

PENGARUH PERBANDINGAN ECENG GONDOK DAN AIR TERHADAP PENYISIHAN COD (*CHEMICAL OXYGEN DEMAND*) DAN PADATAN PADA PRODUKSI BIOGAS TAHAP METANOGENESIS

Nurul Annisa¹⁾, Sri Rezeki Muria²⁾, Adriananto Ahmad²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia

Laboratorium Teknologi Bioproses

Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

*Email : adri@unri.ac.id

ABSTRACT

Biomass of water hyacinth (Eichhornia crassipes) is a weed plant that is growing very fast. Components of water hyacinth has a high cellulose that potential to be used as raw material for production of biogas by anaerobic fermentation. The purpose of this study to determine the effect of substrate ratio for Chemical Oxygen Demand (COD) removal and solids removal and the maximum process conditions. This process using a 15 liters of batch bioreactor at pH 7 with variation of water hyacinth and water 1: 2, 1: 3, 1: 4 and 1: 5. Observations biogas production is done by measuring the volume of biogas produced each day, while organic matter and solids content by seeking removal efficiency of COD and solids removal. The results showed that COD removal efficiency of the largest in the ratio of 1:2 is 80,85% and the total solids removal efficiency at a ratio of 1:2 was 63.04%, 1:3 was 54.49%, 1:4 was 36.32%, and 1:5 was 31.25%. The largest biogas production substrate ratio of 1: 2 at 23,300 mL and the results of methane analysis using gas chromatography amounted to 11924.56 ppm (1,19%).

Keywords: anaerobic, batch, biogas, gas chromatography, water hyacinth

1. PENDAHULUAN

Indonesia dalam beberapa tahun terakhir mengalami krisis energi yang terus meningkat tiap tahunnya. Total kebutuhan energi final pada periode 2015-2019 meningkat dari 1.219 juta SBM pada tahun 2015 menjadi 1.452 juta SBM pada tahun 2019 atau meningkat rata-rata sebesar 5,1% per tahun untuk skenario tinggi. Pada tahun 2015 pangsa terbesar dari kebutuhan energi adalah penggunaan bahan bakar minyak (BBM) yakni sebesar 37% dari total kebutuhan energi [BPPT Indonesia Energy Outlook, 2014]. Hal ini menyebabkan Indonesia sebagai negara dengan tingkat penurunan cadangan minyak bumi tercepat di Asia [Viva news, 2013].

Salah satu cara untuk menanggulangi krisis energi adalah dengan membuat energi yang *renewable* seperti biogas. Biogas merupakan sumber energi alternatif yang

dapat diperbaharui yang dihasilkan secara mikrobiologi anaerobik dari limbah organik ataupun bahan yang mengandung pati dan serat [Khorsidi dan Arian, 2008]. Produksi energi alternatif akan dapat menggantikan 40% penggunaan energi fosil [Abdillah dan Mahadin, 2012].

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan jenis gulma yang pertumbuhannya sangat cepat. Pertumbuhan eceng gondok dapat mencapai 1,9 % per hari dengan tinggi antara 0,9-1,9 cm. Pertumbuhannya yang begitu pesat, dirasakan sangat merugikan karena sifat eceng gondok yang menutupi permukaan air akan menyebabkan kandungan oksigen berkurang [Raini, 2011]. Pada umumnya eceng gondok tumbuh dengan cara vegetatif yaitu dengan menggunakan stolon. Eceng gondok memiliki kandungan serat yang

tinggi mencapai 64,51% [Raini, 2011]. Biomassa gulma berpotensi sebagai bahan untuk pembuatan bioenergi seperti biogas, dan bioetanol [Trihadiningrum, dkk., 2008]. Penanganan eceng gondok yang selama ini masih terabaikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas.

