



## PENINGKATAN KUALITAS BIOGAS DENGAN PENGATURAN RASIO NUTRISI DAN pH

Ervid Mifthah P. (L2C009139) \*) dan Hastih Dwi S. (L2C009154)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50239, Telp/Fax: (024)7460058  
Pembimbing: Ir. Agus Hadiyanto, MT

### Abstrak

Biogas merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang murah dan ramah lingkungan. Komponen biogas adalah  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ , dan  $H_2S$ . Selain gas metan kandungan yang cukup banyak dalam biogas adalah gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) sebagai pengotor yaitu 10% - 55%. Jika gas  $CO_2$  terlalu banyak dalam biogas maka akan menurunkan nilai kalor atau kualitas biogas. Peningkatan kualitas biogas dapat dilakukan dengan cara mengatur rasio nutrisi dan pH awal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui produk metan yang dihasilkan berdasarkan perbedaan nutrisi dan pH awal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pH awal 9 metan yang dihasilkan sebanyak 1823 ml, pada pH awal 8 metan yang dihasilkan sebanyak 523 ml, dan pada pH awal 7 metan yang dihasilkan sebanyak 1202 ml. Volume metan rata-rata dihasilkan setiap penghilangan 1 kilogram  $COD_{Mn}$  setar dengan 0,013  $m^3$  metana. Padarasio nutrisi C/N:P = 43:1 metan yang dihasilkan sebanyak 523 ml, padarasio nutrisi C/N:P = 42:1 metan yang dihasilkan sebanyak 773 ml, dan padarasio nutrisi C/N:P = 41:1 metan yang dihasilkan 1823 ml. Kualitas biogas paling bagus pada C/N:P = 41:1 dan pH awal = 7 dengan komposisi metan sebesar 96,64% dan komposisi  $CO_2$  sebesar 2,94%.

**Kata kunci** : biogas, rasio C/N:P, pH

### Abstract

Biogas is one of alternative fuel which is cheap and environment welfare. Component of biogas are  $CH_4$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ , and  $H_2S$ . Besides of methane the other content is much in biogas is carbon dioxide as a pollutant that is off 10%-55%. If the carbon dioxide in biogas is too much, that can decrease of heat value or biogas quality. Improve of biogas quality can be conducted by way of regulating nutrient ratio and start up pH. The purpose of this research are to know the methane produced by differences nutrient and start up pH. The result of the research are at start up pH 9 methane's volume is 1823 ml, at start up pH 8 methane's volume is 523 ml, and at start up pH 7 methane's volume is 1202 ml. 0,013  $m^3$  of methane is produced per gram of  $COD_{Mn}$  removed. At nutrient ratio C/N:P is 43:1 methane's volume is 523 ml, at nutrient ratio C/N:P is 42:1 methane's volume is 773 ml, and at nutrient ratio C/N:P is 41:1 methane's volume is 1823 ml. The best quality of biogas is obtained at the start up pH is 7 and the ratio of C/N:P is 41:1 with methane's composition is 96.64% and carbon dioxide's composition is 2,94%.

**Key words** : biogas, C/N:P ratio, pH

## 1. PENDAHULUAN

Biogas adalah salah satu bahan bakar alternatif yang murah dan ramah lingkungan. Potensi biogas sebagai bahan bakar alternative sebenarnya sangat banyak terutama dari limbah cair industry makanan, peternakan, dan pertanian. Di Indonesia penggunaan biogas masih belum maksimal. Kurangnya pengetahuan tentang biogas itu yang menyebabkan penggunaan biogas di Indonesia masih belum maksimal.

Air limbah yang dibuang dari industri pangan atau pertanian pada umumnya mempunyai kandungan bahan organik yang cukup tinggi (Poompai, 2002; Ramasamy, et al, 2004). Vinasse merupakan salah satu bahan yang terdapat dalam air limbah dari industri etanol yang merupakan produk bawah (*bottom product*) pada proses distilasi etanol. Pengolahan limbah industri etanol secara anaerobik dapat menghasilkan gas yang terdiri atas

\*) Penulis Penanggung Jawab (Email: [email\\_dosen@undip.ac.id](mailto:email_dosen@undip.ac.id))

metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) sebagai komponen dominannya, dengan kata lain dikenal sebagai biogas. Untuk memproduksi biogas banyak variabel yang berpengaruh diantaranya adalah rasio F/M, nutrisi (rasio C/N:P), pH, Suhu, jenis mikroba (Balsam, 2002). Rasio C/N yang ideal untuk anaerobic biodigester berkisar antara 20:1 dan 30:1, tetapi rasio ini akan bervariasi untuk bahan baku yang berbeda dan terkadang untuk bahan baku yang sama (Marchaim,1992). pH optimum mikroorganisme pembentuk metana yang baik terdapat pada rentan pH 7-8,5. Bakteri metanogen merupakan bakteri yang sensitive terhadap pH. Diatas batas pH tersebut, penguraian tetap berjalan dengan efisiensi yang berkurang (Buren 1983).

Gas metanp ada biogas memiliki komposisi terbesar dibandingkan dengan yang lain sebesar 83.46% dari keseluruhan biogas yang dihasilkan (Q. Zhao et al, 2005). Gas metan inilah yang biasa digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Selain gas metan kandungan yang cukup banyak dalam biogas adalah gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) sebagai pengotor yaitu sebesar 11.51% (Q. Zhao et al, 2005). Jika gas  $\text{CO}_2$  tidakdiatur kandungannya dalam biogas maka akan menghambat reaksi pembakaran gas metan. Gas karbon dioksida yang merupakan salah satu komponen penyusun biogas yang dapat menghambat reaksi pembakaran dari gas  $\text{CH}_4$ , untuk mendapatkan biogas dengan kadar  $\text{CO}_2$  yang sedikit oleh karena itu dibutuhkan pengaturan komposisi substrat dengan mengatur perbandingan C/N:P.

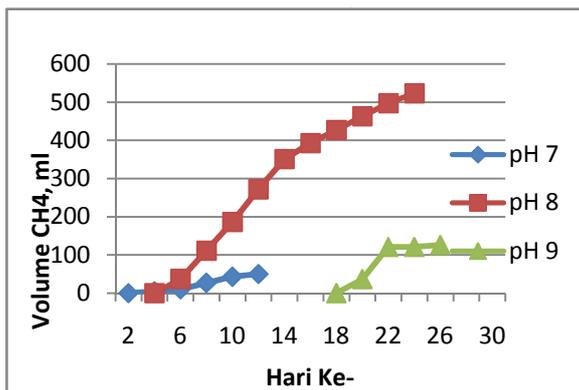
## 2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan adalah limbah industri etanol (vinasse) yang didapatkan dari industri kecil di daerah Bekonang, Kabupaten Sukoharjo dan sumber bakteri yang berasal dari rumen sapi yang didapatkan dari rumah pemotongan hewan di Pedurungan, Semarang. Penelitian dilakukan dengan perbedaan pH awal sebesar 7; 8; dan 9, serta perbedaan rasio C/N:P sebesar 43:1; 42:1; dan 41:1.

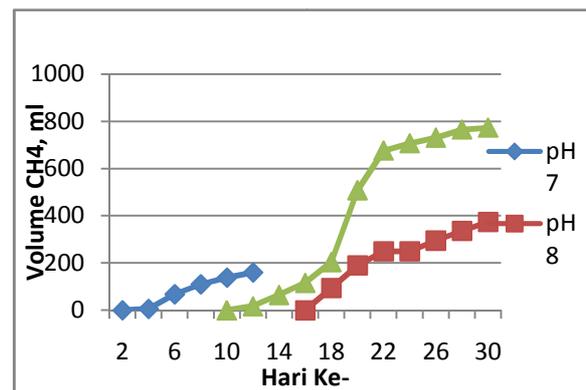
Prosedur percobaan adalah sebagai berikut: melakukan analisa kadar COD dalam vinasse dengan metode permanganat; vinasse yang telah diketahui kadar COD di dalamnya diatur komposisi nutrisinya dengan perbandingan C/N:P sebesar 43:1; 42:1; dan 41:1. Unsur C didapat dari COD, unsur N didapat dari  $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$ , dan unsur P didapat dari  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Mencampurkan vinasse yang telah diatur nutrisinya dengan rumen pada rasio F/M adalah 0,5; setiap 2 hari sekali biogas yang telah terbentuk dialirkan ke dalam wadah yang berisi air untuk mengetahui volume biogas dan selanjutnya gas tersebut dialirkan ke wadah kedua yang berisi larutan NaOH sebagai penangkap gas  $\text{CO}_2$ . Terakhir adalah melakukan analisa gas  $\text{CO}_2$  dengan titrasi larutan NaOH yang telah menangkap  $\text{CO}_2$  dengan metode acidi-alkalimetri. Lakukan pengukuran volume biogas dan analisa hingga hari ke-30.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

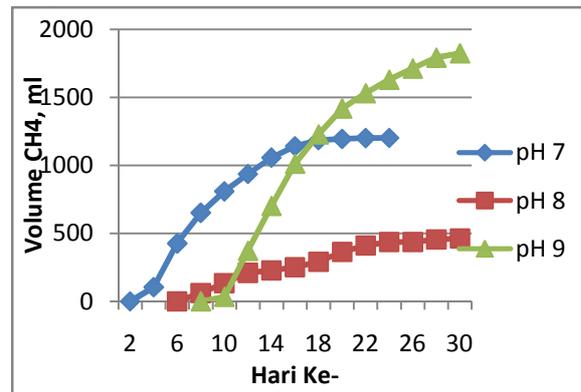
### 1. Pengaruh pH Terhadap Produksi Gas Metan



(A)



(B)

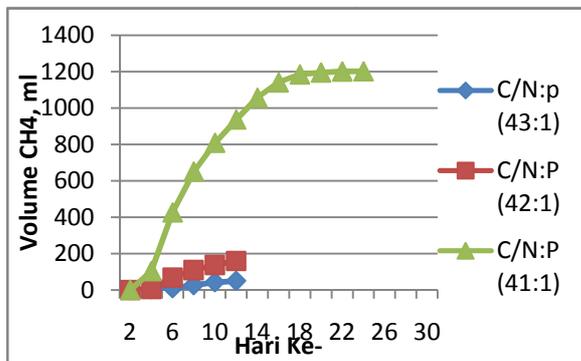


(C)

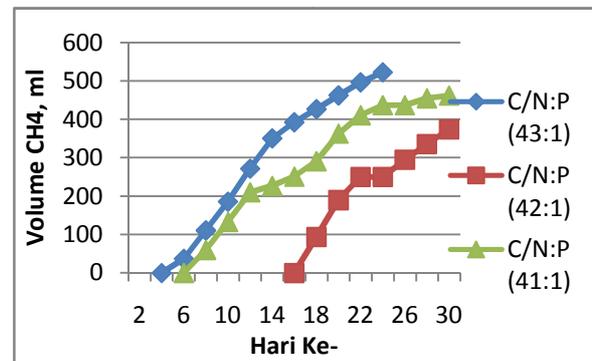
Gambar 1. Grafik Produksi Gas Metan Pada Rasio C/N:P (A) 43:1, COD<sub>Mn</sub>: 0.1 kg/l, (B) 42:1, COD<sub>Mn</sub>: 0.135kg/l, (C) 41:1, COD<sub>Mn</sub>: 0.135kg/l, volume substrat 1 liter.

Gas pertama kali terbentuk pada pH awal 7 diikuti berikutnya pada pH awal 8 kemudian pH awal 9. Setelah hari ketiga puluh masing-masing terjadi penurunan pH, pada pH awal 7 turun menjadi 5, pH awal 8 turun menjadi 6, dan pH awal 9 turun menjadi 7. Terlihat bahwa pada kondisi operasi awal (pH) sangat mempengaruhi bakteri untuk berkembang biak, tetapi seiring berjalannya waktu kondisi operasi pH akan menurun yang dapat meningkatkan perkembangan bakteri. Dari grafik terlihat bahwa kisaran pH 7-8 menghasilkan gas metan yang paling banyak hal tersebut disebabkan pembentukan biogas yang baik berada pada rentan pH antara 7-8,5 (Buren, 1983). Terjadi penurunan pH dikarenakan pada tahap pembentukan biogas terdapat tahap asidogenesis, yaitu pembentukan asam lemak volatil (asam asetat, asam butirat dan propionat) dan asam lemak rantai panjang, CO<sub>2</sub>, formiat, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HS<sup>-</sup>, alkohol (McInerney, 1994) dan diimbangi dengan keadaan rasio nutrisi yang cukup tinggi. Peningkatan konsentrasi asam menunjukkan bahwa bakteri pembentuk asam dengan bakteri pembentuk metan tidak dalam keadaan seimbang (Syafila, 1997).

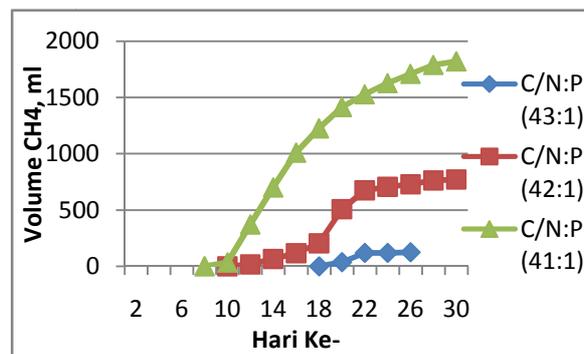
## 2. Pengaruh C/N:P Terhadap Produksi Gas Metan



(A)



(B)



(C)

Gambar 2. Grafik Produksi Gas Metan pada pH awal (A) 7, (B) 8, dan (C) 9



Rasio C/N yang ideal untuk anaerobik biodigester berkisar antara 20:1 dan 30:1, tetapi rasio ini akan bervariasi untuk bahan baku yang berbeda dan terkadang untuk bahan baku yang sama (Merchaim,1992). Jika rasio C/N lebih tinggi dari rentang tersebut, produksi biogas akan rendah. Pada grafik terlihat bahwa pada saat kondisi perbandingan C/N:P berada pada rasio 41:1 menghasilkan volume biogas yang paling besar. Jika rasio C/N tinggi, maka produksi biogas yang dihasilkan akan rendah. Hal ini dikarenakan nitrogen cepat dikonsumsi oleh bakteri metanogen untuk kebutuhan protein dan tidak akan bereaksi lagi dengan karbon yang terdapat dalam material tersebut untuk membentuk gas metan (Fulford,1988). Semakin besar rasio C/N:P, maka produksi gas metan yang dihasilkan lebih sedikit, artinya N berpengaruh pada produksi gas metan, semakin sedikit jumlah N maka semakin rendah produksi gas.

### 3. Kualitas Biogas Dilihat dari Perbandingan CO<sub>2</sub> dan CH<sub>4</sub>

Tabel 1. Kandungan Gas Metan dan Karbondioksida tiap Variabel

C/N:P dan pH	KADAR CH <sub>4</sub> %	KADAR CO <sub>2</sub> %
43:1 dan pH 7	55,27	41,28
43:1 dan pH 8	85,27	3,68
43:1 dan pH 9	76,97	21,54
42:1 dan pH 7	79,22	8,07
42:1 dan pH 8	84,17	14,54
42:1 dan pH 9	83,77	15,49
41:1 dan pH 7	96,64	2,94
41:1 dan pH 8	81,81	17,18
41:1 dan pH 9	91,80	7,57

