



Produksi biogas dari pencerna anaerob serasah dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan sumber inokulum kotoran sapi dan kotoran ayam

REVOLUSI PRAJANINGRAT SAKTIYUDHA*

▼ Alamat korespondensi:

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret. Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126, Central Java, Indonesia. Tel./Fax.. +62-271-663375, ✉email: -

Manuskrip diterima: 30 Januari 2014.
Revisi disetujui: 28 Maret 2014.

Saktiyudha RP. 2014. Biogas production from anaerobic digesters of leaf litter and water hyacinth (Eichhornia crassipes) with a source of inoculum cattle and chicken manures. Bioteknologi 11: 23-27. Biogas is a renewable alternative energy source also has the added value, which is in the processing of waste biomass is environmentally friendly. This study aims to examine the production of biogas in anaerobic reform process based on a mixture of biomass litter substrate and water hyacinth (Eichhornia crassipes Mart. Solms) using inoculum source of cattle manure and chicken manure. Litter biomass and water hyacinth biomass were as a substrate (80%) in the anaerobic digester with inoculum source of cattle manure or chicken manure (20%) through the fermentation process. Factorial experiment with four replications performed using a completely randomized design (CRD) with two factors. The first factor in the form of variations in the substrate, the substrate control with 100 % litter, litter substrate variation and water hyacinth (75%:25%), and a mixture of litter and water hyacinth (50%:50%) . The second factor were a variation of the source of inoculum, ie cattle manure and chicken manure. Parameter measurements performed at weeks 0th, 2nd, 4th, 6th. Parameters observed were volume of biogas, CH₄ concentration, temperature, pH, COD, BOD, TS and VS. Data were analyzed by ANOVA followed by DMRT at 5 % level test. Highest production of biogas in the sixth week (862.5 ml) was showed by the treatment of 75 % litter and 25 % water hyacinth with inoculum source of cattle manure. Removal efficiency of COD; BOD; TS and VS on that treatment were amounted to 76.12 %, 32.88 %, 66.53 % and 63.74 %.

Keywords: Biogas, biomass of cattle and chicken manures, leaf litter, water hyacinth, anaerobic digester

Saktiyudha RP. 2014. Produksi biogas dari pencerna anaerob serasah dan eceng gondok (Eichhornia crassipes) dengan sumber inokulum kotoran sapi dan kotoran ayam. Bioteknologi 11: 23-27. Biogas merupakan sumber energi alternatif terbarukan juga nilai tambah, yang dalam pengolahan limbah biomassa yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji produksi biogas dalam proses reformasi anaerob berdasarkan campuran sampah biomassa substrat dan eceng gondok (Eichhornia crassipes Mart. Solms) menggunakan sumber inokulum dari kotoran sapi dan kotoran ayam. Sampah biomassa dan biomassa eceng gondok adalah sebagai substrat (80%) dalam digester anaerobik dengan sumber inokulum dari kotoran sapi atau kotoran ayam (20%) melalui proses fermentasi. Factorial percobaan dengan empat ulangan dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama dalam bentuk variasi substrat, kontrol substrat dengan 100% sampah, variasi substrat sampah dan eceng gondok (75%: 25%), dan campuran sampah dan eceng gondok (50%: 50%). Faktor kedua adalah variasi dari sumber inokulum, yaitu pupuk kandang sapi dan kotoran ayam. Pengukuran parameter dilakukan pada minggu 0, 2, 4, 6. Parameter yang diamati adalah volume biogas, konsentrasi CH₄, suhu, pH, COD, BOD, TS dan VS. Data dianalisis dengan ANOVA dilanjutkan dengan DMRT pada uji tingkat 5%. Produksi tertinggi dari biogas pada minggu keenam (862,5 ml) menunjukkan dengan pengobatan 75% sampah dan eceng gondok 25% dengan sumber inokulum dari kotoran sapi. Efisiensi penyisihan COD; Direksi; TS dan VS pengobatan yang sebesar 76,12%, 32,88%, 66,53% dan 63,74%.

Kata kunci: Biogas, biomassa ternak dan pupuk ayam, sampah daun, eceng gondok, digester anaerobik

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia. Permintaan energi dunia secara konvensional terus meningkat, sehingga diperlukan sumber-sumber energi alternatif dan terbarukan disebabkan bahan bakar fosil sangat terbatas dan penggunaannya dapat berakibat negatif terhadap lingkungan (Eze dan Agbo 2010). Di lain sisi, lambat laun tersedianya minyak bumi menipis dan dikhawatirkan terjadi krisis energi yang krusial. Dengan demikian, krisis energi mendorong upaya mencari sumber energi alternatif. Upaya yang harus dilakukan adalah melalui diversifikasi energi (Purwaamijaya et al. 2012).

