



JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI, DAN SAINS
ISSN 2541-4720 (Print)
ISSN 2549-984X (Online)

INFORMASI ARTIKEL

Disubmit: 19 Desember 2020

Diterima: 25 Desember 2023

Diterbitkan: 31 Desember 2023

at : <http://ejournalmalahayati.ac.id/index.php/teknologi/index>

Pembuatan biogas secara kontinu dari limbah sayuran dengan campuran kotoran sapi

Panisean Nasoetion*, Hardoyo Marsad, Sopfanur Yupratama

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Malahayati, Indonesia

Korespondensi Penulis: Sopfanur Y. *Email: sofanur_y@gmail.com

ABSTRAK

Sampah sayuran merupakan limbah yang sebagian besar dihasilkan dari pasar tradisional setiap dalam jumlah besar. Sampah sayuran merupakan limbah organik yang berpotensi untuk diolah menjadi biogas. Pada penelitian ini digunakan kotoran sapi sebagai campuran sekaligus starter dari bakteri metanogen. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola produksi biogas dari limbah sayuran pada proses aneorobik secara kontinu. Penelitian ini dilakukan pada skala bioreactor anerob 15,5 liter dengan waktu tinggal 15 hari. Proses dilakukan dengan menambahkan influen limbah sayuran sebanyak 2,0g liter/2 hari. Variabel yang di uji adalah COD, Rasio, C/N, tinggi tekanan pada manometer dan komposisi biogas. Hasil penelitian memperlihatkan tinggi tekan pada manometer yang tidak begitu signifikan perbedaannya yakni antara 1.925,7 – 1.938,9 cm/hari. COD influen dengan kisaran 11.833,77 – 12.302,53 mg/l tereduksi menjadi kisaran 3.906,05 – 4.2445,41 mg/l dalam efluen. Komposisi biogas yang dihasilkan yaitu N₂ sebesar 2,153 %, CH₄ sebesar 40,641 CO₂ sebesar 57,206 %. Rasio C/N menurun dari 14,76 dalam influen menjadi 5,60 dalam efluent.

Kata Kunci: biogas, kontinu, limbah cair, tapioka.

ABSTRACT

Continuous Biogas Production From Vegetable Waste With Cow Manure Mixture. Vegetable waste is a waste that is usually produced in large quantities on a daily basis in traditional markets. Vegetable waste is organic waste that maybe processed into biogas. In this study, cow dung was used as both mixture or starter of methanogenic bacteria. The pupose of the study was to determine the pattern of biogas production from vegetable waste in a contious anaerobic process. This reseach was conducted on a 15.5 liters anaerobic bioreactor scale with a recidence time of 15 days. The process is carried out by adding an inflow of vegetable waste up to 2.06 liters/2 days. The variables tested were COD, C/N ratio, height of the press on the manometer and the composition of the biogas. The results showed that the pressure level on the manometer was not significantly different, namely between 1925,7 and 1938,9 cm/day. The influence of the COD with a range of 11,833.77 – 12,302. 53 mg/l is reduced to a range of 3,906.05 – 4,2445.41 mg/l in the wastewater . The resulting biogas composition is N₂ of

2.153%, CH₄ of 40,461 % an COD of 57.206% the C/N ratio decreased from 14.76 in the inflow to 5.60 in the outflow.

Keywords: *biogas, continuous, tapioca, liquid waste*

1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan data yang didapatkan dari Dinas Pengelolaan Pasar Kota Bandar Lampung pada tahun 2013, jumlah pasar tradisional yang ada di Kota Bandarlampung yang cukup banyak dan volume sampah setiap hari yang harus dibuang sedikitnya mencapai 120 m³/hari. Sampah pasar yang cukup banyak ini tidak terkelola dengan baik karena masih tercampur antara sampah organik dan non organik. Jumlah sampah organik berkisar antara 82-95%, sampah kertas 1-7%, dan sampah plastik 4-12%. Limbah organik yang banyak terdapat di pasar terdiri dari limbah sawi hijau, sawi putih, kol, daun kembang kol, daun bawang, seledri, limbah kecambah, tomat, timun, klobot jagung, dan masih banyak lagi limbah sayur-sayuran serta buah-buahan lainnya (Hadiwiyoto, 1983).

Banyaknya timbulan sampah sayuran yang berasal dari pasar tradisional tersebut dapat mengakibatkan berbagai masalah yakni pencemaran udara, karena sampah yang ada akan berbau seiring dengan pembusukan, pencemaran air didalam tanah, berpotensi untuk diolah menjadi biogas. Proses pembuatan biogas menggunakan sampah sayuran ini perlu dilakukan pencampuran kotoran hewan seperti kotoran sapi, karena didalam kotoran sapi terkandung mikroba anaerobik.

Kotoran sapi merupakan substrat yang paling cocok sebagai sumber penghasil biogas, karena mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat dalam perut ruminansia. Bakteri tersebut membantu dalam proses fermentasi sehingga mempercepat proses pembentukan biogas. (Muljatiningrum, 2007). Penggunaan biogas sebagai energi merupakan langkah yang perlu didukung, mengingat energi yang dipakai saat ini sebagian besar berasal dari energi fosil (minyak bumi).

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan eksperimen sungguhan (*true experiment*) yaitu untuk mengetahui pengaruh variabel-variabel yang diteliti, yaitu : produksi biogas secara kontinu dari limbah sayuran. Adapun variabel bebas disini adalah *feed* yang dilakukan secara kontinu, dengan menambahkan limbah sayuran sebanyak 2,06 L setiap 2 hari sekali. Variabel terikat dalam

penelitian ini adalah kadar COD, C/N Ratio, komposisi biogas (CH₄, CO₂, N₂), dan tekanan gas pada manometer. Variabel kendali adalah waktu tinggal dalam anaerobik digester, yaitu 15 hari.

Prosedur Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah sayuran, kotoran sapi, air. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor atau Galon 19 liter, cat warna hitam, pipa PVC ½ inch, pipa PVC knie L ½ inch, stop kran pipa PVC ½ inch, stop kran pipa PVC ¾ inch, lem pipa, lem bakar, selang 1/5 inch, gelas ukur, corong, manometer, timbangan jarum, stop kran uji nyala.

Tahapan Penelitian

Persiapan Alat

Di dalam penelitian ini terdapat beberapa persiapan alat yaitu :

1. Menyediakan galon untuk anaerobik digester.
2. Menutup mulut galon menggunakan penutup galon dan rekatkan menggunakan lem bakar.
3. Membuat 3 lubang pada galon yang telah disediakan,
 - a. Lubang pertama dibuat pada jarak ± 5 cm dari dasar galon dan pasang pipa in-let dengan ukuran ½ inci. Pipa yang berada di luar galon di arahkan ke atas dengan tinggi ± 50 cm untuk memasukan bahan baku. Rekatkan setiap sambungan pipa menggunakan lem pipa dan tambal sisi lubang menggunakan lem bakar untuk mencegah kebocoran.
 - b. Lubang kedua dibuat pada bagian atas tutup galon yang berfungsi untuk pemasangan selang penyalur gas dari dalam anaerobik digester ke manometer untuk menghitung gas yang terproduksi serta untuk uji nyala biogas. Tambal sisi lubang menggunakan lem bakar untuk mencegah kebocoran.
 - c. Lubang ketiga dibuat pada arah yang bersebrangan dengan pipa in-let pada jarak ± 31 cm (31 cm setara dengan volume 15,5 liter) dari dasar galon. Pasang pipa out let dengan ukuran ½ inch, pipa yang berada di luar galon pasang knie L dengan ukuran ½ inch dan membentuk huruf U atau metode leher angsa pada WC duduk. Rekatkan setiap sambungan pipa menggunakan lem

- pipa, dan tambal sisi lubang menggunakan lem bakar untuk mencegah kebocoran.
4. Menyambungkan stop kran pipa PVC $\frac{3}{4}$ inch pada pipa in-let kemudian rekatkan menggunakan lem pipa
 5. Sambungkan stop kran PVC pipa $\frac{1}{2}$ inch pada pipa out-let kemudian rekatkan menggunakan lem pipa
 6. Memberi cat anaerobik digester menggunakan cat berwarna hitam.
 7. Membuat cabang pada selang gas, salurkan ke Manometer dan alat uji nyala.
 8. Memasang katup pada selang yang mengarah ke alat uji nyala.

