada produksi biogas skala rumah tangga umumnya menggunakan teknologi fermentasi anaerobic dalam satu biodigester. Penelitian tentang produksi biogas dari kotoran sapi telah banyak dilakukan namun usaha pemanfaatannya sebagai sumber energi skala rumah tangga masih perlu diupayakan. Permasalahan biogas saat ini berkaitan dengan system peralatan, bahan baku dan besarnya tekanan biogas yang masih belum diketahui. Sehingga pada kegiatan penelitian ini telah dibuat biodigester dengan system (*floating drum*) berdasarkan pemanfaatan eceng gondok, kotoran sapi, dan air. Sehingga variable yang telah di datadengan perbandingan 25%: 75%: 7 liter, 50%: 50%: 7 liter, 75%: 25%: 7 liter dengan kapasitas drum 42 liter.

Hasil analisis yang didapatkan menunjukkan perbandingan nilai dari beberapa variable yang berbeda yang mana pada 50%: 50%: 7 liter mendapatkan nilai tekanan rata-rata yang sangat tinggi sesuai data pengukuran dengan dibandingkan variable yang lain. Diasumsikan bahwa limbah yang berada dalam digester bekerja dengan cukup baik dengan hasil tekanan rata-rata sebesar 101,847 kPa. Untuk variable 25%: 75%: 7 liter di dapatkan hasil tekanan rata-rata sebesar 101,553 kPa. Dan variable terakhir yaitu 75%: 25%: 7 liter didapatkan hasil tekanan rata-rata sebesar 101,333 kPa dengan waktu pengamatan selama 120 jam dalam kurun waktu 10 hari.

Kata kunci : Biogas, eceng gondok, kotoran sapi.

Abstract

One alternative energy that can be developed is the use of biogas, especially on a household scale. Biogas is an alternative energy source that can be renewed (*renewable energy*) through a biogas digester which is prepared at a small size for the household scale. In household scale biogas production generally uses anaerobic fermentation technology in one biodigester. Research on biogas production from cow dung has been carried out, but efforts to use it as a household-scale energy source still need to be pursued. The current biogas problem is related to the equipment system, raw materials and the amount of biogas pressure which is still unknown. So that in this research activity a biodigester with a system (*floating drum*) has been made based on the use of

water hyacinth, cow dung, and water. So that the variables that have been recorded are 25%: 75%: 7 liters, 50%: 50%: 7 liters, 75%: 25%: 7 liters with a drum capacity of 42 liters.

The analysis results obtained show a comparison of the values of several different variables which at 50%: 50%: 7 liters get a very high average pressure value according to the measurement data compared to other variables. It is assumed that the waste in the digester works quite well with an average pressure of 101,847 kPa. For the variable 25%: 75%: 7 liters, the average pressure result is 101,553 kPa. And the last variable, namely 75%: 25%: 7 liters, the results obtained an average pressure of 101.333 kPa with an observation time of 120 hours in a period of 10 days.

Keywords: *Biogas, water hyacinth, cow dung.*

1. PENDAHULUAN

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh aktifitas anaerobic atau fermentasi dari bahan-bahan organik termasuk diantaranya: kotoran manusia dan hewan, limbah domestik (rumah tangga). Kandungan utama dalam biogas adalah metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2).

Indonesia menggunakan biogas sebagian besar untuk kompor memasak atau untuk membawa cahaya di gedung-gedung dengan lampu gas. Itu adalah cara paling langsung dan sederhana untuk menggunakan biogas untuk rumah tangga. Bahan energi semacam ini banyak entropi. Itu artinya kualitas energinya rendah. Dengan meningkatnya entropi, kualitas energi berkurang. Jadi panas berkualitas rendah tidak dapat ditransfer sepenuhnya ke dalam pekerjaan yang bermanfaat. Jika Anda ingin menghasilkan energi berkualitas tinggi dengan lebih sedikit entropi daripada transformasi ke listrik berkualitas tinggi adalah cara terbaik. Selain itu, listrik lebih mudah dan lebih efisien untuk

transportasi jarak jauh. Karena Anda memasukkan daya ke dalam sistem jaringan listrik Indonesia dan mendistribusikan listrik ke seluruh negeri. (Rumah Energi, 2019).

konsentrasi limbah dalam bahan organik.

Biogas pertama kali digunakan untuk memanaskan air mandi di Asyur selama abad ke-10 SM dan kemudian Persia pada abad ke-16. Pada abad ke-17, Jan Van Helmont Baptista menemukan bahwa bahan organik yang membusuk menghasilkan gas yang mudah terbakar. Pada tahun 1776, Count Alessandro Volta memutuskan bahwa ada hubungan langsung antara seberapa banyak gas yang di hasilkan materi. Pada 1808, Sir Humphry Davy menyatakan bahwa metana hadir dalam gas yang dihasilkan oleh kotoran ternak. (Novi Opay Andriyani, 2011).

