

Variasi Rasio Carbon-Nitrogen Bahan Kering Terhadap Produksi Dan Nilai Kalor Biogas Kotoran Sapi

Sukadana, Tenaya, Awing W.

*Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana-Bali
Email : pengumpian_09@yahoo.com*

Abstrak

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Nilai kalor yang terkandung pada biogas tergantung pada konsentrasi CH_4 . Semakin tinggi kandungan CH_4 , maka nilai kalor biogas juga semakin tinggi, atau sebaliknya. Salah satu yang mempengaruhi produksi CH_4 pada biogas adalah rasio C-N pada bahan kering. Rasio C-N yang baik adalah berkisar antara 25:1 – 30:1. Kotoran sapi memiliki rasio C-N sebesar 18:1, harus ditambahkan bahan lainnya yaitu sekam padi yang memiliki rasio C-N sebesar 65:1. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengatahui pengaruh variasi rasio C-N terhadap produksi dan nilai kalor biogas kotoran sapi.

Pengujian ini dilakukan dengan sistem tumpak alami dengan variasi C-N adalah 18, 25.0, 26.5, 27.9 dan 29.3. Data yang diamati adalah perubahan tekanan harian biogas dalam digester, perubahan temperatur pemanasan air, perubahan masa biogas dan komposisi gas pada biogas.

Hasil penelitian, pada rasio C-N 27,9 bahan kering menghasilkan produksi biogas tertinggi sebesar 0,059698 kg dengan nilai kalor biogas tertinggi secara eksperimental sebesar 23,112256 kJ dan nilai kalor teoritis dalam hal ini nilai kalor eksperimental sebesar 75,03375 kJ.

Kata kunci : rasio C-N, produksi biogas, nilai kalor eksperimental, nilai kalor teoritis

Abstract

Biogas produced from the fermentation of organic matter by anaerobic bacteria. The calorific value contained in biogas depends on the concentration of CH_4 . The higher the content of CH_4 , the calorific value of biogas is also higher, or vice versa. One of the things that affect the production of CH_4 in biogas is the C-N ratio on dry matter. C-N is a good ratio is between 25:1 - 30:1. Cow manure has a C-N ratio of 18:1, so it should be added to other materials, namely rice husk which has a C-N ratio of 65:1. The purpose of this study is to know the effect of the C-N ratio to the production and calorific value of manure biogas.

The test is performed with a batch system with the C-N ratio 18, 25.0, 26.5, 27.9 and 29.3. Observed data is a pressure change at digester, hot water temperature change the mass of biogas change and gas composition on biogas.

The results obtained at ratio C-N 27,9 dry matter had the highest production is equal to 0.059698 kg and the highest calorific value of biogas by experimental is 23.112256 kJ and theoretical calorific value in this lower heating value is 75.03375 kJ.

Key words : C-N ratio, biogas production, experimental calorific value, theoretical calorific value

Pendahuluan

Peran energi sangat penting, dewas ini semua aktivitas kehidupan manusia tergantung pada energi. Sarana pendukung kehidupan manusia, seperti penerangan, transportasi, peralatan rumah tangga, peralatan industri tergantung pada energi. Manusia saat ini masih tergantung pada energi yang berasal dari bahan bakar fosil seperti minyak bumi, gas alam dan

batubara. Saat ini energi merupakan persoalan dunia. Peningkatan permintaan energi akibat dari pertumbuhan penduduk, kemajuan teknologi dan perkembangan perekonomian, berpengaruh pada konsumsi energi semakin meningkat. Peningkatan konsumsi energi tidak diimbangi dengan jumlah pasokan energi yang mencukupi, sehingga muncul masalah krisis energi. Dalam

Buku Putih Energi Nasional 2005 – 2025, cadangan minyak bumi Indonesia hanya tersisa hingga 23 tahun ke depan.

Permasalahan kelangkaan energi mendapat perhatian khusus pemerintah. Kebijakan pengurangan konsumsi bahan bakar fosil dan peningkatan penggunaan energi terbarukan yang dituangkan dalam bentuk sasaran energi Nasional tahun 2025. Salah satu upaya untuk memenuhi target adalah penggunaan sumber energi biomassa.

