

PENGARUH RASIO STARTER TERHADAP SUBSTRAT DALAM PRODUKSI BIOGAS

Diana Sayyidah Hafsa, Dini Arina Fasa Z., Prayitno
Jurusan Teknik Kimia
dshafsah@gmail.com, [prayitno_polmal@yahoo.com]

ABSTRAK

Limbah cair tahu merupakan limbah yang memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Jika langsung dibuang tanpa pengolahan limbah terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran lingkungan, maka dengan pemanfaatan limbah cair tahu sebagai bahan baku produksi biogas untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Produksi biogas dari limbah cair tahu di proses secara fermentasi selama 25 hari dengan bantuan bakteri metanogenik yang berasal dari kotoran sapi menggunakan reaktor UASB dengan kapasitas ± 20 liter. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh rasio volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu terhadap produksi biogas yang dihasilkan. Rasio tersebut berdasarkan perbandingan volume dengan variasi 2:10, 4:10 dan 6:10. Selanjutnya campuran tersebut dimasukkan ke dalam reaktor. Hasil karakteristik limbah cair tahu menggunakan metode botol winkle menunjukkan kandungan BOD sebesar 2.905,2 mg/l. Pengamatan terhadap produksi biogas dilakukan dengan melihat volume biogas setiap 5 hari serta melihat kandungan gas metana (CH_4) menggunakan *multi gas monitor* AS8900. Kondisi operasi terbaik diperoleh pada rasio volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu 4:10 (R2) dengan volume biogas yang dihasilkan sebesar 666 ml. Volume gas metana yang terbaik diperoleh dari rasio 6:10 (R3) dengan volume sebesar 0,7 ml.

Kata kunci: biogas, kotoran sapi, limbah cair tahu, reaktor UASB

ABSTRACT

Tofu liquid waste is a waste that has high organic material content. If directly being disposed without waste treatment it would cause environmental pollution, by utilizing tofu liquid waste as raw material for biogas production it could reduce environmental pollution. Biogas production from tofu liquid waste is processed by fermentation for 25 days with the help of methanogenic bacteria from cow dung using the UASB reactor with a capacity of ± 20 liters. This study aims is to learn the effect of the ratio of starter volume of cow dung to the volume of tofu liquid waste on biogas production. The ratio is based on volume comparisons with variations in 2:10, 4:10 and 6:10. Then the mixture is put into the reactor. The results of the characteristics of tofu liquid waste using the bottle winker method showed a BOD content of 2.905.2 mg/l. Observation of biogas production is done by looking at the volume of biogas every 5 days and seeing methane gas (CH_4) using a multi gas monitor AS8900. The best operating conditions were obtained in the ratio of starter volume of cow dung to the volume of tofu liquid waste which is 4:10 (R2) produced which was 666 ml. The best volume of methane gas was obtained from the addition of the ratio which is 6:10 (R3) with a volume of 0.7 ml.

Keywords: biogas, cow dung, tofu liquid waste, UASB reactor

1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dari proses pembusukan bahan organik oleh bakteri pada kondisi anaerob. Pada umumnya biogas berasal dari pemanfaatan limbah seperti limbah rumah tangga, kotoran hewan, kotoran manusia, sampah organik dan sebagainya [1]. Dengan penambahan kotoran sapi pada limbah cair tahu terbukti efektif dalam produksi biogas [2].

Limbah cair tahu adalah limbah cair yang dihasilkan dari proses pencucian, perebusan, pengepresan dalam industri tahu [3]. Komposisi dalam 100 gram tahu terdapat 7,8 gram protein, 4,6 gram lemak dan 1,6 gram karbohidrat [4]. Bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tahu yaitu protein 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10% [5]. Limbah cair tahu memiliki nilai *Total Suspended Solid* (TSS) diantara 535-585 FTU, suhu berkisar 37- 45°C, warna 2.225-2.250 Pt.Co, kadar amonia yang terkandung sebesar 23,3-23,5 mg/1, kadar BOD berkisar antara 6.000-8.000 mg/1 dan COD 7.500-14.000 mg/1. Berdasarkan kandungan BOD yang tinggi hal ini menunjukkan bahwa bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tahu tinggi [6].

Limbah cair tahu dengan karakteristik diatas yang mengandung bahan organik tinggi, kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) yang cukup tinggi, jika langsung dibuang tanpa pengolahan maka akan menyebabkan pencemaran lingkungan [7]. Sehingga memerlukan suatu pengolahan limbah yang bertujuan untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Salah satu solusi alternatif adalah dengan mengolah limbah cair tahu menjadi biogas.