Untuk rumah tangga, juga dimungkinkan menggunakan kompor, lampu, lemari es dll dengan listrik. Diperkirakan 63 juta orang tidak memiliki akses langsung ke listrik

karena tingginya biaya distribusi. Lebih mudah bagi rumah tangga dalam hal swasembada. Itu berarti rumah tangga tidak membutuhkan koneksi ke sistem jaringan listrik. Karena dengan transformasi dari biogas menjadi tenaga listrik masyarakat dapat menghasilkan listrik sendiri. Orang-orang berkeliling hilangnya jaringan listrik. Produksi dan pemanfaatan listrik berada di tempat yang sama. Salah satu keuntungannya adalah independensi dari jaringan listrik publik.

Menurut Wellinger and Lindenberg (2000), komposisi biogas yang dihasilkan sangat tergantung pada jenis bahan baku yang digunakan. Namun demikian, komposisi biogas yang utama adalah gas metana (CH₄) dan gas karbon dioksida (CO₂) dengan sedikit hidrogen sulfida (H₂S). Komponen lainnya yang ditemukan dalam kisaran konsentrasi kecil (*trace element*) antara lain senyawa sulfur organik, senyawa hidrokarbon terhalogenasi (*Halogenated hydrocarbons*), gas hidrogen (H₂), gas nitrogen (N₂), gas karbon monoksida (CO) dan gas oksigen (O₂). Berikut ini tabel mengenai komposisi utama yang terdapat dalam biogas.

Tabel 2.1 Komposisi Utama Biogas

No.	Komponen	Satuan	Komposisi		
			1 ^{*)}	2 ^{**)}	3 ^{***)}
1.	Gas Methan (CH ₄)	%Vol	55 - 75	50 - 75	54 - 70
2.	Karbon dioksida (CO ₂)	%Vol	24 - 45	24 - 40	27 - 45
3.	Nitrogen (N ₂)	%Vol	0 - 0,3	< 2	0 - 1
4.	Hidrogen (H ₂)	%Vol	1 - 5	< 1	0 - 1
5.	Karbon monoksida (CO)	%Vol			0,1
6.	Oksigen (O ₂)	Ppm	0,1 - 0,5	< 2	0,1
7.	Hidrogen sulfida (H ₂ S)	Ppm	0 - 3	< 2	Sedikit

*) <http://www.kolumbus.fi/suomen.biokaasukeskus/en/enerpus.html>
 **) Hambali (2007)
 ***) Widarto (1997)

Gambar 1. Komposisi Biogas

Panas pembakaran dari suatu bahan bakar adalah panas yang dihasilkan dari pembakaran sempurna bahan bakar pada volume konstan dalam kalorimeter dan

dinyatakan dalam kal/kg atau Btu/lb. Panas pembakaran dari bahan bakar bisa dinyatakan dalam *High Heating Value* (HHV) dan *Lower Heating Value* (LHV). *High Heating Value* merupakan panas pembakaran dari bahan bakar yang di dalamnya masih termasuk *latent heat* dari uap air hasil pembakaran. *Low Heating Value* merupakan panas pembakaran dari bahan bakar setelah dikurangi *latent heat* dari uap air hasil pembakaran. Nilai kalor pembakaran yang terdapat pada biogas berupa *High Heating Value* (HHV) dan *Lower Heating Value* (LHV) pembakarannya dapat diperoleh dari tabel berikut

Tabel 2.2 Nilai Kalor Pembakaran Biogas (<http://digilib.petra.ac.id>, 2003)

Komponen	<i>High Heating Value</i>		<i>Low Heating Value</i>	
	(Kkal/m ³)	(Kkal/kg)	(Kkal/m ³)	(Kkal/kg)
Hidrogen (H ₂)	2.842,21	33.903,61	2.402,62	28.661,13
Karbon monoksida (CO)	2.811,95	2.414,31	2.811,95	2.414,31
Gas Methan (CH ₄)	8.851,43	13.265,91	7.973,13	11.953,76
Natural gas	9.165,55	12.943,70	8.320,18	11.749,33

Gambar 2. Nilai Kalor Pembakaran Biogas

Pada umumnya, digesti anaerobic terjadi dalam tiga fase menurut Polpraset (1995) serta Tchobanoglous dan Burton (1992)