Menurut Indartono (2005), Negara Indonesia memiliki potensi sumber energi alternatif dan terbarukan dalam jumlah besar. Sesuai dengan Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang energi, disebutkan bahwa sumber energi terbarukan adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik. Dengan permasalahan tersebut, maka mendorong dilakukannya penelitian yang mengkaji mengenai produksi biogas melalui teknologi biokonversi (*digester*) anaerob menggunakan bahan biomassa serasah dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang dikombinasikan dengan inokulum kotoran sapi maupun kotoran ayam pada perombakan anaerob.

Nilai kesadaran penggunaan biogas sebagai penyuplai energi alternatif pada masyarakat masih kecil. Dengan kenyataan tersebut, maka mendorong dilakukannya penelitian yang mengkaji mengenai produksi biogas melalui teknologi biokonversi (*digester*) anaerob menggunakan bahan biomassa serasah dan eceng gondok (*E. crassipes*) yang dikombinasikan dengan inokulum kotoran sapi maupun kotoran ayam pada perombakan anaerob. Diharapkan dengan pemanfaatan biogas sebagai sumber energi dapat menjadi solusi permasalahan krisis energi dan meminimalisir pembuangan limbah sehingga mengurangi pencemaran serta ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Substrat yang digunakan meliputi biomassa serasah yang terdiri serasah Angsana, Jati, Akasia dan biomassa eceng gondok. Sumber inokulum menggunakan sumber inokulum kotoran sapi atau ayam. Bahan analisis kimia

meliputi $MgSO_4$, $FeCl_3$, $CaCl_2$, larutan Buffer Phospat, larutan pereaksi asam sulfat, larutan pencerna tinggi, KHP, akuades.

Cara kerja

Produksi biogas dengan waktu inkubasi selama enam minggu. Sumber inokulum menggunakan kororan sapi dan kotoran ayam. Penambahan substrat yang terdiri serasah angsana, jati dan akasia yang dicacah. Pembuatan inokulum dengan pengenceran kotoran ternak dengan perbandingan 1:1 dan dihomogenkan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui produksi biogas pada proses perombakan anaerob berbasis substrat campuran biomassa serasah dan biomassa *E. crassipes* dan mengetahui efisiensi penurunan konsentrasi bahan organik pada produksi biogas menggunakan sumber inokulum kotoran sapi dan inokulum kotoran ayam.

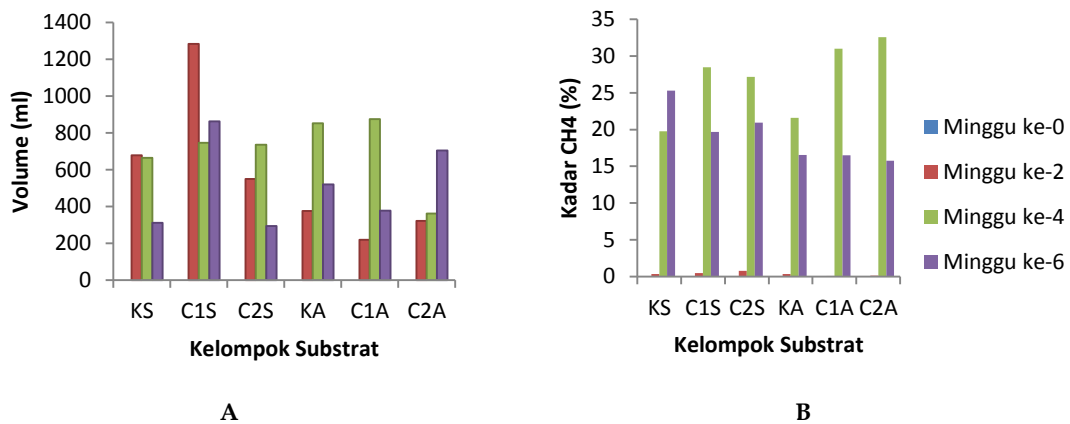
Analisis data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap olah Faktorial (RAL) dengan menggunakan dua faktor. Data yang diperoleh ialah data kualitatif dan kuantitatif. Pada data kuantitatif dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Uji lanjut menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf uji 5%. Sedangkan pada data kualitatif dianalisis dengan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi biogas

Produksi biogas ditentukan oleh sifat substrat yang digunakan. Pemilihan serasah sebagai substrat utama produksi biogas dan eceng gondok sebagai pendukung disebabkan biomassa yang cukup melimpah di alam tersebut belum banyak dimanfaatkan, terutama untuk produksi biogas. Selain itu, serasah mengandung lignin, disamping unsur-unsur lain seperti karbohidrat dan selulosa. Pada proses pendegradasian karbohidrat dan selulosa relatif lebih cepat dibandingkan lignin. Lignin menyebabkan penghambatan enzim selulase pada substrat (Sun et al. 2011). Sebagian besar biomassa daun-daunan tersusun atas lignoselulosa (Bhattacharya 2008).