Berdasarkan penelitian terdahulu Yuwono, dkk. [8] diketahui bahwa biogas dapat dihasilkan dari 18 liter campuran limbah cair tahu dan eceng gondok dengan kotoran sapi. Hasil produksi biogas dari reaktor *batch* tidak berpengaduk memiliki volume sebanyak 467 ml (25 hari). Pada penelitian Utami [9] penambahan limbah cair tahu ke dalam kotoran sapi tersebut berdasarkan perbandingan massa dengan variasi (80:20), (70:30), dan (60:40). Hasil karakterisasi limbah cair tahu menggunakan alat Spektrofotometri dan Kjeldahl menunjukkan kandungan protein, glukosa, dan karbohidrat yaitu sebesar 0,45%, 2,31% dan 2,08%. Produksi biogas tertinggi yang diperoleh dari campuran bahan limbah cair tahu dengan kotoran sapi adalah sampel ((70:30):2) pada hari ke-12 yaitu tekanan 1,004 atmosfer dengan jumlah mol gas yang terbentuk sebesar 0,1946 mol. Serta kandungan gas metana yang terukur adalah sebesar 6056,12 ppm. Namun dari penelitian ini limbah cair tahu tidak berpengaruh secara signifikan terhadap produksi biogas.

Penelitian ini dilakukan dengan pemanfaatan limbah cair tahu sebagai bahan baku pembuatan biogas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh rasio volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu terhadap produksi biogas yang dihasilkan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair tahu, kotoran sapi, dan air. Adapun alat yang digunakan berupa reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) dengan kapasitas \pm 20 liter, plastik penampung gas, gas generator, *gas detector* (*Multi Gas Monitor AS8900*), *beaker glass*, serta gelas ukur.

2.2. Persiapan Alat

Persiapan reaktor *Upflow Anaerobic Sludge Blanket* (UASB) yaitu menggunakan galon dengan kapasitas \pm 20L. Reaktor dihubungkan selang inlet dan outlet. Selang inlet untuk injeksi nitrogen yang berfungsi untuk meminimalisir oksigen dalam reaktor, karena pada penelitian ini kondisi proses yang digunakan kondisi anaerobik. Sedangkan, selang outlet menuju penampung gas.



Gambar 1. Reaktor Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)

2.3. Proses Pencampuran

Reaktor diisi dengan volume sampel sebanyak 12 L, 14 L, dan 16 L. Bahan baku yang digunakan limbah cair tahu 10 L dan starter kotoran sapi sesuai dengan variabel. Perbandingan kotoran sapi dengan air adalah 2:1. Sampel dicampur sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan kemudian diaduk. Setelah itu, masukkan campuran ke dalam reaktor, tutup rapat, diinjeksi dengan gas nitrogen kemudian difermentasi selama 25 hari. Variasi komposisi yang digunakan dengan perbandingan volume (starter kotoran sapi : limbah cair tahu) yaitu 2:10, 4:10 dan 6:10.

2.4. Pengambilan Data

2.4.1 Volume Biogas

Pengukuran volume biogas dilakukan dengan cara volume gas yang terbentuk tiap 5 hari akan diukur dengan menghitung volume gas yang ditampung pada plastik penampung. Pengukuran volume gas dilakukan dengan cara volume gas yang terbentuk pada penampung diukur dengan cara dimasukkan ke dalam wadah (*beaker glass*) penuh air. Karena berat jenis gas lebih ringan daripada air, penampung gas ditekan oleh benda berpermukaan datar. Penekanan penampung gas hanya sebatas permukaan wadah, sehingga air akan keluar dari *beaker glass*. Jumlah air yang keluar dari *beaker glass* tersebut diukur volumenya dengan asumsi bahwa volume air yang keluar sama dengan volume gas yang ada pada plastik tersebut [10].

2.4.2 Kadar Gas Metana

Sampel gas dianalisis dengan *gas detector multi gas monitor* AS8900. Kandungan gas yang dilihat adalah gas metana (CH_4). Pengambilan sampel dilakukan melalui elang) outlet. Selang outlet dihadapkan ke sensor alat *gas detector*.

2.5. Analisis Data

2.5.1 Analisis *Biological Oxygen Demand* (BOD)

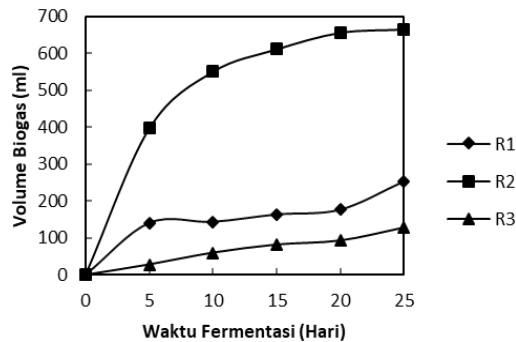
Analisis BOD limbah cair tahu menggunakan metode botol winkler.