Sumber energi biomassa adalah biogas, biogas tergolong dalam energi yang berasal dari bahan-bahan organik, umumnya berasal dari limbah organik seperti, kotoran manusia, kotoran hewan, sisa-sisa tumbuhan. Limbah organik tersebut mudah didapat dan terjamin kontinuitasnya, terpenting adalah limbah organik tersebut ramah lingkungan. Hal ini sebagai faktor utama pertimbangan biogas sebagai sumber energi .

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob. Gas yang dihasilkan sebagian besar gas metana (CH_4) dan karbondioksida (CO_2), dan gas lainnya. Energi yang terkandung dalam biogas tergantung dari konsentrasi CH_4 . Semakin tinggi kandungan CH_4 maka semakin besar kandungan energi pada biogas, atau sebaliknya (Pambudi, 2008).

Faktor yang mempengaruhi produksi gas CH_4 di dalam biogas adalah hubungan antara jumlah karbon (C) dan nitrogen (N) yang terdapat pada bahan organik dinyatakan sebagai rasio C-N. Rasio C-N yang baik pada *slurry* adalah berkisar antara 25:1 – 30:1 (Singh Dissanayake, 1977). Kotoran sapi mempunyai rasio C-N sebesar 18. Karena itu perlu ditambah dengan bahan lainnya yang mempunyai rasio C-N yang tinggi, seperti, limbah pertanian, sisa dapur dan sampah organik lainnya.

Bahan organik yang memiliki rasio C-N tinggi adalah sekam padi. Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi *kariopsis* yang terdiri dari dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan beras, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Kadar karbon (C) pada sekam padi sebesar 38,9 % dan kadar nitrogen (N) dalam sekam padi sebesar 0,6 %.

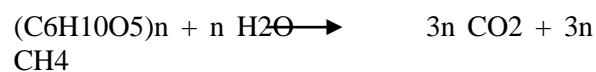
Tujuan penelitian adalah Mengetahui dan menganalisa pengaruh penambahan variasi rasio C-N 18, 25,0, 26,5, 27,9 dan 29,3 terhadap

produksi. Meningkatkan pemahaman mengenai pembuatan biogas dan memanfaatkan limbah organic sebagai sumber energi alternatif bagi masyarakat.

STUDI PUSTAKA

Proses Pembuatan Biogas

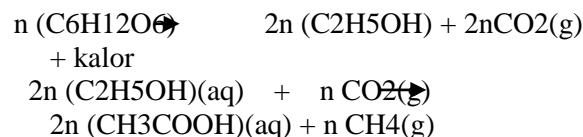
Pada pembuatan biogas dari bahan baku kotoran sapi atau kerbau yang banyak mengandung selulosa. Bahan baku dalam bentuk selulosa akan lebih mudah dicerna oleh bakteri anaerob. Reaksi pembentukan CH_4 adalah : (Price dan Cheremisinoff, 1981).



Reaksi kimia pembuatan biogas ada tiga tahap, yaitu : pertama reaksi hidrolisa/tahap pelarutan :



Kedua reaksi asidogenik/tahap pengasaman
Reaksi :



Ketiga reaksi metanogenik/tahap gasifikasi. Pada tahap ini, bakteri metana membentuk gas metana secara perlahan secara anaerob. Proses ini berlangsung selama 14 hari dengan suhu 25°C di dalam digester. Pada proses ini akan dihasilkan 70% CH_4 , 30 % CO_2 , sedikit H_2 dan H_2S (Price dan Cheremisinoff, 1981). Reaksi :



Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas, Perbandingan C-N Bahan Isian. Rasio C-N adalah perbandingan kadar karbon(C) dan kadar Nitrogen (N) dalam satuan bahan. Lamanya produksi biogas disebabkan oleh mutu pakan yang lebih rendah, sehingga rasio C-N-nya tinggi akibatnya perkembangan mikroba pembentuk gas lebih lama dibandingkan yang bermutu tinggi. Tinggi rendahnya mutu ini tergantung pada nilai N (nitrogen) di dalam ransum. Namun demikian nilai N juga tergantung pada C (karbon). Jadi,

perbandingan C dan N akan menentukan lama tidaknya proses pembentukan biogas (Yunus, 1995).

