

PEMBUATAN BIOGAS DARI LIMBAH CAIR INDUSTRI BIOETANOL MELALUI PROSES ANAEROB (FERMENTASI)

Dwi Setiana Wati, Rukmanasari Dwi Prasetyani
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudharto, Tembalang, Semarang, Kode Pos 50239
Telp. (024) 7460058 Fax. (024) 76480675

ABSTRAK

Vinasse merupakan limbah cair industri bioetanol yang saat ini belum dimanfaatkan. Vinasse dapat diolah menjadi biogas melalui proses fermentasi anaerobik. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari proses pembuatan biogas secara fermentasi serta pengaruh dari variable proses. Nutrient yang dipakai adalah urea dan starter yang digunakan adalah rumen sebagai sumber mikroba. Parameter yang digunakan adalah jumlah nutrient dan jumlah starter. Vinasse disaring, kemudian dimasukkan ke dalam biodigester, dicampur dengan nutrient dan starter sesuai dengan variabel yaitu: nutrient (0%, 5%, 10%) dan starter (5% dan 10%) kemudian difermentasikan selama 32 hari. Respon yang diamati adalah pengukuran volume bioga. Hasil penelitian menunjukkan limbah cair bioetanol dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas dengan proses fermentasi. Semakin bertambahnya waktu maka volume biogas meningkat namun pada saat tertentu produksi biogas menjadi hampir konstan bahkan menurun. Penambahan urea yang berlebihan akan mengurangi produksi biogas. Semakin banyak rumen yang ditambahkan maka produksi biogas akan menurun.

Kata kunci : biogas, fermentasi, vinasse, mikroorganisme

ABSTRACT

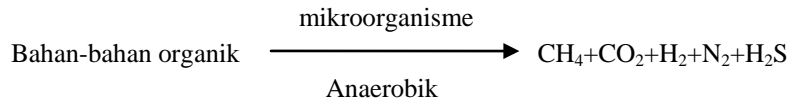
Vinasse are unused liquid waste from bioethanol industry. Vinasse can be processed into biogas by anaerobic fermentation. This research was conducted to study the effect of nutrient and starter adding. Urea used for nutrient and rumen for microorganism source . A vinasse put in to a biodigester, mixed with nutrients and starter according to the variables: nutrients (0%, 5%, 10%) and for starters (5% and 10%) for 32 days. Respon of this research is measuring the biogas production. The results of this study shows that vinasse can be used as a raw material of biogas by fermentation. There are time where biogas production increased, but also in constant state, even decreased. The more added urea, the less biogas production. The more added rumen, the less biogas production.

Key word : biogas, fermentation, vinasse, microorganism

1. PENDAHULUAN

Dalam proses pembuatan 1 liter Ethanol akan dihasilkan limbah (*vinasse*) sebanyak 13 liter (1 : 13). Dari angka perbandingan di atas maka semakin banyak Ethanol yang diproduksi akan semakin banyak pula limbah yang dihasilkannya. Jika limbah ini tidak di tangani dengan baik maka di kemudian hari, limbah ini akan menjadi masalah yang berdampak tidak baik bagi lingkungan. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah bioetanol dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Biogas dapat dihasilkan dari proses fermentasi dengan bantuan bakteri metan. Reaksi keseluruhan pembuatan biogas dari bahan-bahan organik adalah sebagai berikut :



Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi biogas diantaranya: suhu terdiri dari rentang mesofilik dan termofilik, kebanyakan operasi fermentasi biogas dilakukan pada rentang suhu mesofilik. Derajat keasaman dimana bakteri metan tumbuh baik pada pH netral, bakteri ini akan mati karena keracunan untuk pH diluar rentang hidupnya itu. Nutrisi dalam umpan yang dinyatakan dengan C/N rasio, rasio C/N yang baik untuk proses fermentasi adalah 15/1 sampai 30/1. Komposisi umpan yang dinyatakan dengan Konsentrasi TS (*Total Solid*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*), Umpan yang baik untuk memproduksi biogas mempunyai kandungan 7-9% TS.

