



## Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Rumen Sapi Terhadap Produksi Biogas Dari Vinasse

Rr. Dewi Artanti Putri✉, dan Sunar Tejo Tsani

DOI 10.15294/jbat.v4i1.3767

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Article Info

*Sejarah Artikel:*  
Diterima April 2015  
Disetujui Mei 2015  
Dipublikasikan Juni 2015

*Keywords:*  
biogas, vinasse,  
suhu, rumen sapi.

### Abstrak

Vinasse merupakan limbah yang dihasilkan oleh produksi bioetanol yang mempunyai kandungan COD (Chemical Oxygen Demand) yang tinggi. Dengan karakteristik tersebut vinasse lebih tepat diuraikan dengan proses anaerob menjadi biogas. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh suhu dan perbandingan rumen sapi yang dibutuhkan untuk mendapatkan biogas dengan hasil yang optimum. Suhu mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Rumen sapi adalah inokulum atau starter yang merupakan bahan yang perlu ditambahkan ke dalam sistem digester biogas. Percobaan dilakukan dalam digester volum 500 ml, dioperasikan pada pH 7 dengan memvariasikan perbandingan suhu, yaitu suhu ruang, suhu 50 oC, dan suhu 60 oC dan variasi konsentrasi rumen sapi 5%, 10%, 15%. Proses fermentasi dilakukan dengan cara batch dengan pengukuran gas setiap 2-3 hari menggunakan metode water displacement technique sampai gas tidak terbentuk selama 60 hari. Respon yang diambil pada penelitian ini adalah volume gas yang dihasilkan berdasarkan pengaruh suhu dan konsentrasi rumen sapi terhadap produksi biogas. Perubahan suhu dan konsentrasi rumen sapi sangat mempengaruhi produksi biogas. Hasil yang terbaik dari penelitian ini adalah pada konsentrasi rumen 15% pada suhu ruang yaitu sebanyak 370 ml.

### Abstract

*Vinasse is the waste generated by the production of bioethanol which has high content of COD (Chemical Oxygen Demand). With these characteristics, it is more appropriate to convert it into biogas through anaerobic digestion process. This study was conducted to assess the effect of temperature and the cow rumen concentration needed to obtain biogas with optimum results. Temperature affects the growth of microorganisms and speed of reaction in the formation of biogas. The cow rumen was used as inoculum or starter material that needs to be added to the biogas digester system. Experiments conducted in the digester volume of 500 ml, operated at pH 7 with varying the ratio of the temperature, i.e. room temperature, temperature of 50 oC and 60 oC, and variations in the cow rumen concentration of 5%, 10%, 15%. The fermentation process was done in batch condition with gas measurement every 2-3 days using the method of water displacement technique until the gas was not formed for 60 days. Responses were taken in this study is the volume of gas produced by the effect of temperature and concentration of the cow rumen production of biogas. Changes in temperature and concentration greatly affects the cow rumen production of biogas. The best results from this study was obtained from the fermentation with the rumen concentration of 15% at room temperature which was as much as 370 ml.*

© 2015 Semarang State University

✉Corresponding author:  
Gedung E1 Lantai 2 Fakultas Teknik  
Kampus Unnes Sekaran Gunung Pati, Semarang 50229  
E-mail: dewi.artanti@yahoo.com

## PENDAHULUAN

Biogas adalah gas yang dapat terbakar dari hasil fermentasi bahan organik yang berasal dari daun-daunan, kotoran hewan/manusia, dan lain-lain limbah organik yang berasal dari buangan industri oleh bakteri anaerob (Wijayanti, 1993). Sebagai limbah organik, Vinasse merupakan salah satu bahan yang terdapat dalam air limbah dari industri etanol dan merupakan sisa proses distilasi yang sebelumnya dibuat melalui proses fermentasi (Hidalgo, 2009). Limbah ini memiliki daya polusi tinggi, maka vinasse ini tidak dapat langsung dibuang ke lingkungan karena rendahnya kemampuan degradasi atau pengurangan kadar logam dan nonorganik pada limbah vinasse tersebut. Kandungan COD tinggi pada vinasse lebih dari 1000 mg/L dengan rasio COD (Chemical Oxygen Demand)/ BOD (Biology Oxygen Demand) lebih dari 3 lebih tepat diuraikan dengan proses anaerob. Proses ini akan menguraikan bahan organik dan anorganik yang terkandung dalam limbah cair tanpa adanya oksigen (Corbitt, 1999). Vinasse yang berasal dari limbah pembuatan alcohol dari molasses memiliki pH 4,46 dengan kadar BOD 39 g/L dan COD 84,9 g/L. Berdasar data tersebut maka vinasse lebih cocok diuraikan dengan proses anaerob (Khanal et al., 2010).

Ada beberapa parameter yang mempengaruhi produktivitas biogas yaitu suhu, pH, kadar air, rasio C/N Nutrien / inokulum, pengadukan (Polprasert, 1983). Beberapa penelitian yang sejenis tentang pemanfaatan limbah vinasse menjadi biogas dan pupuk telah dilakukan. Sebagian besar penelitian terdahulu menghasilkan kajian perbandingan rasio COD : N : P pada komposisi bahan biogas (Khaerunnisa dan Ika, 2013), rasio kandungan padatan (Budiyono dkk, 2014), dan perbandingan nutrient dan starter. Menurut Wati dan Prasetyani (2011), suhu mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Inokulum atau starter adalah salah satu bahan yang perlu ditambahkan ke dalam sistem digester biogas jika bahan baku (substrat) biogas belum mempunyai kandungan mikroorganisme pengurai. Mikroorganisme ini biasanya berupa bakteri di dalam usus besar hewan jenis ruminansia yang dapat membantu proses fermentasi, sehingga proses pengolahan limbah secara anaerob dapat menghasilkan gas yang terdiri dari metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ). Keduanya di kenal dengan biogas (Jordening and Winter, 2005) yaitu gas yang mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ramah ling-

kungan. Dalam penelitian ini akan dikaji pengaruh suhu dan konsentrasi inokulum terhadap produktivitas biogas.

## METODE

Pada penelitian ini digunakan beberapa metode, meliputi preparasi bahan baku, proses fermentasi, dan aplikasi perhitungan biogas dengan menggunakan metode water displacement technique. Variabel tetapnya berupa  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  sebagai nutrien 21 g dan volume vinasse sebanyak 200 ml. Sedangkan variabel berubahnya adalah suhu ruang, suhu 50 °C, suhu 60 °C dan konsentrasi rumen 5%, 10%, 15% .Alat yang digunakan meliputi tangki digester 500 ml, selang besar dan selang kecil, pH meter, statif dan klem, karet penyumbat, gelas ukur 100 ml dan water bath. Bahan yang digunakan yaitu limbah vinasse yang diambil dari PG Madukismo, NaOH,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ , dan rumen sapi.

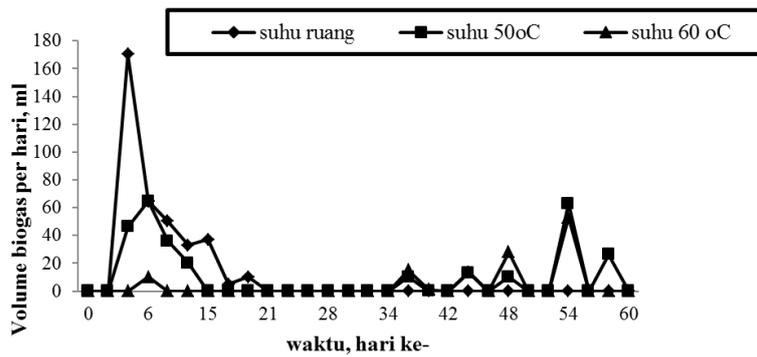
Preparasi bahan baku yaitu dengan mengkondisikan pH vinasse menjadi 7 menggunakan NaOH 1 M untuk membentuk lingkungan yang asam, netral. Sedangkan untuk variabel konsentrasi rumen masing-masing 5%, 10%, 15% dari volume vinasse untuk masing-masing digester. Limbah cair (*vinasse*) yang sudah diatur pH nya masing-masing sebanyak 200 ml untuk setiap variabel rumen dimasukkan nutrien  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  kedalam digester dan masing-masing digester ditambahkan rumen 10 ml, 20 ml dan 30 ml kemudian difermentasikan selama 60 hari. Begitu pun untuk variabel suhu. etiap 2-3 hari sekali gas diukur dengan mengalirkan gas yang keluar pada selang dan mengukurnya dengan gelas ukur dengan posisi terbalik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

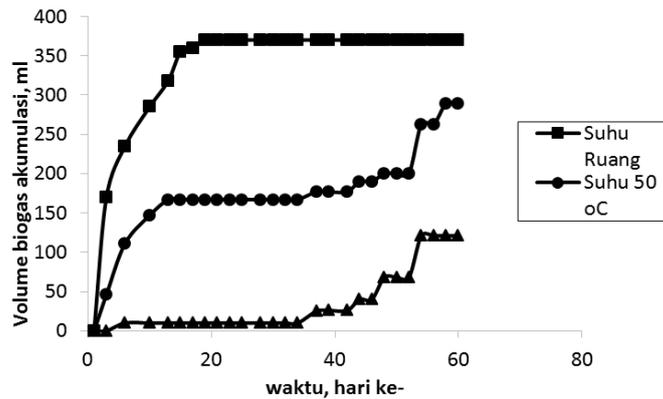
### Pengaruh Suhu Terhadap Produksi Biogas

Mengambil hasil dari data yang menghasilkan volume biogas paling tinggi yaitu data dari konsentrasi 15%.

Dari Gambar 1 terlihat pada variabel suhu ruang dihari ke - 3, produksi biogas paling maksimal. Hal ini dikarenakan pada suhu ruang, perubahan suhu hanya berkisar antara 2 – 5 °C. Menurut Wellinger dan Lindebeg (1999) (Dalam purnomo dan Maharejo, 2010), menjelaskan bahwa proses fermentasi anaerob sangat peka terhadap perubahan suhu. Hal ini pula yang berpengaruh pada perubahan suhu substrat. Pada suhu 50 °C dan 60 °C menggunakan water bath yang di set suhu 52 °C dan 62 °C. Alat yang digunakan sangat mempengaruhi fermentasi anaerob.



Gambar 1. Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Produksi Biogas Perhari pada Konsentrasi 15%



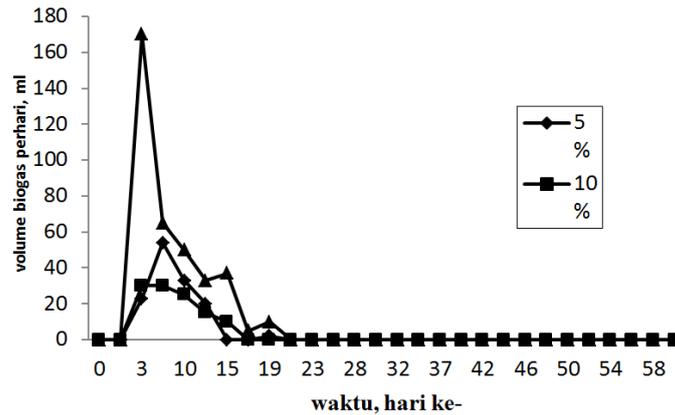
Gambar 2. Grafik Pengaruh Suhu Terhadap Akumulasi Produksi Biogas pada Konsentrasi 15%

Alat tersebut memiliki kelemahan yaitu suhu air yang digunakan untuk memanaskan botol digester tidak bisa terus menerus berada di suhu 52 °C dan 62 °C terus. Hal inilah yang mengakibatkan mikroorganisme mendapatkan shock termal yang cukup drastis. Shock termal tersebut terjadi ketika air dalam water bath berkurang. Saat water bath diisi kembali oleh air yang bersuhu ruang maka suhu air tersebut turun sekitar 10 - 15 °C. Berdasarkan uji pendahuluan yang telah dilakukan sebelumnya, diketahui bahwa ketika suhu di luar digester diatur pada suhu 50 °C maka suhu substrat (dalam digester) adalah kurang lebih 45 °C. Perbedaan suhu antara di luar dan di dalam digester menyebabkan perbedaan masing – masing bahan baik di dalam digester dan air di luar digester menyerap panas yang berbeda. Maka dari itu variabel suhu ruang dihari ke 3 menghasilkan biogas paling maksimal dibanding dengan variabel lainnya.