Gambar 1. Volume biogas (A) dan kadar CH₄ (B) yang dihasilkan pada waktu inkubasi minggu ke-0 sampai minggu ke-6. KS: 100% serasah dan inokulum kotoran sapi. C1S: 75% serasah, 25% eceng gondok dan inokulum kotoran sapi. C2S: 50% serasah, 50% eceng gondok dan inokulum kotoran sapi. KA: 100% serasah dan inokulum kotoran ayam. C1A: 75% serasah, 25% eceng gondok dan inokulum kotoran ayam. C2A: 50% serasah, 50% eceng gondok dan inokulum kotoran ayam.

Biogas yang dihasilkan (gambar 1(a)) paling besar dengan sumber inokulum kotoran sapi ialah pada kelompok substrat 75% biomassa serasah dan 25% biomassa eceng gondok (C1), yakni sebesar 2891,75 ml. Produksi biogas pada substrat 75% serasah dan 25% eceng gondok dengan sumber inokulum kotoran sapi menghasilkan biogas perhari mencapai 68,85 ml pada skala laboratorium. Sedangkan pada sumber inokulum kotoran ayam, volume produksi biogas yang terbesar terdapat pada substrat 100% serasah (K) sebesar 1747,50 ml. Pada variasi konsentrasi 100% serasah dengan sumber inokulum kotoran ayam menghasilkan biogas sebesar 41,60 ml perhari pada skala laboratorium. Akan tetapi bila hanya difokuskan pada pengamatan minggu ke-6, produksi biogas terbesar pada digester dengan sumber inokulum kotoran sapi terdapat pada kelompok substrat biomassa serasah 75% dan 25% eceng gondok (C1) sebesar 862,5 ml. Sedangkan produksi biogas terbesar pada digester dengan sumber inokulum kotoran ayam terdapat pada substrat dengan konsentrasi 50% serasah dan 50% eceng gondok (C2) sebesar 704,75 ml. Seperti yang tertera pada gambar 3(b), dapat diketahui bahwa pada gas metan yang terbentuk minggu ke-2 masih tergolong sedikit. Namun setelah pengamatan pada minggu ke-4 terjadi pelonjakan kadar gas metan. Hal ini disebabkan oleh perombakan substrat masih didominasi proses hidrolisis, asidogenesis, dan asetogenesis. Dengan demikian, gas yang dihasilkan mayoritas masih berupa gas CO₂, H₂, dan senyawa yang bersifat asam seperti asam asetat (Luthfianto

2011). Biogas dapat terbakar apabila memiliki kandungan gas metan (CH₄) lebih dari 57% (Hammad, 1996).

Biogas yang dihasilkan tidak memperlihatkan hasil yang berbeda nyata. Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi biogas, antara lain seperti kondisi anaerob, bahan baku isian, nutrisi, pH, suhu dan starter. Faktor tersebut berperan dalam mempercepat proses fermentasi apabila kondisi lingkungan optimal mendukung pertumbuhan bakteri perombak (Simamora et al. 2006).

Efisiensi penurunan COD, BOD, TS dan VS

Produksi biogas berkorelasi negatif terhadap parameter COD dan BOD, dengan demikian semakin rendah nilai COD maupun BOD maka semakin tinggi produksi biogas (Mahajoeno 2008). Efisiensi penurunan COD dan BOD menunjukkan bahwa bahan-bahan organik yang terdegradasi menjadi asam organik semakin besar. Asam organik kemudian terkonversi menjadi gas metan (O'Flaherty et al 2006).

Rendahnya efisiensi penurunan COD mungkin disebabkan oleh kandungan bahan organik yang terlalu tinggi, sehingga hal ini menunjukkan bahwa substrat masih banyak mengandung senyawa organik yang bersifat kompleks (Welasih 2008). Berdasarkan perolehan data parameter total solid selama enam minggu terjadi penurunan kadar total solid dengan inkubasi perombakan anaerob. Reduksi total solid ini disebabkan perombakan bahan organik oleh aktivitas mikroorganisme (Ratnaningsih 2009).

