

# PEMBERIAN PRA-PERLAKUAN (*PRE-TREATMENT*) PADA ECENG GONDOK SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM PEMBUATAN BIOGAS

## *The Using of Pre-treated Water Hyacinth as Raw Material on Biogas Production*

Purwinda Iriani, M.Si.

Jurusan Teknik Konversi Energi-Politeknik Negeri Bandung

Email: purwinda\_iriani@yahoo.com

### Abstrak

Pembuatan biogas merupakan salah satu upaya diversifikasi proses pengadaan sumber energi terbarukan, yang saat ini pengembangan teknik dalam kombinasi bahan baku biomassa dan kotoran sapi masih terus dilakukan. Pada penelitian ini, dilakukan produksi biogas dengan tujuan mengukur pengaruh pemberian pra-perlakuan pada eceng gondok terhadap potensi energi yang dihasilkan, dibandingkan pada eceng gondok yang tidak diberi pra-perlakuan (kontrol). Dilakukan dua jenis pra-perlakuan yaitu pra-perlakuan secara fisik (dengan menggunakan pengeringan alami oleh cahaya matahari) dan kimiawi (perendaman bahan baku menggunakan NaOH 3%). Bahan baku yang digunakan adalah campuran eceng gondok dan kotoran sapi dengan perbandingan komposisi 3:1. Pembuatan biogas dilakukan di dalam digester 19 L dengan menggunakan fermentasi anaerob dengan sistem batch dengan waktu inkubasi selama 42 hari pada suhu ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai potensi energi paling tinggi diperoleh pada digester dengan pra-perlakuan kimia dengan nilai 1618.77 kJ/L di hari ke-10, sedangkan pada digester pra-perlakuan fisik adalah 1146.22 kJ/L di hari ke-6 dan pada kontrol adalah 1412.95 kJ/L.

Kata Kunci: Pra-perlakuan hidrolisis alkali, Biogas, Eceng gondok

### Abstract

*The development of biogas production techniques using a mixture of biomass and animal husbandry manure as its raw material is been undergoing. Water hyacinth is one of biomass resources that grows wild on open waters and begins to be used as raw material for biogas production. This research had been conducted a biogas production using several pre-treatments on the water hyacinth, in order to compare the potential energy that produced in the pre-treated water hyacinth biogas production, compare to the non-pretreated one. There were two types of pre-treatments that used, physical treatment (using natural drying from the sunlight) and chemical pre-treatment (immersing the water hyacinth in the 3% NaOH solution). The biogas raw material was a mixture of water hyacinth and cow dung with comparison ratio 3:1. The biogas digester were using a 19 L water gallon and the biogas production was undergo in a anaerobic condition, batch system, within 42 days at room temperature. The results showed that the highest energy potential value was obtained at day 10 on the chemical pre-treatment digester, which was 1618.77 kJ / L, whereas on the pre-physical treatment digester was 1146.22 kJ / L and the control was 1412.95 kJ / L at day 6.*

*Key words: Pre-treatment of alkaline hydrolysis, Biogas, water hyacinth.*

## PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai ketersediaan energi fosil yang semakin menipis dan penggunaannya yang semakin meningkat, menjadi titik tolak mulai diperhatikannya penggunaan energi baru dan terbarukan sebagai sumber energi alternatif. Pengembangan energi alternatif khususnya energi terbarukan, terus dilakukan dalam rangka mendukung program ketahanan energi nasional. Salah satu energi terbarukan yang mulai diimplementasikan dan dikembangkan di masyarakat Indonesia adalah biogas. Biogas

dengan komposisi utama gas metan, memiliki potensi yang cukup baik untuk dijadikan bahan bakar serta menghasilkan pembakaran yang lebih ramah lingkungan.

Pada saat ini pembuatan biogas dengan menggunakan kotoran sapi mulai dikembangkan dengan penggunaan biomassa sebagai bahan baku. Biomassa dari tanaman yang tumbuh dalam populasi tinggi dan hidup sebagai gulma juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biogas.

