

KOMPOSISI CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN LIMBAH PUCUK TEBU (SACCHARUM OFFICINARUM L) SEBAGAI BAHAN BAKU ISIAN SERTA PENGARUHNYA TERHADAP PEMBENTUKAN BIOGAS

Danial Ahmad Fauzi.¹, Yuli Hananto.², Yuana Susmiati²

¹ Mahasiswa Prodi Teknik Energi Terbarukan Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember

² Staf Pengajar Prodi Teknik Energi Terbarukan Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember

Email : ¹Danialahmad1010@gmail.com

ABSTRACT

Biogas is the result of organic waste fermentation into methane with certain anaerobic microorganisms (air-tight). The purpose of this study is aims to analyze the concentration of a mixture of cow manure and sewage shoots sugar cane based on C/N ratio to produce biogas and to compare the results and identify the best gas production rate. The treatment in this study is using 20, 30 and 40 C/N ratio. The parameters that will be observed is the first time to produce gas, volume of biogas, biogas production rate, ambient temperature and fire flame. Based on this research, biogas optimal results based on 40 C/N ratio that is 40.205,7 ml but it have high CO₂ this is proved by the flame test, while the C/N ratio of 30 is 32215 ml and C/N ratio of 20 is 6288 ml. Best biogas production rate is 30 C/N ratio which is on the first day can produce 13.733 ml gas, C/N ratio of 40 is 10.666,67 ml and C/N ratio of 20 is 1.203 ml. Therefore, the more a mixture of sugar cane waste in biogas shoots cow manure, the greater the volume of biogas produced.

Keywords : Biogas, Cow manure, waste shoots sugarcane, C/N ratio

PENDAHULUAN

Meningkatnya populasi manusia saat ini sangat berdampak dengan meningkatnya kebutuhan energi dunia. Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan masalah krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yang terjadi saat ini adalah kelangkaan minyak tanah, gas alam, bensin dan solar.

Biogas adalah proses fermentasi *anaerob* bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme, sehingga menghasilkan gas yang dapat dibakar. Biogas merupakan salah satu jenis bahan bakar yang dapat dibuat dari banyak jenis bahan buangan yang bahan sisa diantaranya pucuk tebu, bagas tebu, jerami, kotoran ternak, enceng gondok, sayur-sayuran, sampah dan banyak bahan-bahan lainnya. Komponen utama biogas adalah gas metan (CH₄) dan karbondioksida (CO₂), sedikit kandungan hidrogen sulfurida (H₂S), ammonia (NH₃), serta hidrogen (H₂) dan nitrogen yang kandungannya sangat sedikit [1].

Tebu (*Saccharum officinarum L*) merupakan salah satu jenis tanaman yang hanya dapat ditanam didaerah yang memiliki iklim tropis. Dari proses penanaman sampai pemanenan tebu menghasilkan limbah berupa daun kering, pucuk tebu, dan pangkal tebu [2].

Limbah tanaman tebu berupa pucuk tebu adalah bagian atas batang tebu berikut lima sampai tujuh helai daun yang dipotong dari tebu untuk digiling atau tebu bibit. Pemotongan pucuk tebu dilakukan pada tempat kurang lebih 40 cm dibawah sendi ketiga daun paling atas yang tampak.

Banyaknya pucuk tebu adalah 13-15% dari tanaman tebu yang dipotong [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui C/N rasio terbaik, volume gas yang dihasilkan, laju produksi gas dan suhu lingkungan pada saat penelitian.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 29 April 2016 sampai 8 Juni 2016 di Politeknik Negeri Jember. Peralatan yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah sebagai berikut : jerigen 10 liter, balon plastik, selang plastik, lem plastik, timba, bak, timbangan, gergaji, pisau, corong, kayu pengaduk, termometer.

Bahan yang digunakan untuk melakukan penelitian adalah sebagai berikut : kotoran sapi, limbah pucuk tebu, air.