Pelaksanaan Penelitian

1. Mencampurkan kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1:1 atau sama dengan 1 kilogram kotoran sapi dan 1 liter air sebagai substrat.
2. Mencampurkan larutan kotoran sapi dan limbah sayuran dengan perbandingan 1:1 atau sama dengan 1 liter larutan kotoran sapi dan 1 liter limbah sayuran.
3. Memastikan tidak ada kebocoran di anaerobik digester.
4. Memasukan campuran larutan kotoran sapi dan limbah sayuran kedalam anaerobik digester melalui pipa in-let hingga memenuhi pipa out-let.
5. Menutup stop kran yang berada di pipa in-let dan pipa out-let, agar campuran larutan kotoran sapi dan limbah sayuran tidak keluar melalui pipa in-let atau pipa out-let akibat adanya tekanan biogas terproduksi.
6. Menutup katub agar biogas masuk ke manometer.
7. Melakukan test uji nyala api setiap harinya hingga api biogas menyala.
8. Setelah api biogas menyala masukan limbah sayuran sebanyak 1/4 kg secara kontinu dengan interval waktu pemasukan 1 hari, lakukan hingga manometer menunjukkan selisih ketinggian Δh yang hampir sama setiap harinya
9. Setelah manometer menunjukkan selisih ketinggian Δh yang hampir sama setiap harinya masukan limbah sayuran sebanyak $\frac{1}{2}$ kg dengan interval waktu 2 hari.
10. Pada hari ke 0 mengambil sampel awal untuk di uji COD dan C/N, pada hari ke 2, 4, dan 6 ambil sampel awal untuk di uji COD di laboratorium Politeknik Negeri Lampung.
11. Mencatat nilai selisih ketinggian Δh pada manometer setiap hari hingga hari ke 21 (setelah mencatat kembalikan nilai tekanan Δ

h ke titik 0 bersamaan dengan uji nyala api biogas).

12. Pada hari ke 15 mengambil sampel akhir untuk di uji COD dan C/N, pada hari ke 17, 19, dan 21 ambil sampel akhir untuk di uji COD di laboratorium Politeknik Negeri Lampung.
13. Mengambil sampel biogas menggunakan sampling bag untuk di uji komposisi biogas di laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Penstabilan Kondisi Proses

Proses produksi biogas secara anaerobik adalah proses biologis dimana menggunakan aktivitas mikroba dalam memecahkan bahan baku organik menjadi gas metan dan gas-gas lainnya. Oleh karenanya perlu dilakukan penstabilan kondisi proses sebelum proses produksi biogas secara kontinu dengan menggunakan bahan baku limbah sayuran. Penstabilan dilakukan agar mikroba yang ada dapat menyesuaikan dan mempunyai aktivitas yang tinggi dengan kondisi lingkungan yang akan digunakan.

Pengkondisian proses dilakukan dengan memasukkan larutan kotoran sapi kedalam reaktor. Larutan kotoran sapi dibuat dengan mencampur kotoran sapi dan air dengan perbandingan kotoran sapi : air adalah 1 : 1. Kotoran sapi merupakan sumber mikroba anaerobik yang akan digunakan untuk merombak bahan baku organik menjadi biogas. Sumber bahan baku organik yang digunakan adalah limbah sayuran. Perbandingan larutan kotoran sapi terhadap limbah sayuran awal yang digunakan ialah 1 : 1. Volume kerja reaktor adalah 15,5 liter. Manometer menunjukkan adanya perbedaan ketinggian yang signifikan setelah 8 hari proses, hal ini menunjukkan bahwa telah terproduksi gas. Untuk mengindikasikan bahwa gas yang terproduksi mengandung gas metan (CH_4) dilakukan uji nyala api terhadap gas yang terproduksi. Apabila gas menyala, mengindikasikan bahwa proses anaerobik telah berlangsung yakni telah terbentuknya gas metan (CH_4).