Salah satu biomassa yang mudah didapat memiliki kelimpahan cukup tinggi adalah eceng gondok.

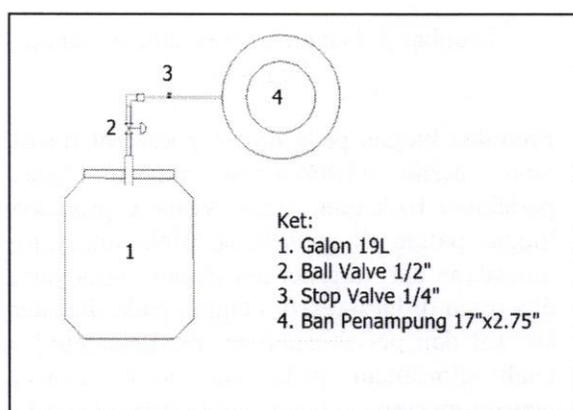
Beberapa penelitian mengenai penggunaan eceng gondok di dalam pembuatan biogas telah dilakukan. Pada umumnya, proses penggunaan eceng gondok tanpa melalui proses pra-perlakuan (pra-perlakuan). Proses pra-perlakuan sendiri bertujuan agar struktur kompleks pada bahan berselulosa dapat dengan mudah terhidrolisis dan ditembus oleh aktivitas enzimatik mikroorganisme, sehingga hasil biogas yang diperoleh akan lebih cepat dan tinggi (Hanjie, 2010)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan.

*Preparasi Alat dan Bahan*

Pada tahap ini dilakukan preparasi alat dan bahan yang merupakan komponen utama dalam pembuatan biogas, meliputi desain dan pembuatan digester volume 19 L dengan tipe *batch* (pemasukan bahan hanya satu kali). Desain digester dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Desain Digester Biogas Volume 19 L**

Preparasi bahan baku lainnya adalah eceng gondok, alat dan bahan-bahan pendukung proses pra-perlakuan eceng gondok, kotoran sapi (*starter*) dan inkubator yang digunakan selama proses fermentasi anaerobik.

Komposisi senyawa organik pada bahan baku berpengaruh terhadap proses fermentasi yang berlangsung. Berdasarkan hal tersebut, akan dilakukan tahap analisis komposisi kimia

terhadap eceng gondok dan kotoran sapi. Analisis kimia tersebut meliputi kadar air, kadar abu, C-organik (karbon) dan Nitrogen.

*Pra-perlakuan Eceng Gondok.*

Pada tahap ini dilakukan dua metode pra-perlakuan, yaitu :

a. Pra-perlakuan secara fisik

Pada tahap ini, eceng gondok dicacah hingga ukuran 1-2 cm untuk selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari. Setelah pengeringan, eceng gondok untuk kemudian dibuat bubuk. Bubuk eceng gondok kemudian ditambahkan air dengan perbandingan 1 : 9 (w/w) (Ofoefule, 2011).

b. Pra-perlakuan secara kimiawi

Metode pra-perlakuan secara kimiawi yang dilakukan adalah menggunakan senyawa alkali, yaitu NaOH (Patil *et.al.*, 2011). Pada tahapan ini, eceng gondok dimasukkan ke dalam larutan NaOH 3% yang kemudian didiamkan selama 2 hari. Perbandingan jumlah eceng gondok dan larutan NaOH adalah 1 : 1 (w/w). Derajat keasaman (pH) campuran eceng gondok diatur hingga mencapai pH 7 dengan pembilasan menggunakan air PAM berkali-kali.

Sebagai kontrol dari kedua perlakuan di atas, digunakan eceng gondok segar yang hanya dipotong sampai ukuran 5-10 cm.

