



Analisa Teknoekonomi Biogas Dari Eceng Gondok dengan Stater Kotoran Sapi

Meylinda Mulyati^{1*}

¹Prodi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Katolik Musi Charitas

*meylinda@ukmc.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima 14/09/2018
Naskah Direvisi 26/12/2018
Naskah Disetujui 31/12/2018
Naskah Online 31/12/2018

ABSTRAK

Water hyacinth is a waste that can be utilized by the community as an alternative potential for biogas energy. The formation of biogas from water hyacinth requires a residence time (LT) that is still long, which is between 30-35 days for the formation of methane. So that the process of forming methane is not too long, a stater is needed so that methanogenic bacteria can increase from cow dung so that the residence time is much shorter. The process of making biogas starts from making a digester, the process of taking water hyacinth by chopping water hyacinth, preparing cattle dung stater. The purpose of this study is to analyze technically and economically biogas from water hyacinth with cow manure stater. This research was carried out through several stages, namely: preparation of raw materials, stater and plastic biogas digester and techno-economic analysis. In this study the ratio of raw material 1: 1 (water hyacinth chopped 20 kg, water 20 kg) and the addition of stater cattle dung 6 kg.

The results of this study are that the technical aspects of biogas start production after 10 days of filling the digester at pH 7.1. Biogas produced is known by direct flame test. Visible on the 10th day the resulting flame is still small, but this shows that the gas has been formed. The pH of the digester is between 4.7 and 8.5. The decrease in TS value from the inlet which is 46 kg to the outlet is 28 kg, indicating that there has been degradation in the substrate in the digester. On the economical aspect the investment cost of a biogas installation in a synthetic digester is IDR 1,500,000.00. Variable costs are the cost of water hyacinth, cow dung and water of Rp 150,000.00 per year. The Cost of Biogas Production is Rp 3,836.08 and if it is sold at a margin of 50% the selling price is Rp 5,800. The break even point in kilograms is 267.2 and in rupiahs is Rp 1.025,000.00. This payback period for investment in biogas business is 2.86 years.

Kata kunci: Eceng Gondok, Stater Kotoran Sapi, Aspek teknis, Aspek Ekonomis, Biogas

1. PENDAHULUAN

Biogas merupakan energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna yang relatif lebih sederhana. Salah satu tumbuhan yang cukup berpotensi untuk menjadi bahan baku pembentukan biogas yaitu eceng gondok. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Dibalik efek negatif, namun beberapa kemungkinan nilai ekonomis yang dapat dimanfaatkan yaitu unsur metana yang terkandung pada eceng gondok dan cukup mengandung selulosa dalam jumlah yang cukup besar, kandungan selulosa inilah yang memiliki potensi sebagai pembuatan biogas. Untuk meningkatkan efisiensi dalam pembentukan biogas dari eceng gondok, memerlukan optimalisasi peranan dari mikroorganisme, hal ini dapat dilakukan dengan

cara menambahkan stater. Dalam hal ini akan dipilih stater kotoran sapi. Kotoran sapi mengandung bakteri biodegradatif yang dapat memulai dan menyokong produksi biogas [1]. Campuran eceng gondok, kotoran sapi dan air yang di fermentasi dalam suatu ruangan yang hampa udara dengan perbandingan campuran yang sesuai dari ketiga unsur tersebut akan menghasilkan gas methana biogas yang maksimum. Perbandingan 1:1 air dan bahan baku yang paling baik adalah 1:1 [2].

Penelitian difokuskan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kotoran sapi sebagai stater dalam membantu pembentukan biogas yang ditunjukkan dengan waktu tinggal yang lebih cepat jika dibandingkan tanpa menggunakan stater. Atas dasar pertimbangan tersebut, maka akan dilihat pengaruh perbedaan bioaktivator kotoran sapi terhadap produksi

biogas dari bahan organik eceng gondok dan laju aliran massa biogas yang dihasilkan. Setelah hal ini dilakukan maka akan dilakukan analisa teknoekonomi untuk proses ini dalam skala rumah tangga.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh campuran *stater* kotoran sapi dan eceng gondok pada proses pembentukan biogas dalam tabung digester agar dapat menghasilkan biogas secara optimum dari bahan organik eceng gondok
2. Menganalisa Teknoeknomi pembentukan biogas berbahan baku eceng gondok dengan *stater* kotoran sapi untuk skala rumah tangga.