3.2. COD dan Biogas Yang Dihasilkan

Uji coba produksi biogas secara kontinudimulai setelah kondisi proses stabil. Pada penelitian ini digunakan waktu tinggal 15 hari. Dengan volume kerja reaktor 15,5 liter, maka debit atau influen yang dimasukan sebanyak 1,03 liter/hari. Infuent dimasukan dengan interval waktu 2 hari atau dengan debit 2,06 liter/2hari. Pemasukan dilakukan pada hari ke 0, 2, 4, dan 6. Dengan waktu

tinggal yang digunakan 15 hari, maka kandungan COD diukur pada hari ke 0, 2, 4, dan 6 untuk sampel influen dan hari ke 15, 17, 19 dan 21 untuk sampel efluen. Selisih ketinggian pada manometer diamati

setiap hari. Kandungan COD dan selisih ketinggian (Δh) pada manometer disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Kandungan COD dan Jumlah Δh Untuk Tiap-tiap Waktu

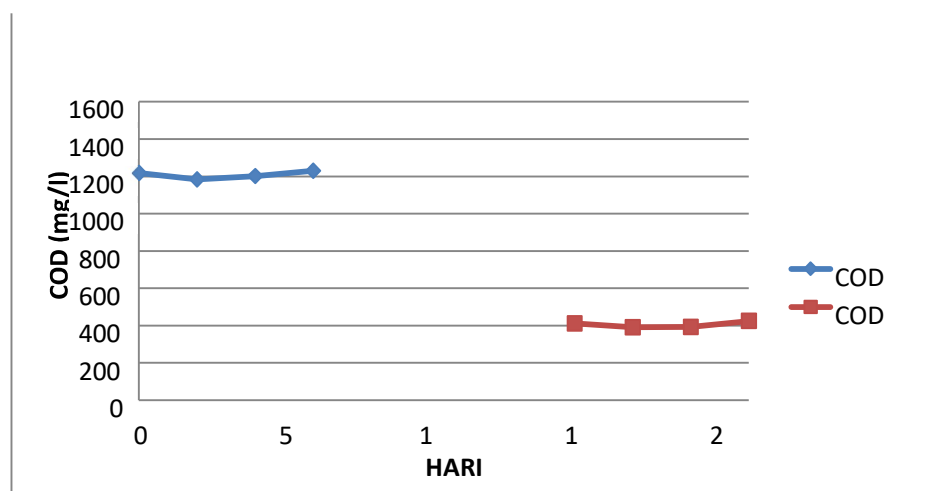
Perlakuan	COD mg/l		Jumlah Δh (cm)
	Influen	Efluen	
T0 (22 Juli 2019)	12.176,06		
T2 (24 Juli 2019)	11.833,77		
T4 (26 Juli 2019)	12.013,91		
T6 (28 Juli 2019)	12.302,53		
T15 (06 Agustus 2019)		4.118,34	1.925,7 cm
T17 (08 Agustus 2019)		3.906,05	1.930,0 cm
T19 (10 Agustus 2019)		3.928,59	1.938,9 cm
T21 (12 Agustus 2019)		4.245,41	1.937,5 cm

*Waktu tinggal yang digunakan 15 hari

Sumber: Data Primer, 2020

Grafik hubungan antara kandungan COD influen dan efluen terhadap waktu fermentasi pada proses

produksi biogas secara kontinu dari limbah sayuran digambarkan pada gambar berikut :



Gambar 1. Hubungan Antara Kandungan COD Influen Dan Efluen

Dari tabel dan gambar tersebut diatas terlihat identifikasi bahan-bahan organik didalam limbah sayuran telah didegradasi menjadi biogas. Bakteri anaerobik yang berasal dari kotoran sapi merubah bahan organik menjadi biogas tersebut. Perubahan

bahan organik menjadi biogas, selain ditunjukkan dengan penurunan konsentrasi COD, juga ditunjukkan dengan sejumlah gas yang terproduksi. Terjadi penurunan konsentrasi COD yang signifikan antara influen yang digunakan pada

hari ke 0,2,4 dan 6 (4 sampel), yakni dari COD 11.300 – 12.400 mg/l dalam influen turun menjadi 3900 – 4300 mg/l dalam efluen pada hari ke 15, 17, 19 dan 21.