*Fermentasi anaerobik sistem batch feeding*

Bahan campuran sendiri terdiri dari perbandingan eceng gondok dan kotoran sapi sebesar 3 : 1. Volume digester yang akan digunakan hingga 90% dari volume total digester. Jenis fermentasi yang digunakan pada penelitian ini adalah anaerobik dengan sistem pengisian bahan baku satu kali (*batch feeding*). Fermentasi di setiap digester baik kontrol dan perlakuan (pra-perlakuan fisik dan kimiawi) dilakukan selama 30 hari, dengan kondisi fisik lingkungan fermentasi adalah pH 6,8 – 7, di temperatur lingkungan 25-30 °C.

*Pengambilan dan analisis data*

Data hasil fermentasi diambil setiap 4 (empat) hari sekali pada setiap digester. Parameter

yang diukur meliputi temperatur sekitar digester, volume biogas, dan komposisi gas yang terkandung. Data yang diperoleh dari setiap digester kemudian dianalisis. Pada analisis komposisi gas, sampel akan dibawa dan diukur menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC). Gas yang akan dideteksi oleh alat tersebut adalah CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub>.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil analisis kandungan senyawa organik dari eceng gondok dan *sludge* kotoran sapi yang digunakan sebagai bahan baku ditunjukkan pada Tabel.1 dan Tabel.2

Tabel.1 Karakteristik Eceng Gondok

Parameter	Satuan	Hasil analisa
C-Organik	%BK	50.88
NTK	%BK	0.78
Kadar Air	%BB	90.37
Berat Jenis	gr/cm3	0.47
Kadar Abu	%BK	8.03

Tabel.2 Karakteristik *Sludge* kotoran sapi

Parameter	Satuan	Hasil analisa
C-Organik	%BK	59.34
NTK	%BK	1.28
Kadar Air	%BB	83.79
Kadar Abu	%BK	12.84
Berat Jenis	gr/cm3	1.03

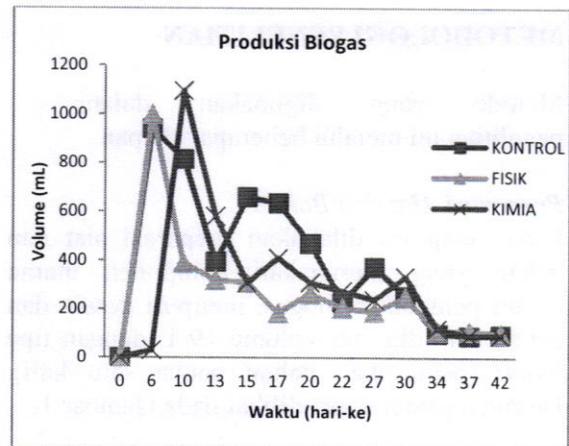
Pada Tabel 1. Dan Tabel 2 dapat dilihat bahwa eceng gondok dan *sludge* kotoran sapi memiliki kadar air yang sangat besar, yakni 90,37% dan 83,79%. Kadar C-Organik keduanya menunjukkan nilai yang cukup tinggi yang menunjukkan bahwa keduanya merupakan bahan berselulosik cukup tinggi (lebih dari 50%).

Pada penelitian ini digunakan perbandingan penggunaan massa eceng gondok dan kotoran sapi sebanyak 3 : 1. Nilai rasio C/N bahan campuran adalah 58,55. Nilai rasio tersebut berada di atas nilai rasio C/N yang optimum untuk proses anaerob, yaitu 25-30 (Simamora, 2006), sehingga pada lama pembentukan biogas dan komposisinya akan berpengaruh.

Untuk itu dilakukan proses pra-perlakuan bagi eceng gondok dengan kontrol (tanpa pemberian pra-perlakuan) sebagai pembanding.

**Pengaruh Pra-Perlakuan Terhadap Produksi Biogas**

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa secara umum produksi biogas telah dihasilkan pada hari ke-6 di setiap digester, namun profil peningkatan produksi tersebut tidak berlangsung lama dimana seluruh digester menunjukkan adanya penurunan produksi hingga hari ke-42.