Penelitian ini dilakukan 4 perlakuan dengan 3 kali pengulangan, pertama di isi dengan kotoran sapi, Perlakuan kedua di isi campuran kotoran sapi dan pucuk tebu dengan C/N rasio 20, Perlakuan ketiga di isi campuran kotoran sapi dan pucuk tebu dengan C/N rasio 30, Perlakuan ke empat di isi campuran kotoran sapi dan pucuk tebu dengan C/N rasio 40.

Tabel 3.2 Perlakuan penelitian dengan menggunakan perbandingan C/N rasio

Perlakuan	Jenis Bahan	Berat (Kg)
1	Kotoran sapi	3
-	-	-

2	Kotoran sapi	2.5
	Pucuk tebu	0.27
3	Kotoran sapi	1.5
	Pucuk tebu	1.55
4	Kotoran sapi	0.6
	Pucuk tebu	2.24

Pembuatan adonan *slurry* dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Mempersiapkan bahan dan alat.
- Limbah pucuk tebu dicincang kecil-kecil dan ditimbang sesuai perlakuan.
- Menimbang kotoran sapi sesuai tiap-tiap perlakuan.
- Setelah kedua bahan ditimbang sesuai dengan perlakuan, campur kedua bahan tersebut kedalam wadah dan tambahkan air.
- Aduk agar bahan yang dicampurkan menjadi homogen.
- Adonan *slurry* yang sudah jadi dimasukkan pada jirigen yang sudah didesain sedemikian rupa.
- Setelah itu tutup jirigen tersebut dengan rapat untuk memfermentasi bahan tersebut dengan *anaerob* selama 40 hari.
- Pengamatan dilakukan dari hari ke 1 sampai hari ke 40.
- Lakukan langkah 1 – 8 pada tiap-tiap perlakuan.

Parameter yang diamati dari penelitian ini adalah :

- Waktu Mulai Menghasilkan Gas
Biogas yang dihasilkan pada setiap perlakuan campuran kotoran sapi dengan pucuk tebu diamati kapan waktu mulai menghasilkan gas.
- Volume Gas
Volume gas yang dihasilkan pada setiap perlakuan campuran kotoran sapi dengan pucuk tebu diukur setiap hari. Pengukuran volume gas yang dihasilkan menggunakan hukum archimedes yaitu mencelupkan gas yang dihasilkan kedalam air dan dihitung volume air yang tumpah.
- Laju Gas
Laju produksi gas adalah jumlah gas yang diproduksi tiap satuan waktu. Dengan persamaan sebagai berikut :
$$Q = \frac{V}{t}$$

Dimana : Q = Laju Produksi Gas

V = Volume

t = Waktu

- Suhu
Pengamatan suhu lingkungan, suhu bola basah dan suhu bola kering dicatat setiap 1 hari sekali dikarenakan suhu pada lingkungan setiap hari berbeda dan suhu diamati pada waktu pukul 06.00, 12.00, 18.00 wib.
- Uji Nyala Api
Uji nyala api adalah pengujian gas yang dilakukan untuk mengetahui kandungan gas yang dihasilkan dari proses pembakaran biogas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian yang di lakukan menunjukkan bahwa biogas kotoran sapi dengan penambahan limbah pucuk tebu lebih cepat menghasilkan dari pada menggunakan limbah kotoran sapi. Dalam 1 x 24 jam biogas campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu dengan C/N rasio 20, 30 dan 40 mampu menghasilkan biogas, sedangkan untuk biogas campuran kotoran sapi baru mampu menghasilkan biogas dalam waktu 5 x 24 jam. Gambar 4.1 menunjukkan hasil biogas dengan C/N rasio 30 dan 40.



Gambar 4.1 Hasil Biogas

Volume gas yang dihasilkan pada setiap perlakuan campuran kotoran sapi dengan pucuk tebu diukur setiap hari. Pengukuran volume gas yang dihasilkan menggunakan hukum archimedes yaitu mencelupkan gas yang dihasilkan kedalam bak berisi air dan dihitung volume air yang tumpah dengan menggunakan gelas ukur. Tabel 4.1 Menunjukkan rata – rata volume biogas dari hari ke 1 sampai hari ke 21.