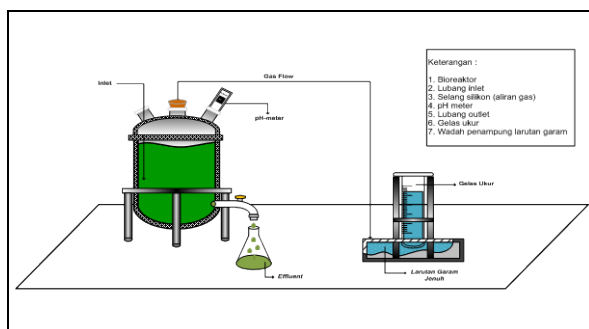
Dalam pembentukan biogas pada proses anaerob dibutuhkan sumber mikroorganisme yang sangat penting untuk menghasilkan gas metan yang sempurna, salah satunya mikroorganisme yang berasal dari kotoran hewan seperti kotoran sapi. Kotoran sapi merupakan substrat yang dianggap paling cocok sebagai pembuat biogas, karena substrat tersebut telah mengandung bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut hewan ruminansia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memproduksi biogas dari campuran eceng gondok dan kotoran sapi serta melihat pengaruh perbandingan eceng gondok dan air terhadap penyisihan COD dan padatan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat yang digunakan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah bioreaktor *batch*, erlenmeyer, gelas ukur 2 liter, gelas piala, selang, pisau, *blender*, saringan dan wadah penampung larutan garam. Sedangkan alat untuk analisa adalah pipet tetes, buret, pH meter, mantel pemanas dan *gas chromatography*. Pada gambar 1 dibawah ini merupakan rangkaian alat penelitian yang digunakan.



Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

2.2 Bahan yang digunakan

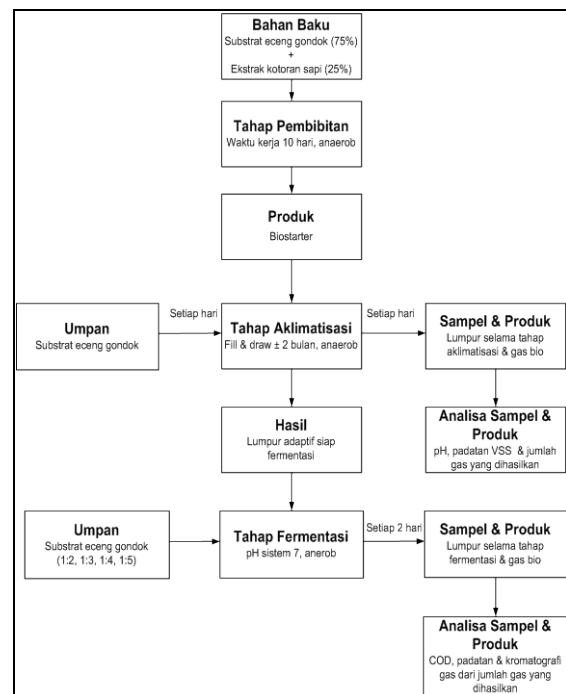
Bahan yang digunakan yaitu tumbuhan eceng gondok yang diperoleh dari kolam pancing di Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar, mikroorganisme yang berasal dari filtrat kotoran sapi, garam (KCl), kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,05M, larutan $AgSO_4$, larutan ferroamonium sulfat (FAS) 0,05 M, indikator *ferroin*, akuades, NaOH 0,1N, H_2SO_4 0,2N dan gas nitrogen.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah suhu ruang, volume bioreaktor 15 liter dan pH berkisar antara 6,8 - 7. Sedangkan variabel bebas pada penelitian ini adalah perbandingan jumlah eceng gondok dan air 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5.

2.4 Prosedur Penelitian

Diagram alir pada Gambar 2 menunjukkan prosedur penelitian yang dilakukan secara keseluruhan.



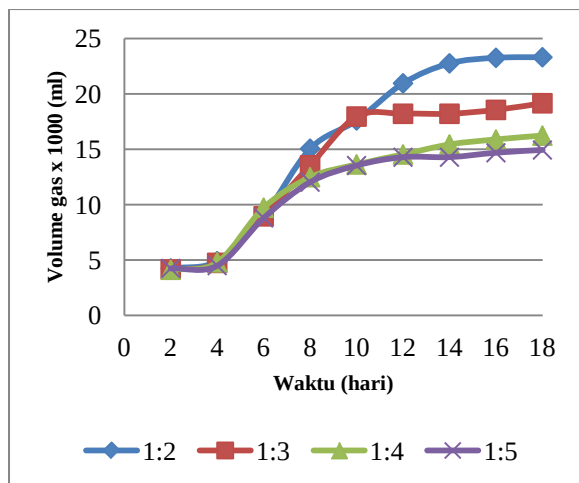
Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Produksi Biogas Tahap Fermentasi

Pengamatan pembentukan biogas dilakukan setiap dua hari sekali dimulai dari

bioreaktor pertama beroperasi sampai dengan hari ke-18. Grafik hasil pengamatan pembentukan biogas dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Produksi Biogas Tahap Fermentasi