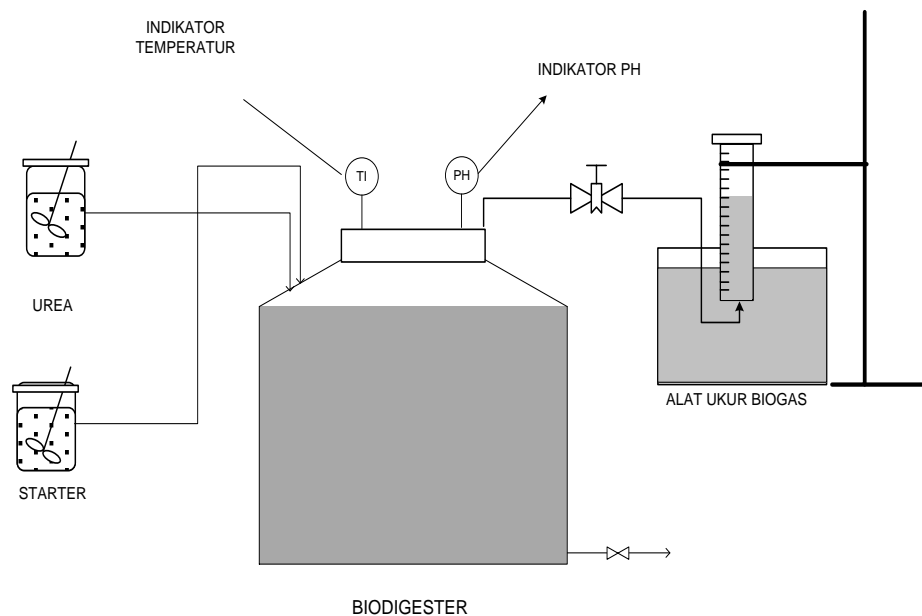
Tahapan proses fermentasi biogas adalah tahap hidrolisis, tahap pembentukan asam dan tahap pembentukan metan. Jenis-jenis digester untuk produksi biogas adalah reactor kubah tetap, floating drum, reactor balon.

Pertumbuhan bakteri dibagi menjadi 4 fase yaitu periode awal yang awalnya tampak tanpa adanya pertumbuhan (fase lamban atau lag phase), diikuti oleh suatu periode pertumbuhan yang cepat (fase eksponensial), kemudian mendatar (fase statis atau stationary phase) dan akhirnya diikuti oleh suatu penurunan populasi sel-sel hidup (fase kematian atau death phase).

2. METODOLOGI PERCOBAAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah vinasse, urea, rumen, dan aquades. Vinasse ini didapat dari UKM Kembang Joyo, Pati. Percobaan dilakukan dengan menggunakan 2 variabel berubah yaitu penambahan urea (0%, 5%, 10%) dan penambahan rumen (5% dan 10%).

Alat yang dilakukan pada penelitian ini dapat digambarkan secara umum seperti pada gambar berikut:



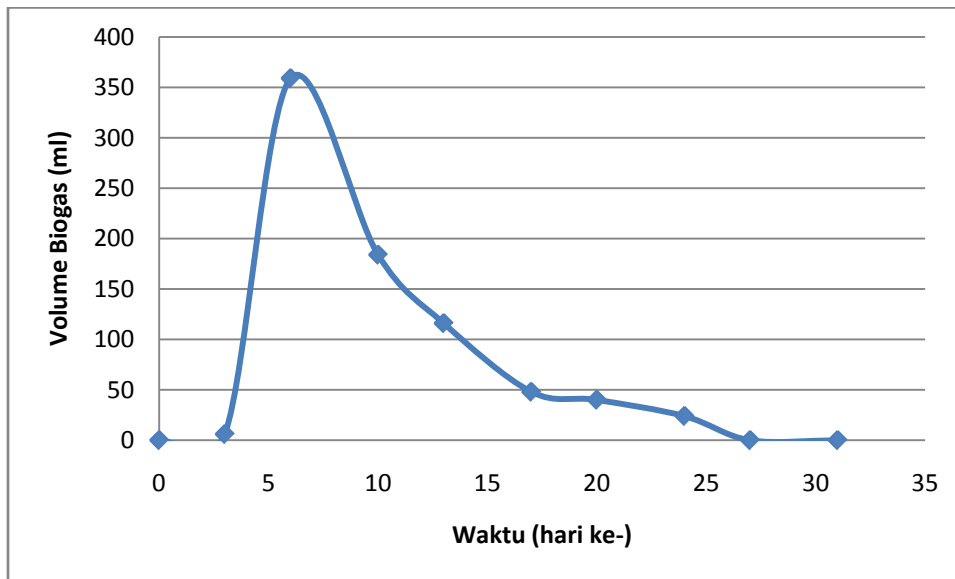
Gambar 1. Rangkaian Alat Fermentasi Biogas