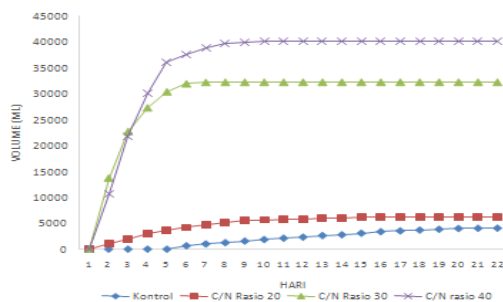
Tabel 4.1 Rata – Rata Volume Biogas

No	Rata - Rata hasil Produksi Biogas			
	Kontrol	20	30	40
1	0	1203,33	13733,3	10666,7
2	0	2033,33	22725	21870
3	0	3025	27266,7	30216,7
4	0	3698,33	30355	36216,7
5	650	4238,33	31898,3	37723,3
6	1000	4871,67	32165	38975,7
7	1250	5238,33	32215	39675,7
8	1550	5538,33	32215	40095,7
9	1850	5738,33	32215	40162,3
10	2100	5838,33	32215	40195,7
11	2300	5938,33	32215	40205,7
12	2600	6055	32215	40205,7
13	2750	6155	32215	40205,7
14	3050	6221,67	32215	40205,7
15	3350	6288,33	32215	40205,7
16	3500	6288,33	32215	40205,7
17	3650	6288,33	32215	40205,7
18	3800	6288,33	32215	40205,7
19	3950	6288,33	32215	40205,7

20	4000	6288,33	32215	40205,7
21	4010	6288,33	32215	40205,7

Berdasarkan tabel 4.1 menunjukkan bahwa rata - rata produksi yang dihasilkan pada penelitian biogas campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu selama 21 hari adalah berdasarkan C/N rasio 20 adalah 6288 ml, C/N rasio 30 adalah 32.215 ml dan C/N rasio 40 adalah 40.206 ml sedangkan rata – rata untuk kotoran sapi (kontrol) adalah 4.010 ml. Hal ini terjadi karena pada limbah kotoran sapi dan pucuk tebu mengandung karbohidrat, lemak dan kadar air yang rendah namun mengandung kadar serat dan selulosa yang tinggi yaitu 67,72 %.

Proses fermentasi ini terjadi pada saat enzim dan bakteri fermentor aktif memecah karbohidrat menjadi alkohol, asam laktat, asam karbonat dan pelepasan panas. Bakteri asam laktat homofermentatif memecah satu molekul glukosa menjadi dua molekul asam laktat. Bakteri asam laktat heterofermentatif melalui jalur pentosa phosphate memecah satu molekul glukosa menjadi satu molekul CO₂, satu molekul etanol dan asam laktat. Tahap terakhir metanogenesis yaitu bakteri akan mengurai molekul – molekul senyawa rendah dan akan didekomposisi menjadi senyawa dengan berta molekul lebih tinggi. Peristiwa ini terjadi dalam kondisi anaerob sehingga menghasilkan biogas. Lemak kasar pada limbah pucuk tebu juga mempengaruhi hasil biogas hal ini dikarenakan lemak kasar mudah terfermentasi sehingga dapat dirombak secara enzimatik oleh bakteri asam laktat. Selain itu struktur jaringan lignoselulosa pada limbah pucuk tebu akan mengalami proses fermentasi sehingga menyebabkan terjadinya dekomposisi sebagai selulosa dan hemiselulosa menjadi bahan organik yang lebih sederhana dalam proses hidrolisis. Hal ini akan menyebabkan struktur jaringan lignoselulosa menjadi rapuh sehingga memudahkan bagi mikroorganisme anaerobik untuk mengakses substrat yang selanjutnya menyebabkan peningkatan kinerja digester [4]. Berikut adalah grafik 4.1 menunjukkan volume biogas yang dihasilkan selama 22 hari.