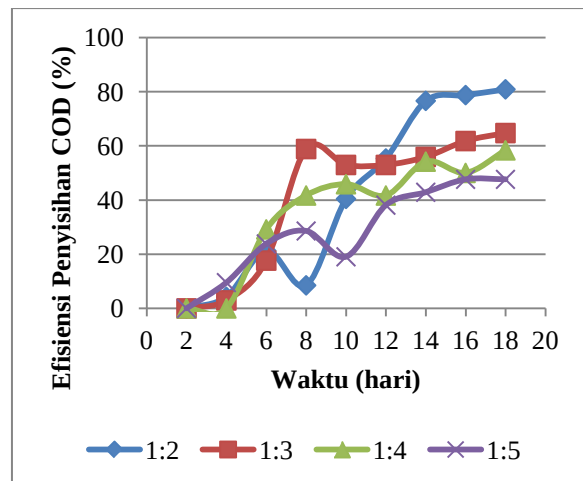
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa biogas pada masing-masing perbandingan substrat mengalami kenaikan setiap harinya. Jumlah volume biogas untuk perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 berturut-turut adalah 23.300, 19.150, 16.230, dan 14.930 dan mL. Jumlah volume biogas terbesar yaitu pada perbandingan eceng gondok 1:2. Sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Subramanian dalam Yonathan [2012] bahwa jumlah biogas yang dihasilkan bergantung pada jumlah substrat. Oleh karena itu volume biogas yang dihasilkan juga mengalami kenaikan seiring dengan naiknya jumlah substrat yang digunakan masing-masing variabel.

Produksi biogas yang didapat selanjutnya dianalisa menggunakan *gas chromatography*. Dari hasil analisa GC didapatkan konsentrasi biogas untuk perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5 secara berurutan yaitu 11.924 ppm (1,19%), 10.260 ppm (1,02%), 9.539 ppm (0,95%) dan 34,52 ppm (0,003%).

3.2 Efisiensi Penyisihan COD

Chemical Oxygen Demand merupakan parameter yang menunjukkan jumlah oksigen total yang dibutuhkan untuk

mengoksidasi materi organik secara kimia. Mikroorganisme terus menerus melakukan proses metabolisme sepanjang kebutuhan energinya terpenuhi dan akan menghasilkan senyawa-senyawa yang dapat memberikan dampak terhadap turun naiknya COD [Hanifah, dkk., 2001]. Gambar 4 memperlihatkan konsentrasi penyisihan COD terhadap waktu fermentasi.



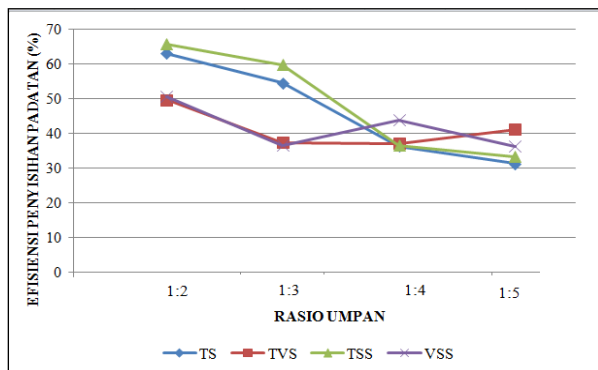
Gambar 4. Efisiensi Penyisihan COD

Dari masing-masing perbandingan substrat maka efisiensi penyisihan COD yang paling baik terdapat pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 yaitu sebesar 80,85% diikuti dengan perbandingan eceng gondok dan air 1:3, 1:4 dan 1:5 secara berurutan yaitu 64,71%; 58,33%; dan 47,62%. Menurut Suriadi [1997] semakin tinggi konsentrasi COD substrat maka semakin besar jumlah penyisihan COD. Penyisihan COD pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 merupakan penyisihan yang tertinggi, sedangkan efisiensi terendah pada perbandingan eceng gondok dan air 1:5. Menurut Kresnawaty [2008] penurunan nilai COD disebabkan karena telah terjadi proses hidrolisis. Pada tahap tersebut, bahan organik dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai nutrisi dan mengubahnya ke dalam bentuk senyawa yang lebih sederhana.

3.3 Efisiensi Penyisihan Kandungan Padatan

Pengaruh jumlah perbandingan eceng gondok dan air terhadap kandungan padatan

untuk setiap variasi ditampilkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Efisiensi Penyisihan Kandungan Padatan

Dapat dilihat pada Gambar 5, efisiensi penyisihan padatan yang tertinggi diperoleh pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2, dan efisiensi yang terendah pada perbandingan eceng gondok dan air 1:5.