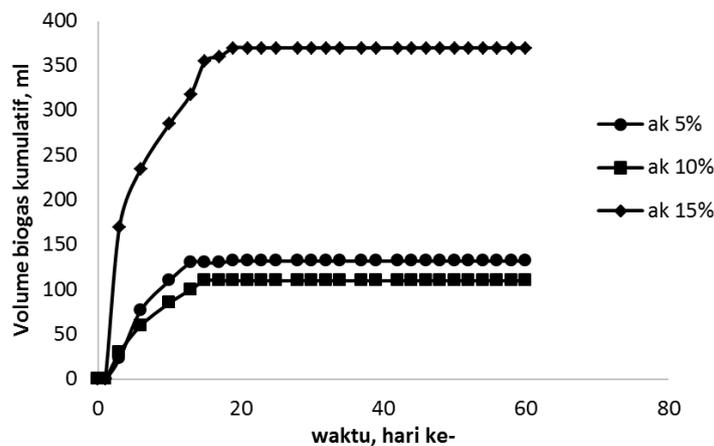
Wati dan Prasetyani (2011) menjelaskan bahwa, suhu mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Proses produksi biogas dapat terjadi dalam dua rentang suhu, yaitu suhu mesofilik (25 -45 °C) dan rentang suhu termofilik ( 56 – 60 °C). Pada variabel suhu ruang bakteri yang bekerja adalah bakteri mesofilik yang me-

lakukan aktifitasnya hanya sampai hari ke 19, karena setelah hari ke – 19 variabel suhu ruang tidak lagi menghasilkan gas. Lain halnya dengan variabel suhu 50 °C dan suhu 60 °C, hingga hari ke 58 kedua variabel tersebut masih memproduksi biogas. Walaupun tidak seproduktif variabel suhu ruang pada kedua variabel ini bakteri yang dominan aktif adalah bakteri termofilik.

Dari gambar 2 konsentrasi rumen 15 % pada suhu ruanglah yang menghasilkan volume biogas terbanyak yaitu 370 ml, diikuti konsentrasi 15% pada suhu 50 °C yang menghasilkan 289 ml sedangkan pada 60 °C konsentrasi rumen 15% hanya menghasilkan 121 ml saja. Dari hasil volume konsentrasi 15% yang terbanyak justru pada suhu ruang karena suhu ruang tidak terjadi penurunan suhu serta kenaikan suhu yang drastis sehingga proses fermentasi anaerob lebih stabil. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian yang didapat Wahyudi dkk (2012), yang mendapatkan hasil ditemperatur thermofilik memiliki tingkat produksi biogas lebih tinggi dibandingkan dengan mesofilik tanpa pemanasan (suhu ruang), Karena suhu mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Kondisi pada penelitian ini kemungkinan terjadi karena ketidaksetabilan suhu dan pada suhu 50 °C dan suhu 60 °C makanan



Gambar 3. Grafik Pengaruh Konsentrasi Rumen Terhadap Produksi Biogas Perhari pada Suhu Ruang



Gambar 4. Grafik Pengaruh Konsentrasi Rumen Terhadap Akumulasi Produksi Biogas pada Suhu Ruang

dari mikroorganismenya mengalami denaturasi protein menghambat proses perkembangbiakan mikroorganismenya pada proses fermentasi.

### Pengaruh Konsentrasi Rumen Terhadap Produksi Biogas

Pengaruh konsentrasi rumen terhadap produksi biogas dikaji dengan membuat variasi konsentrasi rumen 5%, 10% dan 15%. Hasil pengamatan produksi biogas per hari selengkapnya tersaji pada Gambar 3.

Dari gambar 3 pembentukan gas pada masing – masing variabel konsentrasi rumen dimulai pada hari ke - 3. Pada hari ke -3 tersebut, gas yang terbentuk pada variabel konsentrasi rumen 10% dan 15% merupakan volume gas maksimal (produksi biogas paling tinggi) sedangkan pada konsentrasi 5%, volume gas maksimal (produksi biogas paling tinggi) terbentuk pada hari ke - 6. Hal ini menandakan bahwa bakteri atau mikroorganismenya sedang berada pada fase eksponensial (dapat terlihat jelas pada gambar 3), atau fase dimana mikroorganismenya sedang dalam fase per-

tumbuhan seimbang (menguraikan zat organik dibandingkan pertumbuhan mikroorganismenya). Selanjutnya pada hari ke - 6 terjadi penurunan biogas pada variabel konsentrasi rumen 15 % sedangkan pada variabel konsentrasi rumen 5 % dan 10 %, penurunan biogas terjadi pada hari ke - 10.