- a. Pemecahan polimer. (Limbah organik tersusun dari polimer reactor kompleks seperti protein, lemak, karbohidrat (pati, pektin, selulosa, hemiselulosa), dan lignin. Pada tahapan ini, polimer reactor di pecah oleh enzim ekstraselular yang dihasilkan oleh bakteri hidrolitik, produk yang dihasilkan larut dalam air. Komponen reactor sederhana yang larut dalam air digunakan oleh bakteri pembentukan asam. Digesti pada fase ini mengubah protein menjadi asam amino, karbohidrat menjadi gula sederhana, dan lemak menjadi

asam lemak rantai reactor. Laju hidrolisis tergantung pada jumlah substrat yang tersedia dan konsentrasi bakteri serta faktor lingkungan seperti suhu dan pH.

- b. Pembentukan asam. Komponen monomer yang dibebaskan dari reaksi hidrolitik pada fase pertama (1) selanjutnya adalah diubah menjadi asam asetat (CH_3COOH), H_2 , dan CO_2 oleh bakteri pembentuk asam laktat yang hidup pada kondisi pH 5,5 sampai 6,5.
- c. Pembentukan methane. Produk dari fase ke (2) akhirnya diubah menjadi CH_4 dan hasil akhir lainnya oleh kelompok bakteri yang disebut metanogen. Bakteri metanogen ini merupakan bakteri anaerob obligat dengan laju pertumbuhannya lebih lambat dari kedua kelompok bakteri sebelumnya dan sangat sensitive terhadap perubahan lingkungan yang mendadak sehingga berpengaruh pada pertumbuhan dan laju produksi gas.

Biogas adalah suatu energi terbarukan yang memiliki kandungan *methane* yang lumayan tinggi. Biogas memiliki potensi yang sangat besar di Indonesia mulai dari proses pengomposan kotoran ternak dan limbah pertanian, pengolahan limbah cair dan residu proses produksi CPO. Untuk dapat memperoleh biogas dari bahan organik tersebut diperlukan suatu peralatan yang disebut *digester anaerob* (tanpa udara).

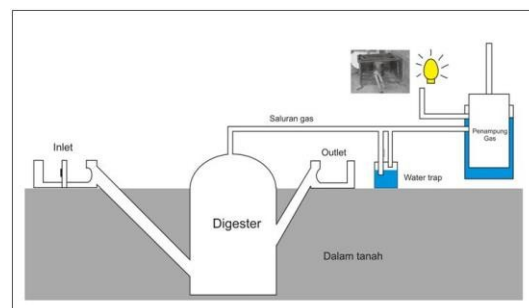
Agar menghasilkan gas dari biogas, dibutuhkan pembangkit biogas yang disebut digester. Pada digester terjadi proses penguraian material organik yang

terjadi secara anaerob (tanpa oksigen). Pada umumnya, biogas dapat berbentuk pada hari 4-5 setelah digester diisi dan mencapai puncak pada hari ke 20-25.

Terdapat dua tipe digester dalam proses pengolahan digester dari segi aliran bahan baku biogas, yaitu tipe batch dan tipe kontinyu.

Pada tipe batch, bahan dimasukkan sekali dalam pengoperasian digester dan apabila produksi gas menurun maka bahan yang telah diproses diganti dengan bahan yang baru. Dengan kata lain tipe batch digunakan apabila bahan yang tersedia adalah sewaktu-waktu. Sedangkan di peternakan sapi perah, kotoran sapi tersedia tiap hari dan apabila menggunakan tipe batch, maka bahan dikumpulkan beberapa hari (tergantung volume digester tipe batch) terlebih dahulu dan berakibat hilangnya bahan organik selama pengumpulan yang merupakan bahan pengasil gas bio.

Tipe digester kontinyu adalah tipe biodigester yang dirancang dimana bahan dimasukkan secara kontinyu setiap hari sesuai dengan ketersediaan bahan dikandang.

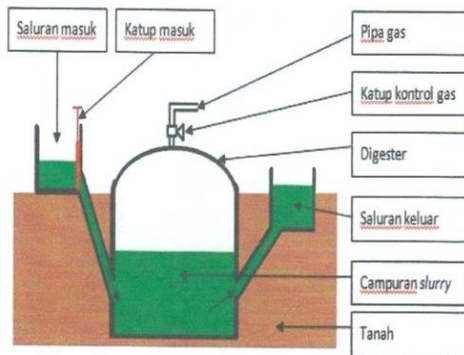


Gambar 3. Sistem Digester

Pada digester dari segi konstruksi, reaktor biogas merupakan alat yang kedap udara dengan bagian – bagian

pokok terdiri atas pencerna (digester), inlet bahan penghasil biogas dan outlet lumpur sisa hasil pencernaan (slurry) dan pipa penyalur biogas yang telah terbentuk. Ada dua jenis digester yang biasa digunakan dilihat dari sisi konstruksinya, yaitu *fixed dome* dan *floating drum* (Haq., et., all., 1978).