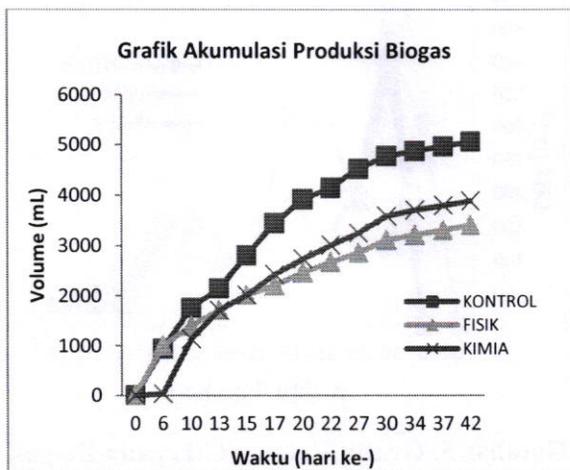


Gambar 2. Produksi Biogas Pada Setiap Digester

Produksi biogas pada digester kontrol relatif lebih besar dibandingkan digester pada perlakuan fisik dan kimia. Volume produksi biogas paling tinggi sebesar 1095 mL yang dihasilkan dari digester perlakuan kimia yang diperoleh di hari ke-10. Namun pada digester kontrol dan perlakuan fisik, produksi biogas telah dihasilkan pada hari ke-6 dengan masing-masing volume 1000 mL dan 940 mL.

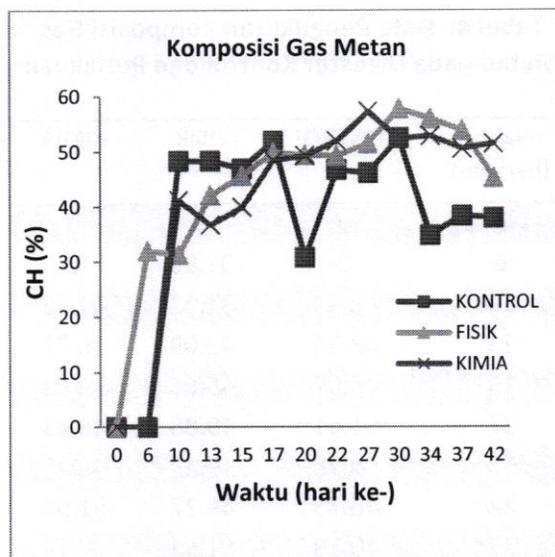
Produksi biogas berkorelasi dengan proses pembentukan gas metan. Pada Gambar 3 dan Tabel 3 dapat dilihat bahwa secara umum profil produksi biogas yang dihasilkan dari digester kontrol lebih besar dibandingkan digester dengan bahan baku yang diberi perlakuan. Total volume biogas tertinggi yang dihasilkan selama 42 hari adalah 5060 mL yang dihasilkan dari digester kontrol, sedangkan pada digester pra-perlakuan kimia menghasilkan 3885 mL. Total volume biogas

terendah diperoleh dari digester perlakuan fisik yaitu 3405 mL.



Gambar.3. Grafik Akumulasi Produksi Biogas Pada Setiap Digester

Perolehan total volume biogas yang dihasilkan pada digester kontrol menunjukkan profil grafik yang berlawanan dengan profil komposisi metan yang terkandung (Gambar 4).



Grafik 4. Grafik Komposisi Gas Metan pada Digester Kontrol dan Perlakuan

Dari Grafik 4 di atas diperoleh bahwa dari hari ke-0 hingga 15, digester kontrol menghasilkan komposisi gas metan lebih tinggi dibandingkan digester perlakuan. Namun setelah hari ke-15, komposisi gas metan pada digester dengan pra-perlakuan fisik dan kimia berada di atas digester kontrol. Perbandingan komposisi metan antar perlakuan sendiri menunjukkan bahwa perlakuan fisik bahan menghasilkan gas metan yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan kimia.