Parameter penting pada proses anaerob adalah total padatan (TS) organik yang merupakan ukuran senyawa penyusun material seperti karbohidrat, protein, dan lemak. Seluruh substrat tersebut dapat dikonversi menjadi asam-asam teruapkan dan metan [Sasongko, 2010]. Untuk efisiensi penyisihan TS pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 yaitu 63,04% sedangkan pada perbandingan eceng gondok dan air 1:5 yaitu 31,25%. Efisiensi perombakan organik TS untuk perbandingan 1:2 sebesar 58-63%. Reduksi total solids ini disebabkan perombakan bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme [Ratnaningsih, 2009]. Nilai efisiensi perombakan organik TS yang cukup tinggi dikarenakan kandungan bahan organik pada limbah makanan cukup tinggi dan mengandung unsur protein, lemak, dan karbohidrat. Karakteristik yang demikian membuat bahan tersebut mudah dicerna oleh mikroorganisme atau mudah diolah secara biologis [Santoso, 2010].

Untuk efisiensi penyisihan TVS tertinggi diperoleh pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 dan yang terendah yaitu perbandingan eceng gondok dan air 1:5. Perolehan perbandingan eceng gondok dan

air 1:2, 1:3, 1:4 dan 1:5 secara berurutan yaitu 49,60%, 37,25%, 37,18%, dan 41,03%. Peningkatan efisiensi penyisihan TVS menunjukkan di dalam bioreaktor terjadi proses degradasi senyawa organik oleh mikroorganisme non metanogen [Ni'mah, 2014].

Parameter TSS sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan mikroorganisme didalam bioreaktor. Parameter ini dilakukan untuk mengetahui berapa banyak total padatan tersuspensi didalam air buangan [Sharifani dan Soewondo, 2009]. Dari Gambar 5 persentase tertinggi terdapat pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 yaitu 65,76% dan yang terendah yaitu pada perbandingan eceng gondok dan air 1:5 dengan persentase 33,33%. Semakin tingginya efisiensi dari penyisihan maka penyisihan konsentrasi padatan semakin baik. Perbedaan besarnya nilai penurunan padatan pada setiap bioreaktor dipengaruhi oleh kondisi mikroorganisme pengurai pada setiap bioreaktor dengan kondisi lingkungan pada bioreaktor sangat mempengaruhi proses. Banyaknya substrat pada bioreaktor menambah jumlah mikroorganisme pengurai bahan organik sehingga penyisihan padatan lebih besar dibandingkan pada bioreaktor lainnya [Winarni, dkk., 2011].

Pertumbuhan mikroorganisme dapat dilihat menggunakan parameter VSS. Konsentrasi biomassa di dalam sistem digester diukur sebagai padatan volatil tersuspensi (VSS) yang terdapat di dalam bioreaktor dan substrat [Ahmad, 2000]. Pada Gambar 5 penyisihan VSS cenderung mengalami fluktuasi pada setiap perbandingan eceng gondok dan air. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan efisiensi pada perbandingan eceng gondok dan air 1:4 yaitu 43,75%. Sedangkan untuk perbandingan eceng gondok dan air 1:2, 1:3 dan 1:5 secara berurut yaitu 50,50%, 36,46%, dan 36,36%. Namun pada penyisihan VSS ini perolehan tertinggi pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2, dimana semakin besar konsentrasi substrat efisiensi penyisihan VSS yang didapatkan juga semakin besar [Winarni, dkk., 2011].

Jika suatu sistem memiliki VSS yang rendah maka menandakan mikroorganisme tidak tumbuh dengan baik karena kondisi lingkungan yang tidak memadai [Sharifani, 2009].