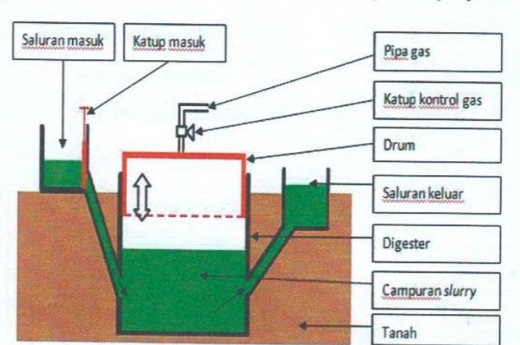
Digester *fixed dome* mewakili konstruksi reaktor yang memiliki volume tetap sehingga produksi biogas akan meningkatkan tekanan di dalam reaktor. Biaya yang dikeluarkan sebagai operasional digester *fixed dome* ini dapat dikatakan rendah, karena digester dengan tipe seperti ini berupa bangunan permanen tidak berkarat dan dapat bertahan sampai 20 tahun.



Gambar 4. Skema Digester Biogas Tipe *Fixed Dome*

Pada *floating drum* terdapat bagian pada konstruksi reaktor yang bisa bergerak untuk menyesuaikan dengan kenaikan tekanan reaktor. Pergerakan bagian reaktor tersebut menjadi tanda telah dimulainya produksi gas di dalam reaktor biogas. *Floating drum* terdiri dari bagian pencerna yang berbentuk kubah atau silinder yang dapat bergerak, penahan gas atau drum. Pergerakan penahan gas dipengaruhi oleh proses

fermentasi dan pembentukan gas. Bagian drum sebagai tempat penampung atau penyimpanan gas yang terbentuk mempunyai rangka pengarah agar pergerakan drum stabil.



Gambar 5. Skema Digester Biogas Tipe *Floating Drum*

Karakteristik Eceng Gondok

Eceng gondok atau (Latin: *Eichhornia Crassipes*) adalah salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Selain dikenal dengan nama eceng gondok, di beberapa daerah di Indonesia, eceng gondok mempunyai nama lain seperti di daerah Palembang dikenal dengan nama Kelipuk, di Lampung dikenal dengan nama Ringgak, di Dayak dikenal dengan nama Ilung-Ilung, di Manado dikenal dengan nama Tumpe. Eceng gondok pertama kali ditemukan secara tidak sengaja oleh seorang ilmuwan bernama *Carl Friedrich Philipp von Martius*, seorang ahli botani berkebangsaan Jerman pada tahun 1824 ketika sedang melakukan ekspedisi di sungai Amazon Brazil. Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini di anggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya.



Gambar 6. *Enceng gondok*

METODE PENELITIAN

Penelitian dan pembuatan “Anaerobic Biodigester Dari Limbah Enceng Gondok dan Kotoran Sapi” dimulai pada bulan september 2021 dilaksanakan di kompleks BTN Tonasa, Jalan Racing Centre 1 blok I/11.

Langkah-langkah yang dilakukan pada prosedur penelitian “Anaerobic Biodigester pada limbah enceng gondok dan kotoran sapi, dilakukan set up alat disain digester yang digunakan berbentuk tabung, karena digester dibuat tidak kontinyu, sehingga desain pada bagian samping dibuat saluran pipa untuk memasukkan limbah pengujian ke dalam digester dengan cara memasukkan slurry lewat pipa inlet kemudian membuang limbah yang berada dalam digester secara manual, dengan cara membuka penutup drum guna membersihkan sisa-sisa slurry yang tersisa didalam digester.