Lama Fermentasi, menurut Sweeten (1979), yang dikutip oleh Fontenot (1983), proses fermentasi di dalam tangki pencerna dapat berlangsung 60-90 hari, tetapi menurut Sahidu (1983), hanya berlangsung 60 hari saja dengan terbentuknya biogas pada hari ke-5 dengan suhu pencerna 28 °C, sedangkan menurut Hadi (1981), biogas sekitar 10 hari.

Temperatur, Tempertur yang tinggi akan memberikan hasil biogas yang baik. Bakteri hanya dapat subur bila suhu disekitarnya berada pada suhu kamar. Suhu yang baik untuk proses pembentukan biogas berkisar antara 20-40 °C dan suhu optimum antara 28-30 °C. Temperatur untuk kemampuan hidup bakteri pemroses biogas berkisar 27°C-28°C. (Paimin, 2001).

Kandungan Bahan Kering, Bahan isian dalam pembuatan biogas harus berupa bubur. Bentuk bubur ini dapat diperoleh bila bahan bakunya mempunyai kandungan air yang tinggi. Bahan baku dengan kadar air yang rendah dapat dijadikan berkadar air tinggi dengan menambahkan air ke dalamnya dengan perbandingan tertentu sesuai dengan kadar bahan kering bahan tersebut. Bahan baku yang paling baik mengandung 7-9 % bahan kering (Paimin, 2001). Aktivitas normal dari mikroba metan membutuhkan sekitar 90% air dan 7-10% bahan kering. Dengan demikian isian yang paling banyak menghasilkan biogas adalah yang mengandung 7-9% bahan kering.

Formasi Nilai Kalor

Formasi kalor adalah kalor yang dilepaskan atau diserap ketika 1 mol substansi terbentuk dari sebuah elemen.

Tabel 1. Formasi nilai kalor gas

Substansi	Kalor (kJ/mol)	Massa Molar (gram)	Kalor (MJ/kg)
O ₂ , N ₂	0	-	0
H ₂ O Uap	241,8	18	13,43
H ₂ O Cair	285,7	18	15,87
CO ₂	393,8	44	8,95
CO	110,6	28	3,95
CH ₄	74,9	16	4,68
CH ₂ (Kerosene)	25,4	14	1,81

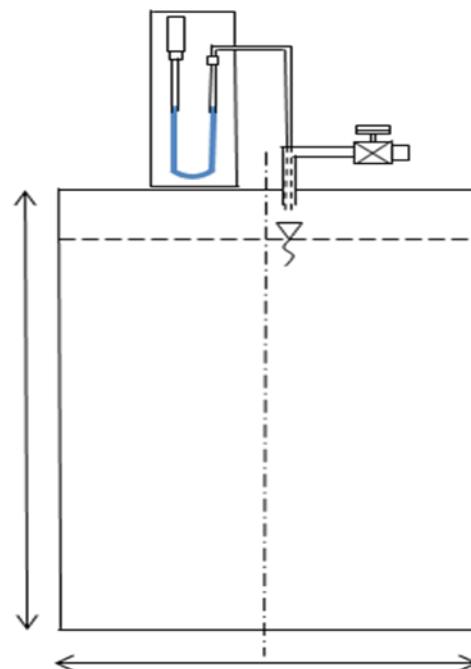
Nilai kalor yang dibebaskan selama pembakaran dihitung dari jumlah formasi nilai

kalor dari produk pembakaran dikurangi jumlah formasi nilai kalor dari reaktan (metan, oksigen dan nitrogen). Tabel diatas memberikan nilai kalor standar dari beberapa jenis gas.