Tabel 1. Efisiensi penurunan (%) untuk parameter COD dan BOD pada kelompok substrat

Kelompok Substrat	Efisiensi penurunan COD (%)		Efisiensi penurunan BOD (%)	
	Sumber Inokulum		Sumber Inokulum	
	Kotoran Sapi (S)	Kotoran Ayam (A)	Kotoran Sapi (S)	Kotoran Ayam (A)
K	79,96	54,06	43,66	24,81
C1	76,12	44,49	32,88	28,36
C2	75,97	50,49	30,88	28,64

Keterangan: K: Substrat 100% serasah. C1: Substrat 75% serasah dan 25% eceng gondok. C2: Substrat 50% serasah dan 50% eceng gondok.

Tabel 2. Efisiensi penurunan (%) untuk parameter TS dan VS pada kelompok substrat

Kelompok Substrat	Efisiensi penurunan TS (%)		Efisiensi penurunan VS (%)	
	Sumber Inokulum		Sumber Inokulum	
	Kotoran Sapi (S)	Kotoran Ayam (A)	Kotoran Sapi (S)	Kotoran Ayam (A)
K	62,35	60,45	63,74	60,93
C1	66,53	65,77	63,74	66,67
C2	61,19	59,33	65,06	68,38

Keterangan: K: Substrat 100% serasah. C1: Substrat 75% serasah dan 25% eceng gondok. C2: Substrat 50% serasah dan 50% eceng gondok.

Pada umumnya perombakan TS dan VS mengalami penurunan. Hal tersebut terjadi karena bahan organik yang mengalami proses degradasi. Pada saat hidrolisis berubah menjadi senyawa larut dalam air yang selanjutnya digunakan dalam reaksi asidogenesis, sehingga total padatan terlarut turun kembali (Kresnawaty et al. 2008). Efisiensi penurunan yang rendah dikarenakan pada biomassa serasah mengandung lignin, akan tetapi memiliki unsur lain seperti karbohidrat dan selulosa. Efisiensi penurunan TS yang cukup tinggi dikarenakan kandungan biomassa mengandung karbohidrat dan selulosa yang mana relatif lebih cepat dibandingkan lignin. Sebagian besar biomassa daun-daunan tersusun atas *lignocellulosic* (Bhattacharya dan Banerjee 2008). Neves et al., (2008) menjelaskan bahwa biomassa dengan kandungan karbohidrat menghasilkan biogas lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang mengandung selulosa. Hal ini dikarenakan

selulosa yang membutuhkan waktu retensi tinggi, dengan pencampuran substrat antara kotoran ternak dengan biomassa yang mengandung selulosa membutuhkan waktu pemeraman relatif lebih lama untuk menurunkan nilai efisiensi perombakan.

Hasil produksi biogas pada proses perombakan anaerob dengan variasi substrat antara campuran biomassa serasah dan biomassa *E. crassipes* tidak berpengaruh signifikan. Berdasarkan data perlakuan bahwa produksi biogas pada substrat 75% serasah dan 25% eceng gondok dengan sumber inokulum kotoran sapi menghasilkan biogas perhari mencapai 68,85 ml sedangkan pada variasi konsentrasi 100% serasah dengan sumber inokulum kotoran ayam menghasilkan biogas sebesar 41,60 ml perhari pada skala laboratorium.

Efisiensi penurunan konsentrasi bahan organik dari proses produksi biogas antara penggunaan sumber inokulum kotoran sapi yang lebih optimal dari pada inokulum kotoran ayam. Efisiensi penurunan konsentrasi bahan organik dengan menggunakan sumber inokulum kotoran sapi lebih besar pada parameter COD, BOD, TS dan VS yaitu 77,35%; 35,77%; 63,36% dan 64,18%. Sedangkan sumber inokulum kotoran ayam pada parameter COD, BOD, TS dan VS yaitu 49,68%; 27,27%; 61,85% dan 62,23%.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhattacharya S.S, Banerjee R. 2008. Laccase mediated biodegradation of 2,4 Dichlorophenol using response surface methodology. *J Chemosphere* 73: 5-83.
- Eze, J.L., Agbo K.E.. 2010. Maximizing the potential of biogas through upgrading. *American Journal of Scientific and Industrial Research* 1(3): 604-609.
- Hammad, S.M. 1996. Performance of a full scale UASB domestic waste water treatment plant. *J. Instit. Public Health Eng. India* 1: 11-19.
- Indartono, Y.S. 2005. Krisis Energi di Indonesia: Mengapa dan Harus Bagaimana. *Jurnal Inovasi* 5(17).
- Kresnawaty, I., I. Susanti, