

PEMBUATAN BIOGAS DARI VINASSE : INDUSTRI BIOGAS

Akhmad Reski Kurniawan, Hilyatul Auliyah

Jurusan D3 Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

Email : riski0009@gmail.com, hilyaalauliya@gmail.com

Abstrak— Menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Biogas sebagai sumber energi alternatif mempunyai beberapa keunggulan daripada BBM yang berasal dari fosil. Yaitu bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Vinasse merupakan salah satu bahan yang terdapat dalam air limbah industri bioethanol yang mempunyai produk bawah (bottom product) pada proses distilasi etanol. Air limbah tersebut dapat diuraikan secara biologis dengan memanfaatkan mikroorganisme dengan pengolahan secara anaerobik. Pengolahan limbah secara anaerobik dapat menghasilkan biogas.

Prosedur penelitian, pertama menganalisa kandungan limbah vinasse dari PT. Enero Indonesia untuk menentukan kondisi operasi, setelah itu menyiapkan limbah cair pabrik biogas dan bioreaktor fixed dome, setelah itu pada proses pembuatan produk, limbah cair pabrik biogas dari vinasse industri bioethanol sebanyak 30 liter, dimasukkan ke dalam reaktor fixed dome. Kemudian dilakukan pengumpanan sesuai variabel HRT 7,14 dan 21 hari secara kontinyu. Selama proses tersebut dilakukan pengamatan terhadap gas yang dihasilkan.

Produksi rata-rata gas maksimum pada HRT 14 hari dengan produksi gas rata-rata 472,14 mL. Komposisi gas pada penghasil gas maksimum memiliki komposisi 2,47% metana, 0,22% karbon dioksida, dan 97% udara.

Kata kunci : HRT, Vinasse, Biogas, Fixed Dome

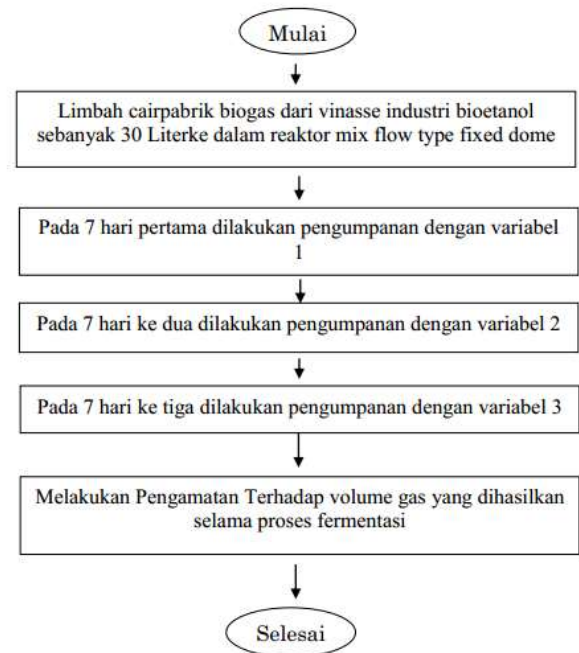
I. PENDAHULUAN

Biogas sebagai sumber energi alternatif mempunyai beberapa keunggulan daripada BBM yang berasal dari fosil. Yaitu bersifat ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Selain itu biogas memiliki kandungan energi yang tidak kalah dari kandungan energi yang berasal dari bahan bakar fosil. Oleh karena itu, biogas sangat cocok menggantikan minyak tanah, LPG, dan bahan bakar fosil lainnya (Triyatno, 2008). Sumber energi dari biogas ini ada beberapa macam sumber antara lain dari kotoran ternak, jerami padi, eceng gondok, limbah industri tahu, bungkil jarak pagar, dan berbagai sumber yang lain (Masriadi, 2010).

Biogas PT. ENERO Mojokerto dihasilkan dari limbah bioethanol, yang masih memiliki kandungan glukosa tinggi sisa dari proses pembuatan gula tebu Gempolkrep Mojokerto. Limbah produksi biogas ini (yang kemudian disebut vinasse biogas) tetap dipertahankan di kolam penampungan karena memiliki kandungan organik yang tinggi dan dapat mencemarkan lingkungan. Kandungan organik limbah vinasse biogas 31380 mg/L ini masih sangat memenuhi untuk di proses menjadi biogas kembali sehingga produksi biogas dapat meningkat.

II. METODE

Metode yang digunakan dalam pembuatan biogas dari limbah vinasse digambarkan pada flowchart Gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram Alir Metode Penelitian

Pada tahap pertama adalah menganalisa kandungan COD, N, P, K, S awal limbah biogas.

Tahap selanjutnya adalah menyiapkan limbah cair pabrik biogas. Pada tahap ini limbah diambil dari PT. Enero yang bertempat di Mojokerto.

Tahap ketiga adalah tahap pembuatan produk. Pada tahap ini, produk dibuat dengan menggunakan reaktor fixed dome yang memakai variabel HRT 7,14 dan 21 hari.

Tahap berikutnya adalah pengukuran biogas yang dihasilkan. Pada tahap ini biogas diukur dari HRT 7,14 dan 21 hari setiap hari selama 21 hari.

Tahap berikutnya adalah analisa biogas yang dihasilkan. Pada tahap ini kandungan biogas diukur dari HRT 7,14 dan 21 hari.

Tahap terakhir adalah tahap pengukuran COD akhir, pada tahap ini COD akhir dari HRT 7,14 dan 21 hari diukur untuk menentukan nilai optimum HRT pada percobaan ini.

III. HASIL PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Hydraulic Retention Time(HRT) Terhadap Produksi Biogas

Dari rata-rata produksi biogas yang di hasil kan dengan HRT 7, 14 dan 21, dapat di ketahui bahwa biogas di hasilkan secara optimal pada HRT 14 yaitu 472,14 mL.

Waktu tinggal limbah sangat berpengaruh pada reaksi penguraian oleh bakteri, semakin lama waktu tinggal limbah semakin banyak partikel organik yang terdegradasi oleh mikroorganisme dalam reaktor dan berpengaruh pada produksi biogas. Jadi semakin banyak partikel organik yang diuraikan akan menyebabkan produksi biogas semakin maksimal (Masriani,2014)

3.2. Pengaruh HRT Terhadap Nilai pH Akhir Setelah Melalui Proses Fermentasi

Nilai pH akhir setelah melalui proses fermentasi, tersajikan dalam Tabel 3.1

HRT	pH awal	pH akhir
7	7,68	7,5
14		7,2
21		7

Nilai pH akhir pada variasi HRT **Tabel 3.1** menunjukkan nilai pH akhir limbah setelah melalui proses fermentasi tidak terlihat adanya peningkatan nilai pH yang berarti. Hal ini sesuai dengan literature yang menyebutkan bahwa pH optimum pada proses metanogenesis adalah 6,8- 7,2 yang mana tidak jauh berbeda dari pH awal.

Pada awal reaksi fermentasi anaerobik, nilai pH akan menurun seiring dengan produksi VFA (Volatile Fatty Acid) atau asam lemak volatil. Penurunan pH menunjukkan terjadinya proses asidifikasi. Asidifikasi ditunjukkan dengan tingginya konsentrasi asam karena terjadi proses perubahan produk hasil hidrolisis menjadi asam-asam lemak yang mudah menguap seperti asetat, propionat dan butirat. Pada tahap metanogenesis, bakteri pembentuk metan akan mengkonsumsi VFA sehingga alkalinitas meningkat yang berakibat pada kenaikan pH hingga tercapainya pH yang stabil (Masriani,2014).

3.3. Pengaruh OLR terhadap hasil biogas yang dihasilkan

Nilai OLR merupakan hasil pembagian dari hasil COD sampel dengan HRT. Maka nilai OLR didapat dari pembagian HRT pada sampel vinasse dari PT. Enero Indonesia

COD (Kg/m ³)	HRT(Hari)	OLR (Kg/m ³ /hari)
38,38	7	5,482
	14	2,741
	21	1,827

Tabel 3.2 OLR terhadap nilai HRT

Nilai OLR terjadi penurunan pada setiap penambahan nilai HRT,hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai dari HRT maka nilai OLR semakin rendah. Hal ini sesuai dengan literatur,semakin tinggi nilai HRT maka OLR semakin rendah. Nilai HRT mempengaruhi jumlah biogas yang dihasilkan,semakin tinggi HRT semakin besar biogas yang dihasilkan. Pada percobaan nilai HRT

didapatkan optimal pada 14 hari, maka hal ini tidak sesuai dengan literatur.