METODE PENELITIAN

Variabel Yang Diukur

Ada dua buah variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu : Variabel bebas adalah variasi rasio C-N yaitu 18, 25,0, 26,5, 27,9 dan 29,3. Variabel terikat adalah nilai kalor biogas dan produksi biogas.



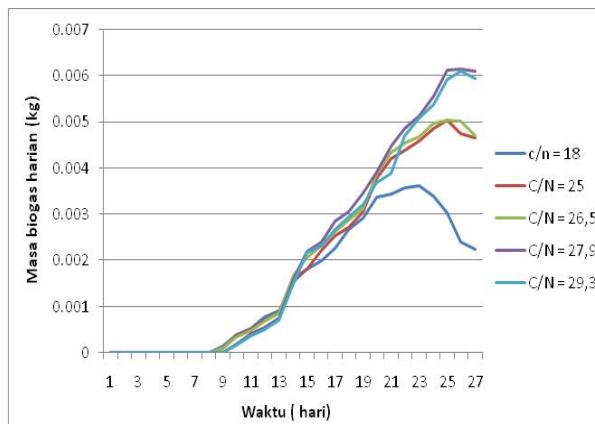
Gambar 1. Instalasi Penelitian

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Digester sebagai tempat fermentasi anaerob bahan biogas. Pipa PVC Diameter ½ inchi sebagai penyalur biogas. Knee L Drat sebagai penyambung pipa. Kran Gas sebagai pengatur keluar masuknya biogas dari digester. Manometer H₂O digunakan untuk mengukur tekanan biogas pada digester. Ember sebagai tempat pencampuran bahan kering (kotoran sapi dengan sekam padi). Timbangandigunakan untuk mengukur berat slurry. Kayu Pengaduk pengaduk bahan kering (kotoran sapi dengan sekam padi) dan pengaduk bahan kering dengan air. Kompor digunakan untuk menyalaikan api dari biogas. Panci digunakan sebagai wadah air ketika air dipanaskan. Termometer digunakan

untuk mengukur kenaikan suhu air pada saat dipanaskan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :Kotoran sapi yang masih segar, Sekam padi, dan Air

PEMBAHASAN

Produksi Harian Biogas Harian



Gambar 2. Grafik hubungan waktu terhadap massa harian biogas

Untuk variasi rasio $C-N$ 18, 25.0, dan 26.5 Produksi awal biogas terjadi pada hari ke 9, untuk variasi rasio $C-N$ 27,9 dan 29.3 mulai menghasilkan biogas pada hari ke 10. Terjadinya perbedaan hari awal terbentuknya biogas dikarenakan kandungan sekam padi pada variasi rasio $C-N$ 27,9 dan 29.3 lebih banyak jika dibandingkan dengan variasi rasio $C-N$ 18, 25.0, dan 26.5. Bahan organik seperti sekam padi banyak mengandung selulosa dan lignin, sehingga akan lebih lama diuraikan oleh bakteri.

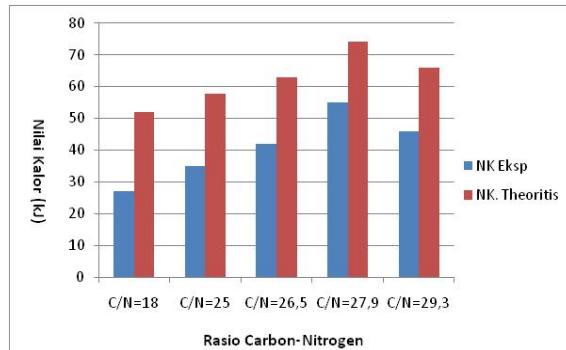
Peningkatan produksi biogas berlangsung hingga hari ke 21, untuk variasi rasio $C-N$ 18 produksi biogas mengalami puncaknya pada hari ke 23. Variasi rasio $C-N$ 25.0, dan 26.5 produksi biogas mengalami puncaknya pada hari ke 24. variasi rasio $C-N$ 27,9 dan 29.3 masing-masing mengalami puncak produksi biogas pada hari ke 25 dan 26.

variasi rasio $C-N$ 27,9 memiliki peningkatan produksi biogas paling tinggi. Sehingga variasi rasio $C-N$ 27,9 adalah campuran yang terbaik yang memberikan produksi biogas yang optimum.