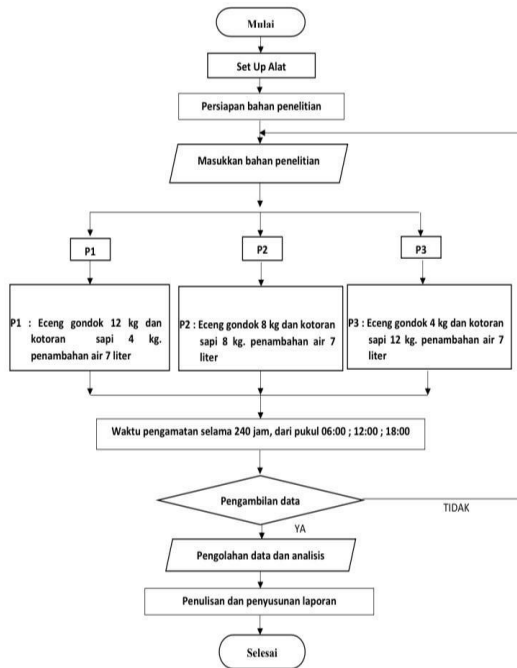


Gambar 7. *Set Up Digester*

Adapun cara pengujian mengolah bahan yang dilakukan sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan semua bahan yang akan digunakan yaitu kotoran sapi.
2. Memotong batang dan daun eceng gondok sampai dalam ukuran kecil sebanyak dengan ukuran $\pm 2-3$ cm.
3. Timbang eceng gondok yang telah dicacah sebanyak 12 kg dan kotoran sapi sebanyak sapi 4 kg.
4. Memasukkan eceng gondok yg telah di cacah ke dalam digester untuk pencampuran selanjutnya.
5. Mengukur 7 liter volume air menggunakan ember dan memakai timbangan.
6. Mencampurkan bahan pada point(3 dan 5) dan mengaduk sampai tercampur sempurna selama 5 menit.
7. Tutup penutup drum sampah yang telah dimasukkan slurry agar gas yang akan di hasilkan tidak keluar.
8. Menyimpan campuran dalam reaktor (proses anaerob) selama 120 jam pengamatan.

Sesuai pada flowchart yang dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

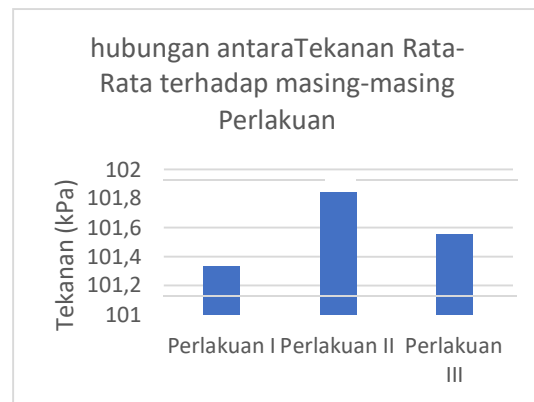
Pengukuran tekanan dilakukan pada pagi hari pukul 06:00 WITA, siang pada pukul 12:00 WITA dan sore pada pukul 18:00 WITA selama 240 jam atau waktu 0 – 10 hari selama proses pengujian berlangsung, hasil selengkapnya dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 1. Hasil pengukuran tekanan biogas campuran eceng gondok dan kotoran sapi pada perlakuan I, perlakuan II, dan perlakuan III.

JAM	TEKANAN (P) PERLAKUAN I (cmHg)			Σ	TEKANAN (P) PERLAKUAN II (cmHg)			Σ	TEKANAN (P) PERLAKUAN III (cmHg)			Σ
	06:00	12:00	18:00		06:00	12:00	18:00		06:00	12:00	18:00	
1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	0	0	0	0	1.1	1.1	1.1	1.1	0	0	0	0
3.	0	0	0	0	1.2	1.2	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	0.5
4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	0	0	0	0	0.3	1.9	0	0.73	0.3	0.8	0	0.36
6.	0	0	0	0	0.16	0.16	0.3	0.20	0.11	0.11	0.4	0.20
7.	0	0	0	0	0.6	2.2	0.9	1.23	0.6	0.10	0.10	0.26
8.	0	0	0	0	0.9	0.9	0.4	0.73	0.6	0.6	0.2	0.46
9.	0	0	0	0	0.6	0.10	0.2	0.3	0.10	0.12	0.3	0.17
10.	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.8	0.6	0.56	0.5	0.8	0.8	0.7
				0.01				0.605				0.265

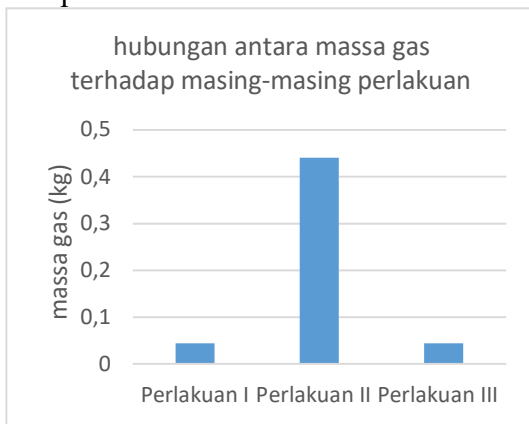
Analisis Grafik dan Pembahasan

Hasil pengukuran manometer U terbuka, didapatkan hasil yang berbeda selama 240 jam pengamatan dalam 10 hari. Untuk perlakuan I didapatkan nilai sebesar 101,333 kPa. Kemudian pada perlakuan II memiliki kenaikan tekanan sebesar 101,847 kPa. Dan pada perlakuan III, tekanan agak menurun pada nilai sebesar 101,553 kPa.