Variabel konsentrasi rumen 5% berhenti memproduksi gas pada hari ke - 15. Variabel konsentrasi rumen 10 % berhenti memproduksi gas pada hari ke -17 sedangkan variabel konsentrasi rumen 15% berhenti memproduksi biogas pada hari ke - 21. Laju pertumbuhan bakteri penghasil biogas terhenti ditandai dengan tidak adanya buih saat pengukuran volume biogas.

Seiring dengan berjalannya waktu, produksi biogas semakin lama semakin berkurang bahkan tidak ada sama sekali (nol). Hal ini disebabkan karena pada awal fermentasi, jumlah bahan organik yang tersedia cukup, oleh bakteri akan didegradasi menjadi biogas. Sedangkan seiring dengan bertambahnya waktu, jumlah bahan organik akan berkurang sehingga bahan organik

yang akan dikonversi menjadi biogas akan semakin berkurang pula.

Dari Gambar 4 terlihat variabel konsentrasi rumen 15% menghasilkan produksi biogas lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi 5% dan 10%. Semakin tinggi variabel konsentrasi rumen maka semakin banyak pula mikroorganisme yang ada dalam rumen tersebut. Di dalam rumen sapi dan kerbau, hidup beberapa jenis mikroba seperti bakteri, fungi, yeast dan protozoa. Kelompok bakteri merupakan jenis mikroba yang jumlahnya paling banyak terdapat pada rumen. Salah satu dari jenis bakteri yang hidup dalam rumen tersebut adalah bakteri metanogenik yang merombak zat organik menjadi gas metan. Dengan bertambahnya konsentrasi rumen, jumlah biogas yang dihasilkan juga akan semakin banyak.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa suhu dan konsentrasi inokulum memiliki peranan penting dalam pembuatan biogas berbahan vinase dari industri alkohol. Volume biogas tertinggi diperoleh dari konsentrasi rumen 15% pada suhu ruang yaitu sebanyak 370 ml.

## DAFTAR PUSTAKA

- Budiyono. 2013. Pengaruh pH dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinasse). Jurnal Eksergi. Vol 11, Nomor 1. Hal 1-6.
- Corbitt, A. 1889, Standard handbook of Environmental Engineering, McGraw Hill, Inc
- Hidalgo, K., 2009, Vinasse in Feed : Good For Animal and Environment, Feed tech, 13(5):18-20.
- Jordening, HJ., and J. Winter., 2005., *Environmental Biotechnology: Concepts and Applications*. Wiley-Vch Verlag GmbH & Co. KgaA. Weinheim
- Khaerunnisa, G. dan Rahmawati, I. 2013. Pengaruh pH dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinasse). Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. Vol 2:1-7.
- Khanal, S.K., R.Y., Surampalli, T.C., Zhang, B.P., Lamsal, R.D., Tyagi, and C.M., Kao., 2010, *Bioenergy And Biofuel From Biowastes And Biomass*, ASCE, Environmental and Water Resources Institute. Pg 391
- Polprasert, C, Dissanayake, M.G. and Thanh, N.C. 1983. *Bacterial die-off kinetics in waste stabilization ponds*. Journal of the Water Pollution Control Federation, 55(3), 285-296.
- Purnomo, A dan Mahajoeno, E. 2009. *Produksi Biogas Dari Limbah Makanan Melalui Peningkatan Suhu Biodigester Anaerob*, Alumnus Jurusan Biologi FMIPA. Universitas Negei sebelasmaret. Solo.
- Wahyudi, M., A., Widhiyanuriyawan, D., Hamidi, N.2012, *Pengaruh Kondisi Temperatur Mehophilic dan Thermophilic Anaerob Digester Terhadap Parameter Karakteristik Biogas*, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wati, Dwi S., dan Prasetyani, R., D. 2011. *Pembuatan Biogas Dari Limbah Cair Industri Bioetanol melalui Proses Anaerob (Fermentasi)*, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Tekni. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wijayanti, H. 1993. *Pengaruh pH, Alkalinitas, dan Nutrient Terhadap Produksi Gas Methan Pada Pengolahan Limbah Industri Alkohol Secara Anaerobik Dengan dan Tanpa Pengadukan*.Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS. Surabaya.