Penelitian dilakukan 2 tahap yaitu penelitian pendahuluan untuk mengetahui berapa lama waktu proses fermentasi dan penelitian utama. Pada penelitian utama ini bahan baku vinasse disaring dari kotoran-kotoran besar seperti daun dan kayu. Kemudian limbah dimasukkan ke dalam digester kemudian menambahkan nutrient sebanyak (0%, 5%, 10%)v dan menambahkan starter sebanyak (5% dan 10%)v pada masing-masing digester. Setelah itu atur limbah pada kondisi pH netral. Masing-masing digester difermentasikan selama 32 hari. Analisa yang dilakukan adalah pengukuran volume, pH, suhu setiap 3 hari sekali dan pengukuran COD setiap seminggu sekali.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Waktu terhadap Volume Biogas

Pengaruh waktu dipelajari pada temperature lingkungan. Volume hasil biogas dapat ditinjau dari komposisi substrat dan pertumbuhan mikroorganismenya. Gambar 2 menunjukkan volume biogas yang ditinjau dari perkembangan mikroorganismenya.



Gambar 2 Grafik Hasil Volume Biogas terhadap Waktu

Tahap pertumbuhan mikroorganismenya dapat dibagi menjadi 4 fase, yaitu fase pertumbuhan lambat (lag fase), fase eksponensial, fase stasionary dan fase kematian. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya waktu, produksi biogas semakin meningkat.

Pada awal percobaan hari pertama hingga hari keenam, kenaikan volume hasil biogas masih lambat sehingga pertambahan volume belum begitu signifikan. Hal ini dikarenakan bakteri masih berada pada fase pertumbuhan lambat (lag fase). Dimana pada fase ini mikroorganismenya sedang dalam proses adaptasi sehingga tidak ada pertambahan populasi bakteri. Di sini mikroorganismenya cenderung beradaptasi yaitu mengalami perubahan komposisi kimiawi dan bertambahnya ukuran, jadi proses peruraian zat organik menjadi biogas masih kecil.

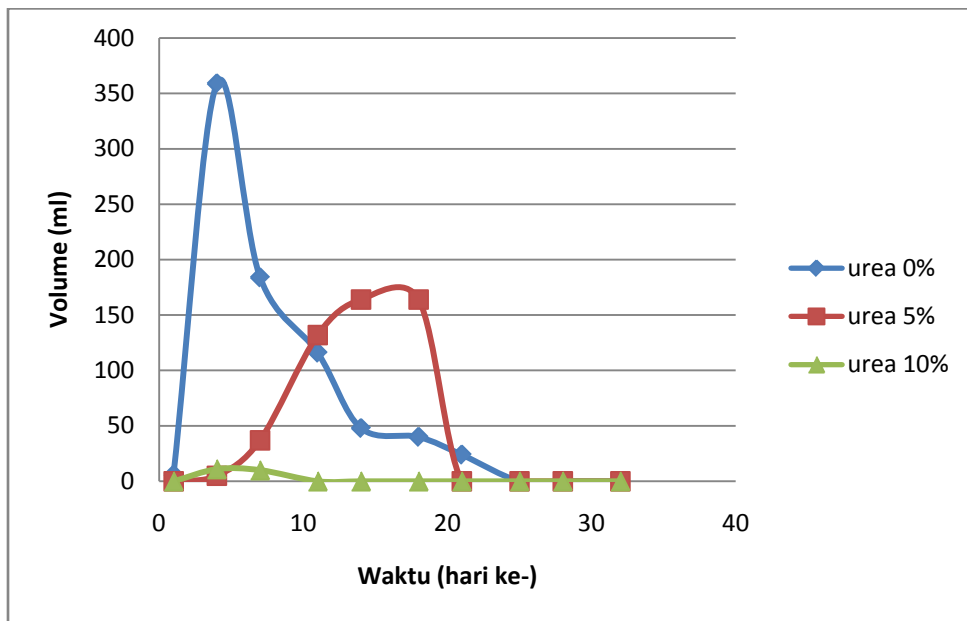
Kemudian pada hari ketujuh sampai hari keempat belas, volume hasil biogas mengalami kenaikan yang besar. Hal ini disebabkan karena mikroorganismenya berada pada fase eksponensial. Dimana pada fase ini mikroorganismenya berada pada fase pertumbuhan seimbang (aktivitas metabolik konstan). Sehingga mikroorganismenya dapat berkonsentrasi menguraikan zat organik dibandingkan untuk pertumbuhan mikroorganismenya.

Pada hari kelimpabelas sampai hari kedelapan belas, volume hasil biogas cenderung tetap. Hal ini karena bakteri berada pada fase statis, dimana pada fase ini terjadi penumpukan produk beracun dan /atau kehabisan nutrient. Beberapa sel mati sedangkan yang lain tumbuh dan membelah sehingga jumlah sel hidup tetap. Maka laju penguraian zat organik menjadi biogas tetap.

Pada hari kesembilan belas dan seterusnya, volume hasil biogas semakin menurun bahkan sama dengan nol. Hal ini dikarenakan laju kematian mikroorganisme lebih cepat daripada laju terbentuknya sel. Sehingga laju penguraian zat organik menjadi biogas turun.

3.2 Pengaruh Penambahan Urea terhadap Volume Biogas

Penelitian ini dilakukan dengan variabel berubah berupa penambahan urea yaitu 0%, 5%, dan 10%. Dengan penambahan urea tersebut dimasukkan dalam digester, pH selalu dijaga netral, dan difermentasikan pada suhu lingkungan selama 32 hari. Hasil penelitian yang diperoleh dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 3 Grafik Hasil Volume Biogas terhadap Penambahan Urea

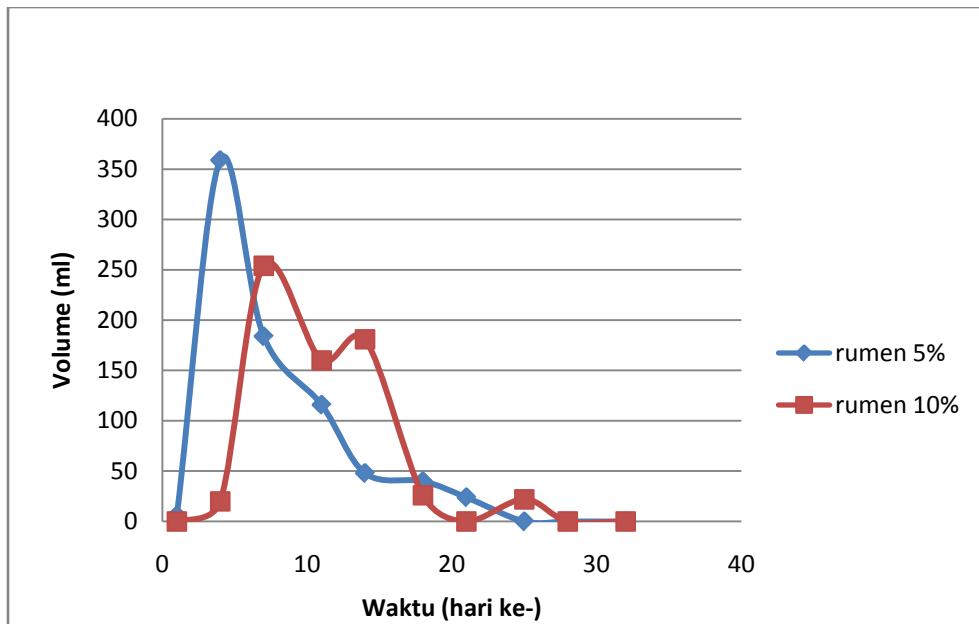
Nutrisi merupakan faktor yang berpengaruh besar dalam pertumbuhan bakteri. Beberapa nutrisi penting yang dibutuhkan mikroorganisme adalah karbon, nitrogen dan fosfor. Pada dasarnya semua mikroorganisme memerlukan nitrogen untuk menyusun senyawa-senyawa penting dalam sel yang menentukan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme. Ketiga unsur ini harus ada dalam rasio yang tepat agar tercapai pertumbuhan mikroorganisme yang optimal.

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa pada penambahan urea 0% menghasilkan biogas paling besar yaitu mencapai 359 ml pada analisa hari keempat. Hal ini karena rasio C/N pada limbah sudah berada pada komposisi yang bagus untuk pertumbuhan mikroorganisme.

Pada penambahan urea 5% dan 10% , volume biogas yang dihasilkan semakin turun. Hasil tertinggi pada variabel 5% hanya mencapai 164 ml pada analisa hari ke-10 dan pada variabel 10% hanya mencapai 10 ml pada analisa hari keempat. Hal ini karena semakin banyak urea yang ditambahkan, maka kadar N dalam umpan semakin besar, sehingga kadar C/N semakin kecil. Kadar C/N yang relatif kecil tidak baik untuk proses pembentukan biogas karena akan meningkatkan emisi dari nitrogen sebagai amonium yang dapat menghalangi perkembangan bakteri.