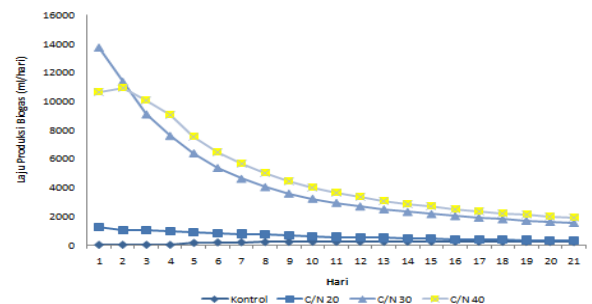
Grafik 4.1 Volume biogas hasil fermentasi dengan perbedaan C/N rasio

Berdasarkan grafik 4.1 menunjukkan bahwa pada hari pertama proses fermentasi (24 jam) sudah terlihat adanya biogas yang terbentuk dari ketiga perlakuan tersebut. Campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu dengan C/N rasio 20

menghasilkan gas dalam 1 x 24 jam dengan rata – rata sebesar 1.203,33 ml dan mencapai titik puncak pada hari ke-15 yaitu sebesar 6.288 ml, C/N rasio 30 menghasilkan 13.733 ml dan mencapai titik puncak pada hari ke-7 yaitu sebesar 32.215 ml, C/N rasio 40 menghasilkan 10.667 ml dan mencapai titik puncak pada hari ke-11 yaitu sebesar 40.095,67 ml. Sedangkan hari – hari selanjutnya produksi biogas konstan tidak demikian dengan volume biogas komposisi kotoran sapi, biogas dengan komposisi kotoran sapi malah lebih lama menghasilkan biogas hingga mencapai hari ke-5 baru menghasilkan biogas namun proses fermentasinya hingga sampai hari ke-21. Hal ini karena komposisi kotoran sapi mengandung karbohidrat saja sebagai sumber nutrisi bagi bakteri fermentor hingga menyebabkan proses fermentasi tersebut menjadi lambat, sedangkan perbandingan C/N rasio 20, 30, dan 40 mengandung karbohidrat dan selulosa yang sangat tinggi sehingga menyebabkan proses fermentasi lebih cepat.

Laju Produksi Biogas

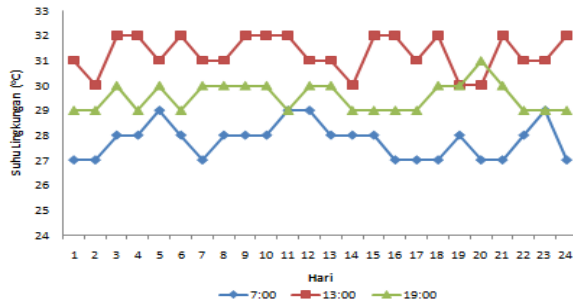
Laju produksi biogas diperoleh dengan cara membagi jumlah produksi gas tiap satuan waktu. Berikut grafik 4.2 menunjukkan laju produksi biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi biogas selama 21 hari.



Grafik 4.2 Laju Produksi Biogas

Berdasarkan Grafik 4.2 menunjukkan hari pertama sudah terjadi pembentukan biogas. Biogas campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu pada hari pertama mengalami peningkatan yang maksimal dan hari – hari selanjutnya mengalami penurunan hingga tidak ada lagi produksi biogas. Hal ini terjadi dikarenakan berkurangnya nutrisi, karbohidrat, selulosa dan sumber energi bagi bakteri fermentasi lainnya yang berdampak pada penurunan produksi biogas sehingga menyebabkan semakin hari semakin menurun produktifitas biogas.

Laju Produksi biogas dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Suhu lingkungan sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Suhu selama proses fermentasi sangat penting hal ini karena berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri pemroses biogas. Berikut adalah grafik 4.3 menunjukkan suhu lingkungan pada proses penelitian.