2.5.2 Analisis Gas Metana (CH₄)

Analisis gas metana yang dihasilkan dari produksi biogas menggunakan *gas detector* tipe *smart sensor multi gas monitor AS8900*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

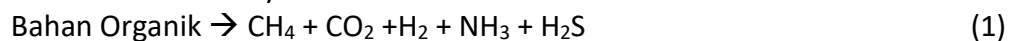
Hasil produksi biogas dengan perbandingan volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu ditunjukkan pada gambar 2. Komposisi campuran dalam masing-masing reaktor dengan perbandingan volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu 2:10 (R1), 4:10 (R2) dan 6:10 (R3).



Gambar 2. Hubungan volume biogas dengan waktu fermentasi pada reaktor UASB

Gambar 2 menunjukkan bahwa jumlah starter yang lebih banyak mampu menghasilkan mendegradasi substrat limbah tahu menjadi gas metana. Hasil volume biogas yang diakumulasi menghasilkan volume biogas terus meningkat dengan proses fermentasi selama 25 hari. Volume biogas tertinggi terdapat pada R2 dengan perbandingan komposisi 4:10 menghasilkan volume biogas sebanyak 666 ml. Akan tetapi pada R3 dengan jumlah starter lebih banyak daripada R2 dan R1 tidak mampu menghasilkan volume biogas yang lebih banyak daripada R2, hal ini dikarenakan jumlah mikroorganisme tidak sebanding dengan konsentrasi substrat untuk diubah menjadi produk. Hal ini sama dengan pendapat yang menyatakan bahwa konsentrasi substrat dapat mempengaruhi prinsip kerja mikroorganisme. Kondisi yang optimum dicapai jika jumlah mikroorganisme sebanding dengan konsentrasi substrat [11].

Pembuatan biogas menghasilkan gas metana (CH₄). Pada biogas proses pembentukan gas metana terjadi melalui 3 tahap, yakni reaksi hidrolisis, asidogenik, dan metanogenesis dengan mekanisme secara umum yaitu:

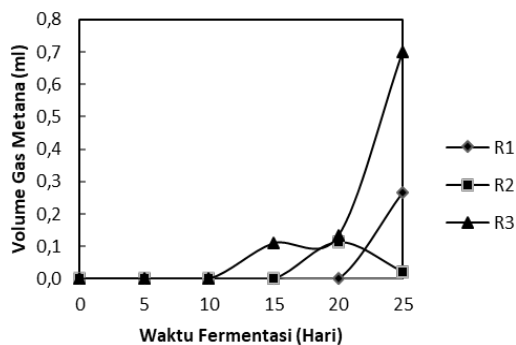


Biogas dapat dihasilkan dari bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerob. Pada penelitian ini bahan organik berasal dari limbah cair tahu yang digunakan memiliki kadar BOD sebesar 2.905,2 mg/l, berdasarkan kandungan BOD hal ini menunjukkan bahwa bahan organik yang terkandung dalam limbah cair tahu dapat meningkatkan produksi biogas. Hal ini sama dengan pendapat Setiawan [12] yang menyatakan bahwa semakin banyak bahan organik yang digunakan maka semakin banyak mikroorganisme yang berperan untuk meningkatkan produksi biogas.

Gas metana yang terkandung dalam biogas mulai terbentuk pada tahap metanogenesis. Pada tahap ini bakteri metanogenik penghasil asam dan gas metana bekerja secara simbiosis. Bakteri penghasil asam membentuk keadaan atmosfer yang ideal untuk bakteri penghasil metana, sedangkan bakteri pembentuk gas metana menggunakan asam

yang dihasilkan oleh bakteri penghasil asam. Umumnya proses ini gas metana terbentuk dalam 14 hari dengan suhu 25°C hingga 35°C di dalam reaktor. Pada proses ini akan dihasilkan 70% gas metana (CH₄), 30% karbondioksida (CO₂), sedikit hidrogen (H₂) dan hidrogen sulfida (H₂S) [13].

Hasil volume gas metana (CH₄) dengan variasi perbandingan volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Hubungan volume gas metana dengan waktu fermentasi pada reaktor UASB

Hasil penelitian yang telah dilakukan sesuai berdasarkan teori Price [13] dimana gas metana terbentuk setelah fermentasi 15 hari. Berdasarkan gambar 3 volume gas metana tertinggi terdapat pada R3 dengan perbandingan komposisi 6:10 menghasilkan volume sebanyak 0,7 ml. Biogas yang dihasilkan banyak tetapi gas metana yang terkandung hanya sedikit, hal ini dikarenakan gas biogas juga menghasilkan gas-gas lain salah satunya Hidrogen Sulfida (H₂S). Gas metana yang dihasilkan paling optimal adalah dengan perbandingan volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu 6:10. Hal ini dapat dilihat semakin banyak volume starter kotoran sapi yang digunakan maka pembentukan gas metana semakin cepat dan gas metana yang dihasilkan lebih maksimal. Penjelasan ini diperkuat oleh Wati [14] menyatakan bahwa dalam kotoran sapi telah mengandung bakteri penghasil gas metana, sehingga semakin banyak starter kotoran sapi yang digunakan maka jumlah bakteri metanogennya semakin banyak.