Terproduksinya gas dalam penelitian ini ditunjukkan dengan adanya perbedaan ketinggian di manometer. Semakin besar perbedaan ketinggian, maka jumlah gas yang diproduksi semakin banyak. Perbedaan ketinggian manometer yang didapat selama 15 hari fermentasi menghasilkan gas yang tidak begitu jauh berbeda selisihnya, yakni antara 1.914– 1.923 cm.

3.3. Rasio C/N

Pada proses anaerobik limbah cair tapioka, komponen karbohidrat akan diubah menjadi gas

Tabel 2. Komposisi C dan N, Influen dan Efluen

Komponen	Influen	Efluen
C (Karbon)	1,26 %	1,14 %
N (Nitrogen)	0,145 %	0,225 %
C/N	14,76	5,6

Sumber: Data Primer, 2020

Dari hasil penelitian, rasio C/N mengalami penurunan dari 14,76 dalam limbah sayuran (influen) menjadi 5,6 dalam larutan efluen rektor. Dengan rasio C/N 5,6 dalam larutan efluen, maka larutan efluen dapat digunakan sebagai pupuk organik.

3.4. Komposisi Biogas

Menurut Simamora (2006), pada umumnya komposisi biogas yaitu mengandung gas metana 50-

Tabel 3. Komposisi Biogas Hasil Penelitian

Komponen	%
Nitrogen (N ₂)	2,153 %
Metan (CH ₄)	40,641 %
Karbondioksida (CO ₂)	57,206 %

Sumber: Data Primer, 2020

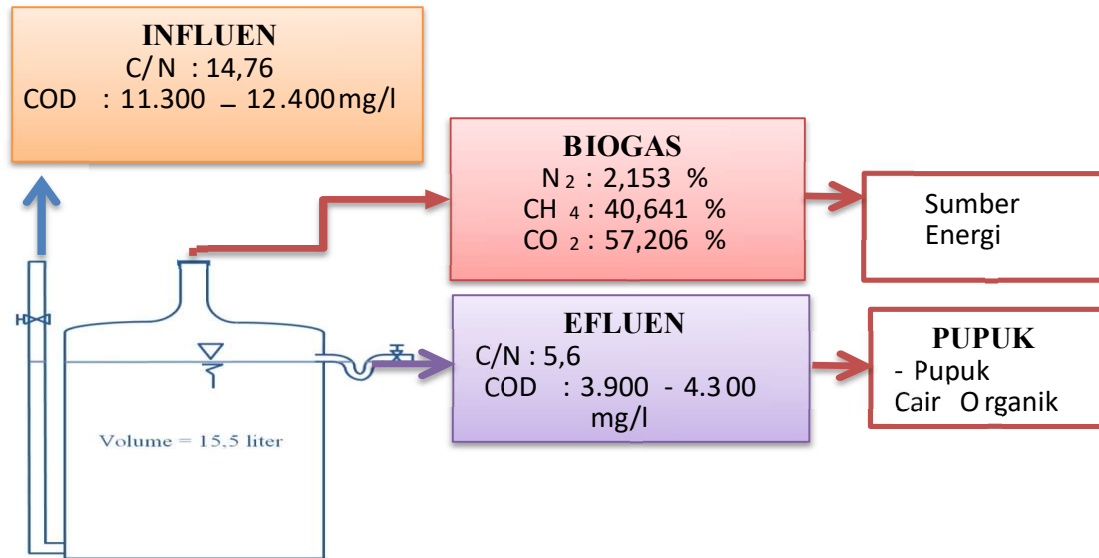
Kandungan gas CH₄ sebesar 40,641% dari analisa biogas masih dibawah standar produksi biogas dan masih mengandung CO₂ yang cukup tinggi selama waktu tinggal 15 hari. Apabila dilakukan uji nyala akan menghasilkan nyala api warna biru redup kekuning-kuningan dengan kandungan gas CO₂ mencapai 57,206 %. Penambahan waktu tinggal lebih dari 15 hari akan meningkatkan produksi biogas dan reaksi perombakan bahan organik dalam limbah sayuran menjadi biogas makin sempurna.

metan (CH₄). Dari proses tersebut, maka kandungan karbon (C) dalam efluen proses anaerobik akan lebih kecil dari kandungan karbon (C) dalam influen. Dengan kandungan karbon yang menurun akan menyebabkan rasio C/N dalam efluen akan lebih kecil dari rasio C/N dalam influen. Hal ini disebabkan dalam proses anaerobik untuk memproduksi gas metan, komponen nitrogen (N) justru bisa bertambah jumlah kandungannya yang disebabkan oleh mikroorganisme yang mati.. Rasio C/N dapat digunakan sebagai indikator, apakah cairan dapat digunakan sebagai pupuk organik. Rasio C/N untuk pupuk organik < 20. Kandungan C dan N limbah sayuran (sebagai influen) dan komposisi C dan N efluen reactor disajikan dalam tabel berikut:

70% nitrogen 0-0,3% karbondioksida 24-45% hidrogen 1-5% oksigen 0,1-0,5% serta hidrogen sulfida 0-3%. Akan tetapi dalam penelitian ini kadar gas metana yang dihasilkan tidak mencapai kondisi optimum yakni 50%. Hal tersebut dapat disebabkan karena waktu tinggal limbah pada reaktor kurang optimal sehingga gas metana yang dihasilkan belum optimal dan masih banyak mengandung gas CO₂. Komposisi biogas yang dihasilkan dalam penelitian disajikan dalam tabel berikut;

3.5. Skema Proses Anaerobik Yang Digunakan

Skema proses anaerobik pada penelitian ini, dimana biogas diproduksi dari *slurry* limbah kulit sayurandengan menggunakan volum kerja reaktor 15,5 liter. Aliran kontinu dan waktu tinggal 15 hari serta kegunaan dari hasil proses anaerobik tersebut, digambarkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Proses Anaerobik Yang Digunakan

Dari gambar tersebut diatas dapat dilihat bahwa kandungan COD mengalami penurunan dari 11.300 – 12.400 mg/l dalam influen (limbah sayuran) menjadi 3.900–4.300 mg/l dalam efluen (limbah sayuran). Hal ini menandakan bahwa adanya aktifitas bakteri yang terdapat pada proses pembentukan biogas. Bakteri menggunakan karbon sebagai sumber energi dalam mendekomposisi bahan organik selama proses fermentasi dan memproduksi senyawa CH₄ (metan). Proses tersebut menyebabkan sumber karbon menurun. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan rasio C/N. Rasio C/N dalam larutan efluen sebesar 5,6 sehingga efluen tersebut dapat digunakan sebagai pupuk cair organik.

4. SIMPULAN

Simpulan pada penelitian ini yaitu 1. Waktu tinggal perlu diperpanjang agar didapatkan kadar metana yang lebih tinggi, 2. Sebelum memulai penelitian perlu adanya pengecekan agar dapat berfungsi dengan baik. Dengan pengecekan alat tersebut dapat diketahui terjadi faktor kebocoran atau tidak pada alat penelitian, 3. Apabila bahan baku berbentuk bubur (bukan cairan) perlu diperhitungkan diameter pipa inlet dan outlet pada reaktor agar tidak terjadi penyumbatan pada saluran pipa inlet dan outlet, dengan begitu pada saat melakukan penambahan bahan baku, jumlah masuk sama dengan jumlah keluar sehingga volume bahan baku didalam reaktor tetap stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadiwiyoto. 1983. *Penanganan Dan Pemanfaatan Sampah*. Yayasan Idadyu. Jakarta.
- Muljatiningrum, A. 2007. *Pemanfaatan Kotoran Sapi Menjadi Sumber Bahan Bakar*. PT Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Simamora. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan Gas Dari Kotoran Ternak*. Jakarta.