Tabel 3. Data Hasil Pengukuran Produksi Biogas pada Digester Kontrol dan Perlakuan

waktu (hari ke- )	Produksi Biogas (mL)			Akumulasi Produksi Biogas (mL)		
	KONTROL	FISIK	KIMIA	KONTROL	FISIK	KIMIA
0	0	0	0	0	0	0
6	940	1000	30	940	1000	30
10	815	390	1095	1755	1390	1125
12	395	320	580	2150	1710	1705
14	660	310	310	2810	2020	2015
16	635	185	410	3445	2205	2425
19	470	265	310	3915	2470	2735
21	230	205	275	4145	2675	3010
26	375	190	240	4520	2865	3250
29	255	250	335	4775	3115	3585
33	100	110	120	4875	3215	3705
36	90	110	90	4965	3305	3795
42	95	100	90	5060	3405	3885

**Tabel 4. Data Pengukuran Komposisi Gas Metan pada Digester Kontrol dan Perlakuan**

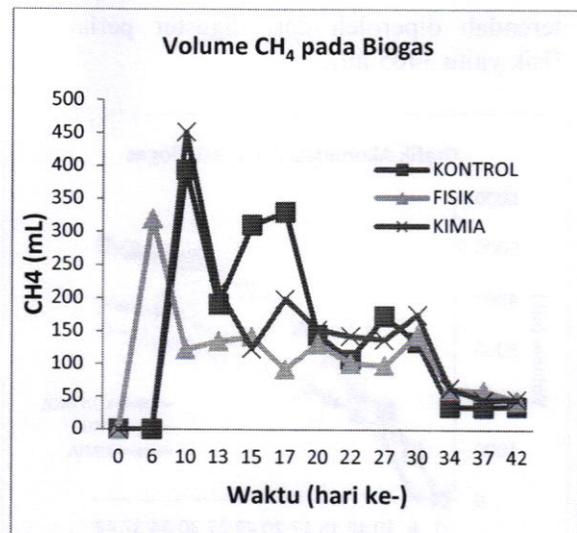
waktu (hari ke-)	KONTROL	FISIK	KIMIA
0	0	0	0
6	0	31.96	0
10	48.34	31.32	41.22
13	48.34	42.09	36.72
15	46.97	45.68	39.93
17	51.91	49.86	48.43
20	30.78	49.43	49.29
22	46.75	49.27	51.92
27	46.18	51.52	57.26
30	52.52	57.78	52.33
34	34.86	55.99	52.86
37	38.42	53.85	50.56
42	38.01	45.32	51.51

Komposisi gas CH<sub>4</sub> paling tinggi selama fermentasi adalah pada perlakuan fisik, yaitu 57,78% di hari ke-30. Nilai komposisi CH<sub>4</sub> paling tinggi pada perlakuan kimia adalah 57,26% di hari ke-27, sedangkan kontrol (tanpa perlakuan) adalah 52,52% di hari ke-30.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa eceng gondok yang diberi perlakuan fisik dan kimia memberikan nilai komposisi metan yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi hal tersebut antara lain proses hidrolisis dan acedogenesis yang menghasilkan degradasi senyawa organik lebih cepat sehingga proses metanogenesis lebih cepat dan menghasilkan gas metan lebih tinggi.

Faktor pemberian pra-perlakuan dari hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan komposisi gas metan. *Pre-treatment* merupakan tahap esensial dalam preparasi selulosa yang akan dihidrolisis secara enzimatis sehingga menghasilkan *yield* (berupa monosakarida) yang lebih tinggi. (Wyman dkk., 2005).

Kandungan metan pada setiap volume biogas yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 5. Grafik Volume CH<sub>4</sub> pada Biogas**

Dari Grafik di atas diperoleh bahwa volume gas metan yang dihasilkan pada digester kontrol relatif lebih tinggi dibandingkan digester perlakuan fisik dan kimia. Namun kandungan gas metan tertinggi diperoleh dari digester dengan perlakuan kimia di hari ke-10, yaitu sebesar 451,36 mL. Pada hari tersebut kandungan tertinggi gas metan juga dihasilkan pada digester kontrol, yaitu 393,97 mL. Pada digester perlakuan fisik, kandungan metan tertinggi diperoleh pada waktu yang lebih cepat, yakni di hari ke-6 dengan volume sebesar 319,6 mL.