Perbandingan Nilai Kalor Biogas

Berdasarkan pengujian secara eksperimental, nilai kalor tertinggi dihasilkan dari biogas

dengan rasio $C-N$ 27,9 sebesar 55,01703448 kJ. Berdasarkan pengujian secara teoritis, terhadap nilai kalor atas maupun bawah dihasilkan oleh rasio $C-N$ 27,9 dengan nilai kalor atas sebesar 79,65525 kJ dan nilai kalor bawah sebesar 75,03375.



Gambar 3. Grafik Variasi Campuran Bahan Kering Terhadap Perbandingan Nilai Kalor Eksperimental Dengan Nilai Kalor Bawah

Variasi komposisi rasio Carbon Nitrogen bahan kering dapat menghasilkan nilai kalor biogas yang berbeda- beda. Hal ini dikarenakan perbedaan komposisi campuran bahan kering akan menghasilkan komposisi gas pada biogas yang berbeda- beda. Sehingga, pada saat pengujian nilai kalor baik secara teoritis maupun eksperimental akan dihasilkan nilai kalor yang berbeda.

Dari pengujian nilai kalor eksperimental dengan nilai kalor teoritis biogas terdapat perbedaan nilai diantara keduanya. Karena pada percobaan nilai kalor secara eksperimental tidak menangkap uap air dari biogas, sehingga yang digunakan sebagai perbandingan dari nilai kalor teoritis adalah nilai kalor bawah. Perbedaan antara nilai kalor eksperimental dengan nilai kalor bawah sebesar 17,10665 % pada rasio $C-N$ 27,9.

Perbedaan nilai kalor ini disebabkan pada uji nilai kalor eksperimental tidak semua kalor dari biogas diserap oleh air. Hal ini karena terjadinya losses energi kalor, seperti kalor biogas yang diserap oleh panci, kalor yang terlepas ke lingkungan, kalor yang diserap oleh kompor dan lain sebagainya. Sehingga, nilai kalor eksperimental lebih kecil dibandingkan dengan nilai kalor bawah.

Kesimpulan

Pada rasio $C-N$ 27,9 bahan kering menghasilkan produksi biogas tertinggi sebesar

0,059698 kg dengan nilai kalor biogas tertinggi secara eksperimental sebesar 23,112256 kJ dan nilai kalor teoritis dalam hal ini nilai kalor eksperimetal sebesar 75,03375 kJ.

DAFTAR PUSTAKA

Borman, Gary L., Kenneth W. Ragland, 1998, *Combustion Engineering*, International Edition, McGraw-Hill, Singapore

Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O'Connell, (2007), *The Properties of Gases and Liquids*, McGraw-Hill, Singapore.

Dieter Deublin, Angelika Steinhauser, (2008), Biogas From Waste and Renewable Resources, Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Germany.

Gary L. Borman, Kenneth W. Ragland, (1998), *Combustion Engineering*, McGraw-Hill International Edition, Singapore.

Geersen, Theo M., 1998, *Physical Properties of Natural Gas*, N.V. Nederlandse Gasunie, Groningen

Jean and Badeau Pierre, (2009), Biomass Gasification, Chemistry Processes and Applications, Nova Science Publisher, Inc., New York

Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia, (2005), Blue Print Pengelolaan Energi Nasional 2005-2025, Jakarta.

Kementerian Negara Riset dan Teknologi Republik Indonesia, (2006), Buku Putih Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bidang Sumber Energi Baru dan Terbarukan untuk Mendukung Keamanan Ketersediaan Energi Tahun 2025, Jakarta.

Wahyuni, Sri, (2011), Menghasilkan Biogas Dari Aneka Limbah, PT Argro Media Pustaka, Jakarta.