2. METODE PENELITIAN

Hal-hal yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut ini:

1. Penggunaan digester biogas dari eceng gondok yang tahan dalam kondisi asam dengan jenis material digester fiber, dan posisi digester horizontal.
2. Disain kondisi operasi digester antara lain perbandingan eceng gondok dan air masing – masing 20 kg(1:1) dan penambahan *stater* kotoran sapi 6 kg, temperatur, dan derajat keasaman (pH).
3. Menguji kelayakan teknoekonomi biogas secara ekonomi untuk skala rumah tangga.
4. Analisa digester biogas dari eceng gondok berdasarkan hasil konversi biogas yang didapatkan.

Tahapan Penelitian Analisa Teknoekonomi Biogas dari Eceng Gondok dengan *Stater* Kotoran Sapi dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Metode Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Aspek Teknis

Tahap Pengujian pH selama Proses Dekomposisi eceng gondok dengan *stater* kotoran sapi terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran pH Dekomposisi Eceng Gondok, Kotoran Sapi dan Air

Hari ke	pH	Hari ke	pH
1	7,3	8	6,3
2	6,9	9	6,5
3	6,8	10	7,1
4	5,7	13	7,9
5	5,0	16	8,4
6	4,7	18	8,5
7	5,9	21	8,5

Sumber: Pengukuran Langsung di Laboratorium

3.1.1 Instalasi Biogas Digester Plastik

Digester untuk penelitian ini yaitu berupa digester plastik yang berbentuk silinder. Model ini dipilih karena beberapa pertimbangan yaitu:

- a. Biaya murah dan mudah diperoleh.
- b. Digester biogas terbuat dari plastik dengan volume 220 liter
- c. Terdiri atas dua lubang yaitu lubang *input* dan *output*, ukuran diameter 0,5 m

Digester Biogas harus terbuat dari bahan non logam karena pada awal proses digesti eceng gondok, pH dalam proses bersifat asam yang akan mudah sekali merusak digester berbahan baku logam. Hal ini juga akan menurunkan aktivitas bakteri anaerob dalam menguraikan eceng gondok menjadi gas metana, sehingga waktu yang diperlukan untuk pembentukan gas Metana menjadi lebih lama.

3.1.2 Pengisian Bahan Baku

Setelah digester biogas dibersihkan maka bahan baku eceng gondok dan air dengan perbandingan 1:1 dengan berat masing-masing 20 kg dan menggunakan bantuan *stater* kotoran sapi sebanyak 6 kg. Eceng gondok, kotoran sapi harus baru dan tidak mengalami proses penyimpanan sebelumnya. Karena jika eceng gondok dan kotoran sapi tidak baru dan mengalami proses penyimpanan maka gas metana yang terkandung didalam eceng gondok dan kotoran sapi akan menguap. Hal ini akan menurunkan nilai konversi gas metana yang akan dihasilkan.

3.1.3 Pengamatan Parameter yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Pengukuran derajat keasaman (pH) menggunakan lakmus dilakukan selama 3 minggu atau sampai terbentuknya gas yang dibuktikan dengan nyala api. Derajat keasaman (pH) yang dibutuhkan untuk terbentuknya gas metana di dalam digester antara 7-8,5. Pada penelitian ini pH digester berada antara 4,7 hingga 8,5. Nilai pH pada digester selama pengamatan juga ada yang tidak berada pada kondisi yang dibutuhkan.

Pada awal proses, pH berada pada angka 7,3 tetapi pada hari kelima terjadi penurunan pH menjadi 4,7 dalam kondisi yang sangat asam. Hal inilah yang menyebabkan digester biogas yang terbuat dari bahan

logam akan mengalami korosi dan akan membuat proses dekomposisi menjadi lebih lama.