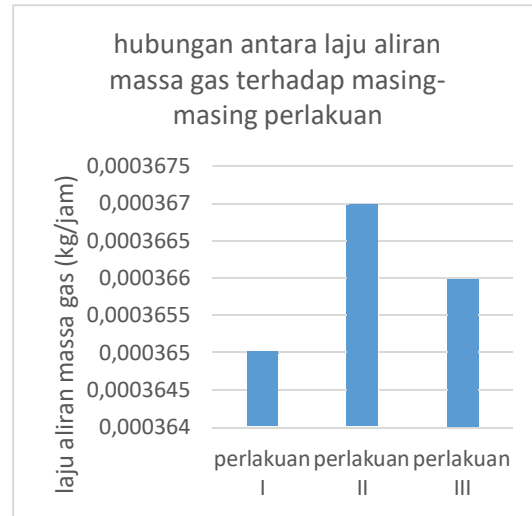


Dari hasil perhitungan massa gas metana dari masing-masing perlakuan, didapatkan nilai yang lebih besar pada perlakuan II yaitu sebesar 44,04 g yang

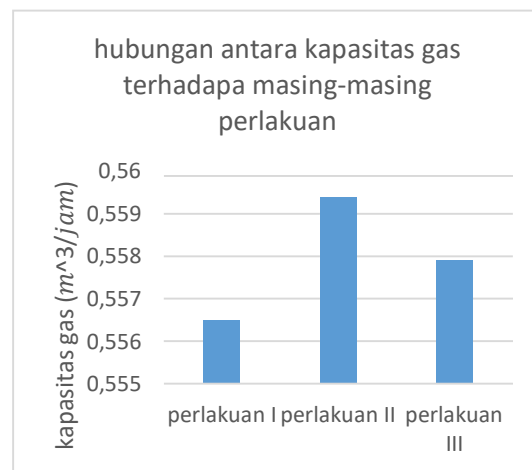
mana menandakan unsur bakteri yang terdapat kotoran sapi lebih bekerja dibandingkan dengan eceng gondok yang telah dimasukkan ke dalam digester. Untuk perlakuan I didapatkan nilai sebesar 43,82 g dan perlakuan III didapatkan nilai sebesar 43,92 g. yang mana pada perlakuan II, nilai massa gas metana lebih besar dibanding perlakuan I dan perlakuan III.



Hasil laju aliran massa gas metana pada tabung digester, didapatkan nilai yang cukup besar pada perlakuan II yaitu sebesar 0,1835 g/jam. Menandakan laju aliran massa gas metana pada perlakuan II cukup baik saat masa fermentasi berlangsung. Dan pada perlakuan III didapatkan nilai sebesar 0,183 g/jam, setelah itu pada perlakuan I didapatkan nilai sebesar 0,1825 g/jam. Yang mana laju aliran massa gas metana pada perlakuan I lebih kecil dibanding perlakuan II dan III.

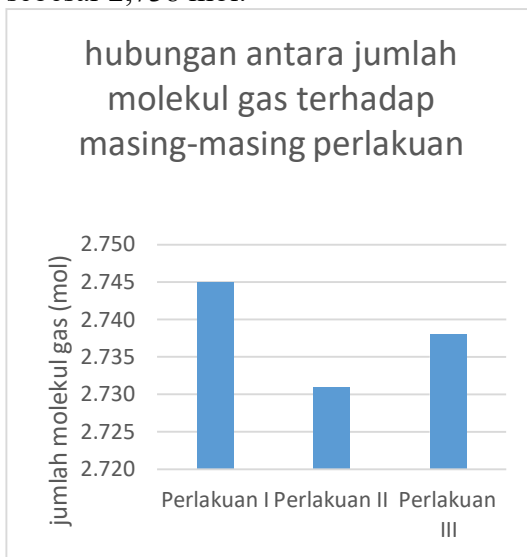


Hasil perlakuan I, kapasitas gas metana yang telah difermentasikan dalam reactor didapatkan nilai sebesar 0,2782 liter/jam. Kemudian pada perlakuan II, kapasitas gas metana yang telah di fermentasikan didapatkan nilai sebesar 0,2797 liter/jam. Terakhir untuk perlakuan III, kapasitas gas metana yang telah di fermentasikan sebesar 0,2789 liter/jam.