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan didapat beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Produksi biogas dari eceng gondok menggunakan bioreaktor *batch* anaerob menghasilkan biogas dengan kandungan metana tertinggi yaitu 1,19%.
2. Nilai penyisihan COD terbesar pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 yaitu sebesar 22.500 mg/L dan efisiensi penyisihan COD tertinggi pada perbandingan 1:2 sebesar 80,85%. Dari hasil yang diperoleh bahwa perbandingan eceng gondok dan air mempengaruhi efisiensi penyisihan COD.
3. Efisiensi penyisihan padatan yang didapatkan menunjukan bahwa pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 lebih tinggi nilai efisiensi penyisihannya dibandingkan dengan perbandingan lainnya. Efisiensi penyisihan padatan tertinggi dicapai pada perbandingan eceng gondok dan air 1:2 dengan TS sebesar 63,04%, TSS sebesar 65,76%, TVS sebesar 49,60% dan VSS sebesar 50,50%. Dimana konsentrasi padatan yang semakin tinggi (rasio substrat semakin kecil) maka efisiensi penyisihan juga akan semakin besar.
4. Kondisi operasi produksi biogas pada pH 7 dan suhu ruang dengan perbandingan eceng gondok dan air 1:2. Produksi total biogas dengan kondisi operasi tersebut pada bioreaktor 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5 berturut-turut adalah 23,3 liter, 19,1 liter, 16,2 liter, dan 14,9 liter. Dengan demikian dapat diketahui produksi biogas tertinggi diperoleh pada perbandingan substrat yang besar yaitu perbandingan eceng gondok dan air 1:2.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, J. dan G. R. Mahadin. 2012, *Natrium hidroksida (NaOH) Sebagai Hidrolisa Basa Dalam Pre-Treatment Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Eceng Gondok (Eichornia crassipes)*. Paper and Presentation of Chemical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya.
- Ahmad, A., T. Setiadi dan I.G. Wenten. 2000, *Pemakaian Bioreaktor Membran Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Proses II-2000 21 Maret. Jurusan Teknik Gas dan Petrokimia, UI.
- BPPT Indonesia Energy Outlook, 2014, Pusat Teknologi Pengembangan Sumber Daya Energi.
- Hanifah, T.A, J. Christine, dan T.N., Titania. 2001, *Pengolahan limbah cair tapioka dengan teknologi EM (Effective Microorganisms)*, Jurnal Natur Indonesia III (2): 95-103.
- Khorshidi, N., and B. Arian. 2008, *Experimental Practice in order to Increasing Efficiency of Biogas Production by Treating Digestate of Sludge*, Tesis, University College of Boras School of Engineering.
- Kresnawaty, I., I. Susanti., Siswanto., dan Panji, T.. 2008, *Optimasi Produksi Biogas Dari Limbah Lateks Cair Pekat Dengan Penambahan Logam*. Jurnal Menara Perkebunan. Vol 76(1), hal 23-35. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia : Bogor.
- Ni'mah, L., 2014, *Biogas From Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture : Composition Effect*. Jurnal, Chemica, Vol. 1, No. 1, 1-9.
- Raini, Y. 2011, *Pemanfaatan Limbah Styrofoam Dan Limbah Serbuk Kayu Dengan Panambahan Serat Eceng Gondok Sebagai Material Komposit Dalam Pembuatan Papan Partikel*, <http://yenirahmandika.blogspot.com>. Diakses pada 13 Maret 2012.

- Ratnaningsih, H. Widyatmoko, dan T. Yananto. 2009, *Potensi Pembentukan Biogas Pada Proses Biodegradasi Campuran Sampah Organik Segar dan Kotoran Sapi Dalam Batch Reaktor Anaerob*. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol.5 No.1, Juni 2009. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti: Jakarta.
- Santoso, A. A. 2010, *Produksi Biogas Dari Limbah Rumah Makan Melalui Peningkatan Suhu dan Penambahan Urea Pada Perombakan Anaerob*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret : Surakarta
- Sasongko, W. 2010, *Produksi Biogas Dari Biomassa Kotoran Sapi Dalam Biodigester Fix Dome Dengan Pengenceran Dan Penambahan Agitasi*. Tesis, Program Pasca Sarjana. Universitas Sebelas Maret : Surakarta
- Sharifani, S dan P. Soewondo. 2009, *Degradation of Biowaste in Liquid, Slurry, and Solid Phase in Anaerob Batch Reactor as Part of Mechanichal Biological Treatment*. Skripsi, Program Studi Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Bandung.
- Trihadiningrum, Y., Basri, Hassan, M. Mukhlisin, D. Listiyanawati, D, dan N. A.A. Jalil. (2008), *Phytotechnology a Nature-Based Approach for Sustainable Water Sanitation and Conservation*, The 3rd WEPA International Forum on Water Environmental, Putra Jaya.
- Viva News. 2013, Dirut Pertamina Saatnya Indonesia Beralih Ke Energi Alternatif, <http://m.news.viva.co.id/news/read/404435-dirut-pertamina--saatnya-indonesia-beralih-ke-energi-alternatif>. Diakses pada 20 Januari 2015.
- Winarni, P., Y. Trihadiningrum dan Soeprijanto. 2011, *Produksi Biogas dari Eceng Gondok, Biogas Production From Water Hyacint*. Tesis. Program Magister Jurusan Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember : Surabaya
- Yonathan, A., A. R. Prasetya, dan B. Pramudono. 2012, *Produksi Biogas dari Eceng Gondok (Eicchornia crassipes) kajian Konsistensi dan pH Terhadap Biogas yang Dihasilkan*, Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, Vol. 1, No. 1, halaman 412-416. Universitas Diponegoro : Semarang.