Pada proses produksi gas metan yang dihasilkan selama fermentasi, diperoleh potensi energi yang dihasilkan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Dari hasil perhitungan nilai kalor biogas dan potensi energi yang dihasilkan selama proses fermentasi diperoleh bahwa nilai kalor biogas tertinggi diperoleh dari digester kimial pada hari ke-10, yakni sebesar 1618,77 kJ/L. Nilai tertinggi pada digester kontrol juga diperoleh pada hari yang sama dengan nilai 1412.95 kJ/L. Berbeda dengan pra-perlakuan fisik, potensi energi tertinggi diperoleh pada hari ke-6 dengan denilai 1146,22 kJ/L.

Potensi energi yang dihasilkan dari ketiga digester dipengaruhi komposisi gas metan dan volume biogas yang dihasilkan, sehingga komposisi gas metan paling tinggi tidak berkorelasi dengan nilai potensi energi tertinggi apabila volume gas yang dihasilkan tidak dalam jumlah banyak.

**Tabel 5. Nilai Kalor Biogas dan Potensi Energi yang Dihasilkan**

waktu (hari ke-)	Nilai Kalor Biogas (kJ/L)			Potensi Energi (kJ/L)		
	KONTROL	FISIK	KIMIA	KONTROL	FISIK	KIMIA
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	1146.22	0.00	0.00	1146.22	0.00
10	1733.68	1123.27	1478.33	1412.95	438.08	1618.77
13	1733.68	1509.53	1316.94	684.80	483.05	763.82
15	1684.55	1638.28	1432.06	1111.80	507.87	443.94
17	1861.72	1788.20	1736.91	1182.19	330.82	712.13
20	1103.90	1772.77	1767.75	518.84	469.79	548.00
22	1676.66	1767.04	1862.08	385.63	362.24	512.07
27	1656.22	1847.73	2053.59	621.08	351.07	492.86
30	1883.60	2072.24	1876.78	480.32	518.06	628.72
34	1250.23	2008.04	1895.79	125.02	220.88	227.49
37	1377.91	1931.29	1813.30	124.01	212.44	163.20
42	1363.20	1625.37	1847.37	129.50	162.54	166.26

**KESIMPULAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pra-perlakuan kima pada eceng gondok memberikan nilai potensi energi paling tinggi diperoleh pada hari ke-10 pada digester dengan pra-perlakuan kima dengan nilai 1618,77 kJ/L, sedangkan pada digester pra-perlakuan fisik adalah 1146,22 kJ/L di hari ke-6 dan pada kontrol adalah 1412.95 kJ/L.

**DAFTAR PUSTAKA**

Gong, C.S., N.J. Cao, J. Du, G.T. Tsao .1999. Ethanol Production from Renewable Resources..*Biotechnology*,Vol. 65

Hanjie, Zhang. 2010 .*Sludge Treatment To Increase Biogas Production*. Trita-LWR Degree Project 10-20. Sweden

Ofoefulel A. U , E. O. Uzodinmal And O. D. 2009. Comparative Study Of The Effect Of Different Pretreatment Methods On Biogas Yield From Water Hyacinth (Eichhornia Crassipes), *International Journal Of Physical Sciences* Vol. 4 (8), Pp. 535-539, September, 2009

Patil J.H., Molayan Lourdu, Antony Raj, Shetty Vinaykumar, Hosur Manjunath And Adiga Srinidhi. 2011. Biomethanation Of Water Hyacinth,

Poultry Litter, Cow Manure And Primary Sludge: A Comparative , Analysis, *Research Journal Of Chemical Sciences* Vol. 1(7), 22-26.

Simamora, S., Salundik, Sri. W., Surajudin.2006. *Membuat Biogas*. Agro Media Pustaka, Jakarta

Wyman, C.E., E.D.Bruce, R.T.Elander, M. Holtzapple, Michael R.L. Y,Y.Lee. 2005. Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies. *J.Biosource Technology*.