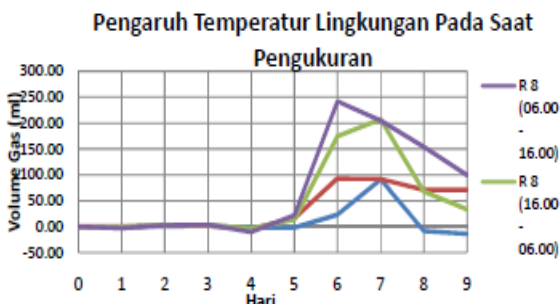


Gambar 4.3 Suhu Lingkungan

Pada Grafik suhu lingkungan, dilakukan satu hari 3 kali pengukuran yaitu pada pukul 07:00, 13:00 dan 19:00 WIB. Suhu lingkungan rata – rata selama 24 hari pada pukul 07:00 adalah 27°C - 29°C, pukul 13:00 adalah 30°C - 32°C dan pukul 19:00 adalah 29°C - 31°C. Dapat disimpulkan, suhu lingkungan mempengaruhi proses fermentasi dikarenakan rata – rata suhu saat proses fermentasi adalah 27°C - 32°C dan selama proses fermentasi terjadi pergantian suhu secara ekstrim sehingga menyebabkan gangguan pada proses fermentasi sehingga mengalami penurunan laju produksi secara drastis.

Meningkatnya suhu pada proses fermentasi tidak selalu diikuti dengan meningkatnya tekanan gas didalam digester, akan tetapi tekanan biogas akan mengalami penurunan pada temperatur tertentu hal ini dikarenakan bakteri pembentuk metana tidak dapat bertahan hidup pada temperatur panas lebih dari 40°C atau pada tempat yang dingin kurang dari 20°C. Temperatur yang baik untuk pertumbuhan bakteri metana adalah berkisar 25°C - 30°C sehingga dari data suhu diatas, produksi metana terbaik dilakukan oleh bakteri methanogenik pada sore sampai pagi hari. Sedangkan pada siang hari bakteri methanogenik memproduksi metana cenderung lebih sedikit (tidak maksimal) dari pada berproduksi sore hingga pagi hari yang lebih menghasilkan metana lebih banyak [5].

Reaktor yang diletakkan didalam ruangan menghasilkan gas yang lebih stabil dari pada diletakkan diluar karena bisa dipengaruhi oleh suhu diluar ruangan yang dingin dan menyebabkan terganggunya aktifitas penghasil gas [6]. Berikut gambar 4.4 menunjukkan perbandingan biogas ketika didalam ruangan dan diluar ruangan.



Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Produksi Biogasi Dalam Ruangan dan Luar Ruangan [6].

Penelitian yang dilakukan menunjukkan perbandingan produksi maksimal biogas ketika

diruangan pada pukul 06.00 - 16.00 adalah 250 ml, sedangkan pada volume gas diluar ruangan yaitu 200 ml, hal ini dikarenakan reaktor yang diletakkan didalam ruang menghasilkan gas yang lebih setabil dari pada diletakkan diluar karena bisa terpengaruh oleh suhu diluar ruangan yang dingin dan menyebabkan terganggunya aktifitas bakteri penghasil gas [6].

Uji Nyala Api

Uji nyala api adalah pengujian gas yang dilakukan untuk mengetahui kandungan gas yang dihasilkan dari proses pembuatan biogas dengan cara pembakaran untuk melihat warna nyala api yang dihasilkan pada proses pembakaran biogas. Berikut gambar 4.6 menunjukkan proses pembakaran hasil biogas.



Gambar 4.6 Warna Nyala Api

Proses pembakaran biogas yang ditampung pada balon plastik dimulai dengan mencopot selang yang menghubungkan antara jirigen dengan balon yang berisi gas. Balon yang berisi gas tadi kemudian ditekan lalu dicoblos menggunakan paku agar biogas keluar dan bisa dibakar seperti yang terjadi pada Gambar 4.6. Berdasarkan nyala api pada produksi hari pertama untuk biogas campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu dengan perbandingan C/N rasio 40 tidak bisa menyala karena kadar metana yang diproduksi masih rendah kurang dari 55%. Namun untuk hari kedua sudah bisa dibakar gasnya. Energi biogas memiliki kandungan 54% - 74% metana, 27% - 75% karbondioksida dan sedikit kandungan lainnya seperti N₂, H₂, CO, O₂, H₂S [7]. Sehingga dapat disimpulkan warna nyala api dan proses pembakaran seperti terlihat pada Gambar 4.6 menunjukkan kandungan metana pada proses pembakaran lebih dari 55% - 74%. C/N rasio 30 ketika dibakar hari pertama bisa menyala dikarenakan kandungan metana pada gas tersebut telah mencapai 55% - 74% hal ini dapat dianalisa hasil terbaik biogas adalah menggunakan perbandingan C/N rasio 30 walaupun untuk volume biogas terbaik menggunakan perbandingan C/N rasio 40.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil analisa dan data hasil biogas dapat disimpulkan bahwa :

1. Biogas yang dihasilkan dari berbagai konsentrasi campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu berdasarkan C/N rasio adalah untuk C/N 40 yaitu 40.205,7 ml, C/N 30 adalah 32.215 ml, C/N 20 adalah 6.288,33 ml dan C/N 18 (kontrol) adalah 4.010 ml, Tetapi biogas

terbaik dengan nyala api adalah C/N 30 karena mengandung metana 55% - 74%.

2. Laju produksi biogas pada ke-4 perlakuan menunjukkan bahwa biogas kotoran sapi dengan C/N rasio 18 (kontrol) baru menghasilkan biogas pada hari ke-5 dan selanjutnya gas berproduksi secara maksimal pada hari ke-15 yaitu 223,3 ml/hari dan menurun sampai hari ke-21. Sedangkan laju produksi biogas perlakuan campuran kotoran sapi dan limbah pucuk tebu dengan C/N rasio 20 adalah 1.203 ml/hari, C/N rasio 30 adalah 13.733 ml/hari dan C/N rasio 40 adalah 10.666,7 ml/hari yaitu mampu menghasilkan biogas maksimal selang waktu 1 x 24 jam. Selanjutnya laju produksi C/N rasio 20 mengalami penurunan sampai hari ke-21 yaitu 299,4 ml/hari. Sedangkan C/N rasio 30 mengalami penurunan sampai hari ke-21 yaitu 1.534 ml/hari dan C/N rasio 40 mengalami penurunan sampai hari ke-21 yaitu 1.914 ml/hari.

SARAN

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan data spesifik hasil volume gas pada produksi biogas disarankan menggunakan alat ukur digital.
2. Untuk mendapatkan data keseluruhan biogas alangkah baiknya plastik yang digunakan lebih besar sehingga mampu menampung kapasitas total gas terproduksi.
3. Saat pembuatan adonan slury dan proses fermentasi kadar pHnya diukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wahyuni, S. 2009. *Biogas Penebar Swadaya*. Jakarta.
- [2] Romli, M., Tegar, B., Joko, H. 2012. *Sistem Pertanian Terpadu Tebu-Ternak Mendukung Swasembada Gula dan Daging*. Kementerian Riset dan Teknologi.
- [3] Masturi. 2012. *Sistem Pertanian Terpadu Tebu Ternak Mendukung Swasembada Gula dan Daging*. Kementerian Riset dan Teknologi. Malang.
- [4] Mc Donald, P. 1981. *The Biochemistry of Silage*. John Wiley and Sons, Ltd. New York
- [5] Triyatno, J. 2011. *Pengaruh Perbandingan Kandungan Air Dengan Kotoran Sapi Terhadap Produktifitas Biogas Pada Digester Bersekat*. Jurnal Ilmu Sains. Vol. 3. No. 2. Hal. 160-166.
- [6] Triakuntini, E., Sudarno., Sutrisno, E. 2013. *Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan Pada Produksi Biogas Dari Limbah Rumah Makan Dengan Menggunakan Starter Ekstrak Rumen Sapi*. Jurnal Teknik Lingkungan. Hal 1-11.
- [7] Harahap. 2007. *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi Dengan Jenis Beberapa Limbah Pertanian Terhadap Biogas Yang Dihasilkan*. Departemen Teknologi Pertanian Universitas Sumatra Utara. Sumatra Utara.