Pada proses pembentukan biogas pH berpengaruh pada pertumbuhan bakteri dan mempengaruhi disosiasi amonia, sulfide dan asam-asam organik, yang mana merupakan senyawa untuk pencernaan anaerob. pH pada proses perombakan anaerob biasa berlangsung antara 6,8 – 8,3. Bakteri metanogen tidak dapat toleran pada pH di luar 6,8 – 8,1; sedangkan bakteri non metanogen mampu hidup pada pH 5 – 8,5 [3]. Karena proses anaerobik terdiri dari tiga tahap yaitu tahap hidrolisis, pembentukan asam dan tahap pembentukan metana, maka pengaturan pH awal proses sangat penting. Tahap pembentukan asam akan menurunkan pH awal. Jika penurunan ini cukup besar akan dapat menghambat aktivitas mikroorganisme penghasil metana [4]. Penurunan pH terjadi karena pembentukan asam organik selama proses asidogenesis seperti asam asetat, propionate, butirat, valerat bahkan isovalerat dan isobutirat, sedangkan produk utama yang dihasilkan adalah asam lemak volatile [4].

Total Solid (TS) merupakan padatan yang terkandung dalam bahan dan akan dimanfaatkan oleh mikroba. Terjadinya penurunan nilai TS dari *inlet* yaitu 46 kg ke *outlet* yaitu 28 kg, menunjukkan telah terjadi degradasi pada substrat di dalam digester. Sejalan dengan penurunan TS, juga terjadi penurunan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) karena bakteri membutuhkan oksigen untuk merombak substratnya. Pengambilan sampel untuk analisis dilakukan pada inlet (saat pertama memasukkan bahan baku) dan pada *outlet* (hari ke 21, sebelas hari setelah biogas terbentuk). Mikroorganisme membutuhkan nitrogen dan karbon untuk proses asimilasi. CN ratio menunjukkan perbandingan jumlah dari kedua elemen tersebut. CN ratio dengan nilai 30 (C/N = 30/1 atau carbon 30 kali dari jumlah nitrogen) akan menciptakan proses pencernaan pada tingkat yang optimum, bila kondisi yang lain juga mendukung [5].

3.1.4 Pengamatan Nyala Api Biogas

Biogas mulai memproduksi setelah 10 hari pengisian digester. Biogas yang dihasilkan diketahui dengan uji nyala langsung. Terlihat pada hari ke-10 nyala api yang dihasilkan masih kecil, tetapi ini menunjukkan bahwa gas sudah terbentuk. Berdasarkan uji pembakaran, kualitas api terlihat berwarna biru. Nilai konversi biogas ke minyak tanah tidak jauh berbeda seperti yang dilakukan [5] untuk mendidihkan 22 liter air diperlukan minyak tanah sebanyak 0,58 liter dan 0,62 liter atau 0,026 liter dan 0,028 liter. Nilai konversi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung kelayakan ekonomis instalasi biogas dengan digester plastik.

3.1.5 Kecepatan Pembentukan Biogas

Kecepatan pembentukan biogas dihitung untuk mengetahui pengaruh kotoran sapi sebagai *stater* dalam mendekomposisi bahan organik sehingga

dapat mempercepat proses fermentasi. Kecepatan pembentukan biogas terjadi mulai hari ketujuh dimana pH sudah mulai berubah dari sebelumnya kondisi asam yaitu 4,7 pada hari kelima menjadi 5,9 pada hari ketujuh. Substrat dalam kotoran sapi telah mengandung bakteri penghasil gas metana (*methanobacter*) yang terdapat di dalam perut hewan ruminansia. Keberadaan bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi, oleh karena itu kotoran sapi dapat juga digunakan sebagai pemicu atau *stater* sehingga proses pembentukan biogas pada *digester* dapat dilakukan lebih cepat. Selain itu kotoran dalam kondisi segar lebih mudah diproses dibandingkan dengan kotoran yang lama dan atau dikeringkan, disebabkan karena hilangnya *substrat volatil solid* selama waktu pengeringan.

3.2 Aspek Ekonomis

3.2.1 Harga Pokok Produksi

Dalam menentukan Harga Pokok Produksi (HPP) dilakukan secara estimasi. Harga Pokok Produksi diperoleh dengan menjumlahkan seluruh biaya yang dikeluarkan perusahaan selama satu tahun. Berikut data untuk menentukan harga pokok produksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Harga Pokok Produksi Biogas

No	Uraian Biaya	Biaya per 3 minggu (Rp)	Biaya per 3 Bulan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)
1	Biaya Tetap: Tenaga Kerja Langsung	50.000,00	200.000,00	800.000,00
	Depresiasi Alat	-	-	75.000,00
2	Biaya Variabel: Eceng gondok, kotoran sapi dan air	-	-	150.000,00
Total Harga Pokok Produksi (Rp):				1.025.000,00

Kapasitas produksi per 3 minggu = Gas yang dihasilkan dari alat fermentasi biogas = 16,7 kg
 Kapasitas Produksi pertahun = 16.7 kg x 16 kali/tahun = 267.2 kg/tahun

$$\text{HPP per kilogram} = \frac{\text{Harga Pokok Produksi pertahun}}{\text{kapasitas produksi pertahun}}$$

$$= \text{Rp } 3.836,08/\text{kg}$$

3.3.2 Break Even Point

Titik balik modal (*break even point*) dalam satuan kilogram adalah sebesar 267,2 dan dalam rupiah sebesar Rp 1.025.000,00.

3.3.3 Payback Period

Payback period untuk investasi usaha biogas ini adalah selama 2,86 bulan.

Biaya investasi meliputi semua kebutuhan pengeluaran yang dipakai untuk merancang instalasi biogas digester plastik, yaitu untuk pembelian bahan dan pengerjaan instalasi biogas yaitu sebesar Rp 1.500.000,00.

Jika biogas dijual perkilogram dengan margin 50%, maka harga jual biogas yang dapat ditawarkan ke pada konsumen adalah $Rp\ 3.836,08 + (Rp\ 3.836,08 \times 50\%) = Rp\ 5754,12 \approx Rp\ 5.800/kg$. Margin 50% digunakan dengan pertimbangan kewajaran, dimana dengan harga jual Rp 5.800 dibanding dengan harga bahan bakar lain terutama minyak tanah (harga perliter Rp 8.500,00), harga ini jauh lebih murah. Jika dibandingkan dengan nilai kalornya, maka dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Perbandingan Nilai Kalor dan Harga Bahan Bakar di Pasaran

No	Bahan Bakar	Nilai Kalor(kal/kg)	Harga (Rp)
1	Minyak tanah	11.000	8.500/lt*)
2	Gas LPG	11.900	7.355/kg*)
3	Biogas	11.900,23	5.800/kg

*) [6]

Harga pokok produksi menunjukkan bahwa biogas ini tergolong murah karena dengan harga jual biogas per kilogramnya masih dapat terjangkau oleh masyarakat. Berdasarkan tabel 4 terlihat harga ini dapat bersaing dengan harga sumber bahan bakar lainnya yaitu minyak tanah dan gas LPG Pertamina. Hal ini menunjukkan bahwa biogas ini lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar lain dengan tidak mengurangi nilai kalornya.

Total biaya produksi yang digunakan untuk memproduksi biogas ini adalah sebesar Rp 1.025.000,00/tahun untuk kapasitas produksi per tahun sebanyak 267.2 kg. Keuntungan diambil dengan margin 50% dari harga pokok produksi sehingga harga jual biogas ini menjadi Rp 5.800,00/kg.

Biogas ini terbuat dari limbah yang mudah diperoleh, tersedia dalam jumlah banyak dan harga sangat murah atau malah bisa diperoleh secara gratis, serta pembuatannya pun relatif mudah. Untuk melihat efisiensi/penghematan bahan bakar, dapat juga dilakukan dengan membandingkan nilai kalori persatuan rupiahnya. Hal ini dilakukan berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan oleh [6].

Dari data perbandingan efisiensi bahan bakar pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa harga per kilo kalori biogas dari eceng gondok dan kotoran sapi ini jauh lebih murah jika dibandingkan harga minyak tanah dan gas LPG PERTAMINA. Jika suatu rumah tangga membutuhkan minyak tanah sebanyak 4 liter perhari, dimana nilai kalori minyak tanah adalah 11.000 kal, maka kebutuhan energi rumah tangga terhadap minyak tanah adalah 44.000 kal/hari. Jika harga minyak tanah saat ini adalah Rp 8.500,00 maka satu keluarga membutuhkan biaya energi sebesar Rp 34.000,00 per hari. Nilai kebutuhan energi minyak tanah ini dijadikan sebagai dasar perbandingan

kebutuhan kalori dari dua bahan bakar yang berbeda yakni LPG PERTAMINA dan biogas dari eceng gondok dengan *stater* kotoran sapi.

Perbandingan konsumsi energi bahan bakar ini dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Perbandingan Biaya Konsumsi Energi Rumah Tangga

Item	Minyak Tanah	LPG PERTAMINA	Biogas
Harga per kg atau per liter	8.500,00	7.355,00	5.800,00
Jumlah Kalori(kal)	11.000	11.900	11.900,00
Kebutuhan energi per hari (4L Minyak Tanah x 11.000)	44.000	44.000	44.000
Kebutuhan Rumah Tangga/hari (L atau Kg)	4	3,698	3,698
Harga Konsumsi (Rp)	34.000,00	27.194,96	21.445,38

Dari pengolahan data pada tabel 9 di atas dapat dilihat bahwa untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sebesar 44.000 kal/hari dengan menggunakan LPG PERTAMINA diperoleh biaya konsumsi energi sebesar Rp 27.194,96. Sedangkan dengan menggunakan biogas dari eceng gondok, biaya konsumsi energi untuk memenuhi kebutuhan energi rumah tangga sebesar 44.000 kal hanya dibutuhkan biaya Rp. 21.445,38. Dari hasil perbandingan biaya konsumsi energi ini, terlihat jelas efisiensi yang dihasilkan jika menggunakan biogas dari eceng gondok. Selain untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil yang *unrenewable* dan *unsustainable*, pemanfaatan biogas dari eceng gondok juga menjadi dapat menjadi alternatif energi murah, terutama untuk kalangan ekonomi menengah kebawah.

4. KESIMPULAN

1. Pengaruh campuran *stater* kotoran sapi dan eceng gondok pada proses pembentukan biogas dalam tabung digester adalah untuk membantu proses penguraian eceng gondok menghasilkan biogas terlihat dari waktu pembentukan biogas yang menjadi relatif lebih pendek menjadi 10 hari.
2. Analisa teknoekonomi biogas dari eceng gondok dengan *stater* kotoran sapi, dari aspek teknis biogas mulai berproduksi setelah 10 hari pengisian digester pada pH 7,1. Biogas yang dihasilkan diketahui dengan uji nyala langsung. Terlihat pada hari ke-10 nyala api yang dihasilkan masih kecil, tetapi ini menunjukkan bahwa gas sudah terbentuk. pH digester berada antara 4,7 hingga 8,5. Pada aspek ekonomis biaya investasi

instalasi biogas digester palstik sebesar Rp 1.500.000,00. Biaya variabel yaitu biaya eceng gondok, kotoran sapi dan air sebesar Rp 150.000,00 pertahun. Harga Pokok Produksi biogas adalah Rp 3.836,08 dan jika dijual dengan margin 50% maka harga jual Rp 5.800,00. Titik balik modal (*break even point*) dalam satuan kilogram adalah sebesar 267,2 dan dalam rupiah sebesar Rp 1.025.000,00. *payback period* untuk investasi usaha biogas ini adalah selama 2,86 tahun.

3. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sayago, M. 2008. Ketika Minyak Tanah Menjadi Barang Langka Bagi Masyarakat. Biogas yang Dihasilkan dari Eceng Gondok Bisa Menjadi Solusinya. diakses dari <http://lingkunganhijau-noor.blogspot.com/2008/03/biogas-eceng-gondok.html> tanggal 1 Mei 2017
- [2] Mulyati, M. 2009. Desain Reaktor Biogas Dari eceng Gondok Skala Rumah Tangga. Penelitian DIPA Kopertis. STT Musi. Palembang
- [3] Hermawan, Beni dkk. 2007. Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- [4] Perdana, A. N. C. 2013. Pendayagunaan Limbah Serasah di Universitas Muhammadiyah Surakarta menggunakan Dua Jenis Feses untuk Produksi Biogas Skala Laboratorium. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- [5] Kota, Paulus Raja. 2009. Pengembangan Teknologi Biogas dengan Pemanfaatan Kotoran Ternak dan Jerami Padi Sebagai Alternatif Energi Pedesaan. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [6] Widarti, dkk. 2007. *Studi eksperimental Karakteristik Briket Organik dengan Bahan baku Dari PPLH Seloliman*. Teknik Fisika ITS. Surabaya.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)