(Sumber: Data Hasil Penelitian,2012)

Gas metan pada biogas memiliki komposisi terbesar dibandingkan dengan yang lain sebesar 83.46% dari keseluruhan biogas yang dihasilkan (Q. Zhao et al, 2005). Selain gas metan kandungan yang cukup banyak dalam biogas adalah gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai pengotor yaitu sebesar 11.51% (Q. Zhao et al, 2005). Jika gas CO<sub>2</sub> tidak diatur kandungannya dalam biogas maka akan menghambat reaksi pembakaran gas metan. Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa kualitas biogas paling bagus pada variabel 7 (C/N:P= 41:1 dan pH=7), karena dihasilkan metana 96,64% dan karbondioksida 2,94%.

### 4. KESIMPULAN

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa pada pH awal 9 metan yang dihasilkan sebanyak 1823 ml, pada pH awal 8 metan yang dihasilkan sebanyak 523 ml, dan pada pH awal 7 metan yang dihasilkan sebanyak 1202 ml. Volume metan rata-rata dihasilkan setiap penghilangan 1 kilogram COD<sub>Mn</sub> adalah 0,013 m<sup>3</sup> metana. Pada rasio nutrisi C/N:P = 43:1 metan yang dihasilkan sebanyak 523 ml, pada rasio nutrisi C/N:P = 42:1 metan yang dihasilkan sebanyak 773 ml, dan pada rasio nutrisi C/N:P = 41:1 metan yang dihasilkan 1823 ml. Kualitas biogas paling bagus pada variabel 7 (C/N:P= 41:1 dan pH awal =7) dengan kadar metan sebesar 96,64% dan kadar karbon dioksida sebesar 2,94%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Allison and Leek. 1993. "Dukes. Physiology of Domestic Animals". Animal Nutrition Handbook, Section 3: Rumen Microbiology & Fermentation.
- Anonim. 2004. "Air dan Air Limbah - Bagian 22: Cara Uji Nilai Permanganat Secara Titrimetri". Badan Standardisasi Nasional. SNI 06-6989.22-2004.
- Ayu, Audra and Vincensia Dyan Aryati. 2010. "Biogas Production Using Anaerobic Biodigester from Cassava Starch Effluent with Ruminant Bacteria as Bio Catalyst". Chemical Engineering Diponegoro University. Semarang
- Balsam, J. 2002. "Anaerobic Digestion of Animal Wastes: Factors to consider". NCAT Agricultural Energy Specialist, California



Buren, V. 1983. "A Chinese Biogas Manual". Popularising Technology in the Country side Intermediate Technology Publications Ltd.

Cebula, Jan. 2009. "Biogas production with the use of mini digester". Poland.

Day, Jr, R.A., Underwood A.L. 1989. "Analisis Kimia Kuantitatif". Jakarta: Erlangga.

Driessen, W. dan Yspeert, P. 1999. "Anaerobic Treatment of Low, Medium and High Strength Effluent in The Agro-Industry". *Wat. Sci. Tech.*, **8**, 221-228.

Fulford, D. 1988. "Running of Biogas Program Handbook", Intermediate Technology Publications, London.

Garcelon, J. and Clark, J., 2007. "Waste Digester Design". Civil Engineering Laboratory Agenda. University of Florida.

Guerrero, L., Omil, F., Mendez, R. dan Lema, J.M. 1999. "Anaerobic Hydrolysis and Acidogenesis of Wastewaters from Food Industries with High Content of Organic Solids and Protein". *Wat. Res.*, **33**, 15, 3281-3290.

Horikawa, M.S, F. Rossi, M.L. Gimenes, C.M.M. Costa and M.G.C. da Silva. 2001. "Chemical Absorption of H<sub>2</sub>S for Biogas Purification". Brazil.

Karki, BA; Gautam, KM. & Karki, A. 1994. "Biogas Installation from Elephant Dung at Machan Wildlife Resort, Chitwan, Nepal". Biogas Newsletter, Issue No. 45