Selain volume starter kotoran sapi, faktor yang mempengaruhi produksi biogas selanjutnya adalah kandungan nutrisi yang terdapat dalam kotoran sapi juga mempengaruhi proses produksi biogas berupa rasio C/N. Berdasarkan analisis rasio C/N yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kandungan rasio C/N sebesar 20. Hal ini sama dengan pendapat Sasse [15] yang menyatakan bahan organik yang umumnya mampu menghasilkan kualitas biogas yang tinggi mempunyai rasio C/N sekitar 20-30.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa rasio volume starter kotoran sapi dengan volume limbah cair tahu mempengaruhi proses produksi biogas, dimana pada rasio 4:10 menghasilkan volume biogas sebesar 666 ml. Sedangkan, untuk yang menghasilkan gas metana yang paling maksimal yaitu 6:10 sebesar 0,7 ml.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini terdapat beberapa saran untuk penelitian sejenis. Adapun beberapa hal yang dapat dijadikan saran yaitu (1) Pengaduk dalam reaktor perlu diganti

dengan pengaduk motor agar tidak terjadi kebocoran. (2) Dilakukan pengukuran rasio C/N, komposisi pada limbah cair tahu.

REFERENSI

- [1] Sadzali, I., 2010, *Potensi Limbah Tahu Sebagai Biogas*, Jurnal UI Untuk Bangsa Seri Kesehatan, Sains, dan Teknologi, Vol. 1, Desember, 64-66.
- [2] Yanti, V.H., Darmawati, D., Mariani, N., L., 2016., *Efektivitas Penambahan Kotoran Sapi pada Limbah Cair Tahu sebagai Bahan Baku Pembuatan Biogas Untuk Pengembangan Handout pada Konsep Bioteknologi Kelas XII SMA*, Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau, 2.
- [3] Husni, H., Esmiralda, 2010, *Uji Toksisitas Akut Limbah Cair Industri Tahu Terhadap Ikan Mas (Cyprinus carpio Lin)*, Document Repository Universitas Andalas, 1.
- [4] Dhahiyat, Y., 1990, *Kandungan Limbah Cair Pabrik Tahu dan Pengolahannya dengan Eceng Gondok (Eichhornia crassipes (Mart) Solms)*, Tesis, Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [5] Kaswinarni, F., 2007, *Kajian Teknis Pengolahan Limbah Padat dan Cair Industri Tahu*, Tesis, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Herlambang, A., 2002, *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu-Tempe*, Cetakan Pertama, Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan Deputi Bidang Teknologi Informasi, Energi, Material dan Lingkungan Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta Pusat.
- [7] Subekti, S., 2011, *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas sebagai Bahan Bakar Alternatif*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik, ke-2, 61-62.
- [8] Yuwono, C.W., Soehartanto, T., 2013, *Perancangan Sistem Pengaduk pada Bioreaktor Batch Untuk Meningkatkan Produksi Biogas*, Jurnal Teknik POMITS, Vol. 2, No.1, 144-146.
- [9] Utami, A.R.I., Triwikantoro., Melania S,M., 2013, *Analisis Peran Limbah Cair Tahu dalam Produksi Biogas*, Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS, 1.
- [10] Rahim, I. R., Harianto, T., Khaira, S. J., 2017, *Efektivitas Pemanfaatan Biogas Serbuk Gergaji dan Limbah Ternak sebagai Sumber Energi Alternatif*, Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Hasanuddin, 5.
- [11] Manurung, R., 2004, *Proses Anaerobik sebagai Alternatif Untuk Mengolah Limbah Sawit*, e-USU Repository, 7.
- [12] Setiawan, A. I., 2004, *Memfaatkan Kotoran Ternak*, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [13] Price, Cheremisnoff, 1981, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*. Vol.1. New York.
- [14] Wati, D. A. T., Sugito, 2013, *Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Pabrik Tahu dengan Tinja Sapi*, Jurnal Teknik WAKTU, Vol. 11, No.2, 60.
- [15] Uli, W., Ulrich, S., Nicolai, H., 1989, *Biogas Plants in Animal Husbandry*, GTZ, Germany.