IV.3 Pengaruh Penambahan Rumen terhadap Volume Biogas

Volume hasil biogas dapat ditinjau dari penambahan jumlah mikroorganisme dan pH dari media yang ditinggali oleh mikroorganisme tersebut. Gambar 4 menunjukkan volume biogas yang ditinjau dari penambahan mikroorganisme.



Gambar 4 Grafik Hasil Volume Biogas terhadap Penambahan Rumen

Bakteri memiliki peranan yang sangat penting dalam pembentukan biogas. Bila bakteri berada pada medium yang sesuai, maka pertumbuhan bakteri akan berkembang pesat dalam waktu yang relatif singkat. Nutrisi dalam substrat dan pengaturan pH sangat dibutuhkan oleh bakteri untuk tumbuh dan berkembang biak. Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin banyak rumen yang ditambahkan, maka hasil volume biogas yang dihasilkan semakin sedikit.

Volume biogas yang dihasilkan pada penambahan rumen 5% lebih banyak dibandingkan pada penambahan rumen 10%. Hal ini dikarenakan bakteri membutuhkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Dengan jumlah substrat yang sama, semakin banyak bakteri yang ditambahkan maka nutrisi yang diambil untuk tumbuh dan berkembang saat beradaptasi juga banyak, sehingga nutrisi yang tersisa untuk pembentukan biogas sedikit. Bakteri cenderung mengambil nutrisi yang ada untuk bertahan hidup dan berkembang biak, sedangkan sisanya digunakan untuk pembentukan biogas. Oleh karena itu, semakin banyak bakteri yang ditambahkan, maka nutrisi yang tersisa untuk pembentukan biogas semakin sedikit.

Selain itu, pH dan temperatur berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktifitas bakteri. Bakteri metan sangat rentan terhadap perubahan pH, oleh karena itu pada penelitian kami pH larutan dijaga pada rentang pH 6-7 dimana rentang pH optimum untuk pertumbuhan bakteri metanogenik adalah netral.

Temperatur mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Proses produksi biogas dapat terjadi dalam dua rentang temperatur, yaitu rentang temperatur mesofilik (25-45°C) dan rentang temperatur termofilik (56-60°C). Temperatur kerja yang lebih tinggi akan memberikan hasil biogas yang lebih tinggi, namun pada temperatur yang terlalu tinggi bakteri akan mudah mati. Pada penelitian kami suhu umpan masuk dalam digester sama dengan suhu lingkungan yaitu 25°C. Suhu ini termasuk dalam rentang mesofilik.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan hasil analisa pada penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa limbah cair bioetanol dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biogas dengan proses fermentasi. Semakin bertambahnya waktu maka volume biogas meningkat namun pada saat tertentu produksi biogas menjadi hampir konstan bahkan menurun. Penambahan urea yang berlebihan akan mengurangi produksi biogas. Semakin banyak rumen yang ditambahkan maka produksi biogas akan menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- Biogas Digest. *Biogas - Application and Product Development*. Volume II. Information and Advisory Service on Appropriate Technology. Germany
- Biogas Digest. *Biogas Basics*. Volume I. Information and Advisory Service on Appropriate Technology. Germany.
- Dahlan, H. dkk. Pengolahan Limbah Cair PT. TEL Dengan Kombinasi Proses Lumpur Aktif Dan Media Biofilter (Briket Arang Dan arang Aktif). Universitas Sriwijaya. Palembang. Indonesia.
- Harahap F., Appandi, dan M., Ginting S. 1978. Teknologi Gas Bio. Pusat Teknologi Pembangunan ITB: Bandung.
- Ismail, T., dkk. 2008. *Pembuatan Biogas Dari Vinasse Menggunakan Reaktor EGSB (Expanded Granular Sludge Blanked)*. Prosiding Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses 2008 ISSN :1441-4261. ITS. Surabaya, Indonesia.
- Kurnia, R. 2010. *Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula. Pengolahan Dan Pemanfaatan Limbah Pabrik Gula dalam Rangka Zero emission*. Indonesia.
- Pambudi, N.A. 2008. *Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif*. UGM, Yogyakarta. Indonesia.
- Siregar, P. 2009. *Produksi Biogas Melalui Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Minyak Klapa Sawit Dengan Digester Anaerob*. Jakarta, Indonesia.