3.4. Hasil Analisa Komposisi Biogas

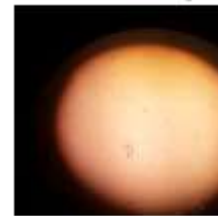
Hasil analisa komposisi biogas pada variable HRT 21 hari tersajikan dalam **Tabel 3.3** :

Tabel 3.3 Komposisi biogas pada variable HRT 21 hari

Komposisi	Kosentrasi
Metana	2,47%
Karbon dioksida	0,22%
Udara	97%

Nilai OLR terjadi penurunan pada setiap penambahan nilai HRT,hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai dari HRT maka nilai OLR semakin rendah. Hal ini sesuai dengan literatur,semakin tinggi nilai HRT maka OLR semakin rendah. Nilai HRT mempengaruhi jumlah biogas yang dihasilkan,semakin tinggi HRT semakin besar biogas yang dihasilkan. Pada percobaan nilai HRT didapatkan optimal pada 14 hari, maka hal ini tidak sesuai dengan literatur.

3.5. Hasil Analisa Bakteri Pembentuk Biogas



Gambar 3.1 Bakteri Pada Lumpur Aktif

Pada analisa yang telah dilakukan,bakteri terlihat pada lumpur aktif yang akan ditambahkan pada vinasse. Bakteri ini akan memfermentasikan bahan vinasse PT.Enero Indonesia menjadi produk biogas.

IV. NERACA MASSA DAN NERACA PANAS

Nilai Neraca Massa pada proses fermentasi limbah *after digester vinasse* sebagai berikut :

Masuk		Keluar	
Komponen	Massa(gram)	Komponen	Massa(Gram)
Glukosa	2100	Gas	
Acetat	1000	CH ₄	737,778
Air	11.100	CO ₂	2362,22
Mineral	5.800	Sludge	
		Air	11.100
		Mineral	5800
		Glukosa	0
Total	20.000	Total	20.000

Tabel 4.1 Neraca Massa Proses Fermentasi

Pada nilai neraca panas proses fermentasi limbah *after digester vinasse* sebagai berikut :

Masuk		Keluar	
C ₆ H ₁₂ O ₆	1569,5	C ₂ H ₅ OH	1482,222
ΔH ₂₅	-20784358	CO ₂	1200,711
		ΔH reaksi	-20783244,9
C ₂ H ₅ OH	511,11	CH ₃ COOH	673
ΔH ₂₅	4053364,9	CH ₄	237,4667
CO ₂	600,356	ΔH Reaksi	4052192,75
CH ₃ COOH	515,9667	CH ₄	474,933
ΔH ₂₅	4053364,9	CO ₂	1200,711
		ΔH reaksi	-9411624,17
CH ₃ COOH	2125,95	CH ₄	474,933
ΔH ₂₅	-29650269	CO ₂	1200,711
		ΔH reaksi	-29650713,4
	-55786444,4		-55786444,4

Tabel 4.2 Neraca Panas Proses Fermentasi

V. BREAK EVENT POINT

Break Even Point (BEP) ialah titik impas dimana posisi jumlah pendapatan dan biaya sama atau seimbang sehingga tidak terdapat keuntungan ataupun kerugian dalam suatu perusahaan. *Break Even Point* ini digunakan untuk menganalisis proyeksi sejauh mana banyaknya jumlah unit yang diproduksi atau sebanyak apa uang yang harus diterima untuk mendapatkan titik impas atau kembali modal.

BEP rupiah : titik pulan pokok (BEP) yang dinyatakan dalam jumlah penjualan atau harga penjualan tertentu.

$$\begin{aligned} & \text{Kontribusi margin per kg} \\ & = \text{harga jual per m}^3 - \text{biaya variabel per m}^3 \\ & = 91.018 - 10.120 \\ & = \text{Rp. } 80.898 \end{aligned}$$

BEP Rupiah

$$\begin{aligned} & = \frac{\text{Biaya Tetap}}{\text{Kontribusi margin per kg} : \text{biaya variabel per kg}} \\ & = \frac{18.203.600}{\text{Rp. } 80.898 : \text{Rp. } 10.120} \\ & = \text{Rp. } 257.2 \end{aligned}$$

Artinya perusahaan perlu mendapatkan omset penjualan biogas senilai Rp. 257.2 agar terjadi BEP, maka perusahaan tersebut akan memperoleh keuntungan jika mendapat omset sebesar

$$\begin{aligned} & \text{BEP : titik pulang pokok (BEP) yang dinyatakan} \\ & \text{dalam jangka waktu tertentu} \\ & \text{Biaya pengeluaran per tahun} \\ & = \text{Biaya investasi peralatan} + \text{Biaya kebutuhan} \\ & \quad \text{bahan baku} + \text{biaya pendukung utilitas} + \text{biaya} \\ & \quad \text{lainnya} \\ & = 16.900.000 + (303.600 \times 12) + (500.000 \times 12) \\ & = \text{Rp. } 26.543.200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP} & = \frac{\text{Biaya Pengeluaran per tahun}}{\text{Hasil penjualan per bulan} \times 12} \\ & = \frac{\text{Rp. } 29.543.200}{\text{Rp. } 27.305.400 \times 12} \\ & = 0,081 \text{ tahun} \\ & = 28 \text{ hari} \end{aligned}$$

Artinya, perusahaan perlu mendapatkan waktu penjualan biogas selama 28 hari agar terjadi BEP, maka perusahaan tersebut akan memperoleh keuntungan.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

VI.1 Kesimpulan

1. Rata-rata produksi gas adalah 393,57 mL dengan HRT 7 hari, 472,14 mL dengan HRT 14 hari dan 204,04 mL dengan HRT 21 hari. Gas optimum di hasil kan oleh HRT 14 hari
2. Kondisi operasi sesuai dengan literature yaitu dengan suhu 30°C dan pH akhir 7,5;7,2;7
3. Komposisi gas terdiri dari metan 2,47%, karbon dioksida 0,22%, dan udara 97%

VI.2 Saran

1. Untuk penelitian kedepan, disarankan untuk menggunakan variasi design reactor UASB, CSTR dan plugflow
2. Kondisi operasi sangat perlu diperhatikan, terutama tekanan reaktor, agar gas lebih mudah keluar
3. Untuk HRT 7 dan 14 hari disarankan agar melakukan percobaan, minimal selama 20-30 hari agar didapat hasil gas yang *steady state*.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiyono. (2014). Effect of Total Solid content to biogas production rate from vinasse International Journal of Engineering, 177.
- Haryati, T. (2006). Biogas Limbah peternakan yang menjadi sumber energi alternatif. *Balai penelitian ternak*, 1.
- Hidayat, A. (2012). Pengembangan Teknologi Pembangkitan Biogas dari limbah tanaman pisan (Bonggol, batang, pelepah daun, kulit pisang, pisang tidak layak jual, dan lain-lain) untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar rumah tangga). -, 1.
- Soeprijanto. (2006). *Pengolahan Limbah Industri Kimia*. Surabaya.
- Soeprijanto. (2010). Pengolahan Vinase Dari Air Limbah Industri Alkohol Menjadi Biogas Menggunakan Bioreaktor UASB. *Pengolahan Vinase Dari Air Limbah Industri Alkohol Menjadi Biogas Menggunakan Bioreaktor UASB*, 1
- Tb Benito A.K, Yuli Astuti Hidayati, Udju D Rusdi, Eulis Tanti Marlina. (2010). Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan Februari, 2010, Vol XIII, No 5. *Deteksi Jumlah Bakteri Total dan Coliform pada Sludge*

dari Proses Pembentukan Biogas Campuran Feses Sapi Potong dan Feses Kuda

Ludfia Windyasmara, Ambar Pertiwiningrum, dan Lies Mira Yusiati. (2012). Buletin Peternakan Vol 36(1): 40-47, Februari 2012. *Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dengan Penambahan Serasah Daun Jati (Tectona grandis) Terhadap Karakteristik Biogas pada Proses Fermentasi*