Hasil jumlah molekul gas metana disetiap perlakuan yang dihasilkan,

didapatkan nilai bahwa jumlah molekul gas metana pada perlakuan II lebih besar dibanding perlakuan I dan III. Karena pada perlakuan II menandakan bakteri yang bekerja pada reactor cukup baik sehingga dapat menghasilkan jumlah molekul yang tinggi yaitu sebesar 2,745 mol. Sedangkan pada perlakuan I didapatkan nilai sebesar 2,731 mol dan pada perlakuan III didapatkan nilai sebesar 2,738 mol.



Pada hasil pembahasan data perhitungan di dapatkan bahwa kotoran sapi mengandung bakteri yang cukup baik dalam proses fermentasi saat berada dalam reactor biogas dibanding eceng gondok. Karena kotoran sapi padat memiliki unsur 0,40% Nitrogen; 0,20% Fosfor; 0,10% Kalium; 85% Air. Sedangkan untuk kotoran sapi cair memiliki 1,00% Nitrogen; 0,50% Fosfor; 1,50% Kalium; 92% Air. (Anonim,2012). Serta kotoran sapi memiliki kandungan hemiselulosa 18,6 % dan selulosa 25,2%. (Abdulgasni,1998)

Dan untuk kandungan eceng gondok memiliki 43% hemiselulosa dan

17% selulosa. Hemiselulosa akan dihidrolis menjadi glukosa oleh bakteri anaerobic digestion pada stater kotoran sapi sehingga menghasilkan gas metana (CH₄) dan karbon dioksida (CO₂) sebagai biogas (Faperta, 2016).

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang dilakukan dimana pengujian tersebut untuk menguji parameter fisis biogas dari komposisi kotoran sapi dan eceng gondok menggunakan reactor *Floating Drum* (drum sampah) tanpa pengaduk dengan hasil sebagai berikut:

a. Estimasi waktu

Selama penelitian berlangsung telah didapat hasil estimasi waktu pembentukan gas yang dihasilkan oleh limbah eceng gondok dan kotoran sapi dengan variable campuran yang itu rata-rata membutuhkan 0-2 hari untuk pembacaan tekanan pada manometer U terbuka. Kecuali pada perlakuan I yang mana estimasi waktu yang dihasilkan terbilang cukup lama yaitu gas yang dihasilkan dapat dilihat pada hari ke-10 dengan asumsi limbah yang terdapat pada biodigester tidak bekerja cukup baik apabila eceng gondok yang lebih banyak dari kotoran sapi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kotoran sapi memiliki sifat fermentasi pada bakteri anaerob itu bekerja sangat baik dibandingkan dengan eceng gondok.

b. Parameter fisis tekanan

Untuk parameter fisis tekanan telah didapat hasil estimasi waktu pembentukan gas yang dihasilkan

oleh limbah eceng gondok dan kotoran sapi dengan variable campuran yang itu pada perlakuan I memiliki kenaikan tekanan rata-rata pada hari ke-10 yang mana menandakan proses fermentasi pada limbah kurang efektif saat eceng gondok yang dimasukkan lebih banyak dengan rata-rata nilai tekanan yaitu 0,01 cmHg atau 101,333 kPa. Dan untuk perlakuan II memiliki kenaikan tekanan pada hari ke-2 dan pada hari ke-4 tekanan pada biodigester mengalami penurunan sampai 0 cmHg dan naik pada hari ke-5 sampai hari ke-10 dengan rata-rata nilai tekanan yaitu 0,605 cmHg atau 101,847 kPa. Untuk perlakuan III memiliki kenaikan tekanan pada hari ke-3 dan mengalami penurunan sampai 0 cmHg. Kemudian naik lagi pada hari ke-5 sampai hari ke-10 dengan rata-rata nilai tekanan yaitu 0,265 cmHg atau 101,553 kPa. Ini menandakan pada perlakuan II atau 50%:50% memiliki proses fermentasi yang cukup baik dibandingkan pada perlakuan I dan III.

c. Pengaruh suhu lingkungan

Pada saat fermentasi berlangsung, suhu lingkungan dapat memengaruhi terjadinya pembentukan biogas karena semakin tinggi suhu pada lingkungan maka semakin dapat bekerja proses anaerob pada limbah yang berada didalam digester.

Selanjutnya untuk rentang nilai suhu yang dihasilkan seluruh percobaan I sampai III yaitu berkisar antara 25 – 31 °C. Dengan nilai rata-rata suhu perlakuan I sampai III sebesar 28,54 °C atau 301,54 °K.

d. Lama nyala biogas

Kemudian untuk lama nyala biogas yang di peroleh yaitu pada perlakuan I tidak menghasilkan nyala biogas karena parameter dari tekanan sangat kecil yaitu 0,01 cmHg dan di asumsikan adanya karbon dioksida (CO_2) didalam penampung digester sehingga tidak dapat terciptanya nyala api dari bakteri anaerob yang dihasilkan. Selanjutnya pada perlakuan II, nyala apa yang dihasilkan adalah 13 detik dan warna yang dihasilkan warna biru. Dan yang terakhir yaitu pada perlakuan III, nyala apa yang dihasilkan adalah 9 detik. Jadi, kesimpulan yang didapat dari pembakaran adalah kurangnya zat metana yang dihasilkan oleh reactor tanpa pengaduk karena sedikitnya reaksi bakteri anaerob saat melakukan proses fermentasi. Selanjutnya kita hanya bisa melihat lama proses pembakaran yang dihasilkan dengan cara mendekatkan korek gas yang sedang menyala di ujung stop kran yang telah dibuka, guna melihat gas metana yang telah dihasilkan.

SARAN

Sebagai bentuk dari kesimpulan yang telah di sebutkan seperti data yang tertera adalah:

1. Untuk penelitian kedepannya agar kiranya menggunakan reactor biodigester yang lebih besar agar bisa di variasikan dari data yang dihasilkan menggunakan pembangkit listrik tenaga biogas.
2. Dalam pencampuran bahan, sekiranya dapat memakai bantuan

bakteri fermentasi dari senyawa organik EM4 (*Effectif Microganisme*) guna membantu proses pembentukan gas metana yang lebih cepat.

3. Untuk reactor biodigester sebaiknya menggunakan yang dipasang di bawah reactor untuk mempermudah proses fermentasi didalam reactor tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Ir. Ahmad Amri, MT** selaku pembimbing pertama dan Bapak **Ir. Sulaiman Borahima, MT** selaku pembimbing kedua yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan petunjuk, saran, dukungan serta nasehat kepada penulis hingga terselesaikannya penelitian ini.

REFERENSI

- Ageng Tri Anggito, 2014. "*Studi Pembangunan Energi Listrik Berbasis Biogas.*" Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Berdnar D. Wood, Zulkifli Harahap, 1998. *Penerapan Termodinamika*. Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Chanakya, H.N., S. Borgaonkar, M. G. C. Rajan, dan M. Wahi. 1992. *Two Phase Anaerobic Digestion of Water Hyacinth or Urban Garbage*. Bioresource Technology Vol. 42 Hal. 123-131 Elsevier Ltd.
- D. Howe *et al.*, "Thermal pretreatment of a high lignin SSF digester residue to increase its softening point," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, 2016.
- Galuh Ratri S. 2009. "Optimasi Pembuatan Biogas dan Pupuk Organik dari Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.) Dalam Skala Lapangan." Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Hashimoto, A, G., Y.R. Chen, V.H. Varel dan R.L. Prior. 1980. "*Anaerobic Fermentation of Agricultural Residue.*" Di dalam Shuler (ed). Florida
- Haryasti, Tuti. 2006. Biogas: Limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif. *Journal Wartazoa* 16(4): 21-29.
- Maarif, Fuad dan Arif F, Januar. 2008. *Absorsi Gas Karbondioksida (CO2) Dalam Biogas dengan Larutan NaOH Secara Kontinyu*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Polprasert, C. (1995). *Waste Organic Recycle*. New York: John Wiley and Sons Puspitasari, R.,
- Rahman, B. 2005. Biogas: sumber energi alternatif, *Kompas*, 8 Agustus.
- R. Hreiz, N. Adounani, Y. Jannot, and M.-N. Pons. 2017. "Modelling and Simulation of Heat Transfer Phenomena in a Semi Buried Anaerobic Digester," *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 119, pp. 101-116
- R. Jyothilakshmi and S. V. Prakash, "Design, Fabrication, and Experiment of a Small Scale

Anaerobic Biodigester for Domestic Biodegradable Solid Waste with Energy Recovery and Sizing Calculation,” *Procedia Environ, Sci.*, vol 35, pp. 749-755. 2016.

Tchobanoglous, G., F. Burton. (1992). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. Toronto: McGraw-Hill Inc

Wellinger, A. and A. Lindeberg, 2000. *Biogas Upgrading and Utilization – IEA Bioenergy, Task 24*, pp.20. International Energy Association, France.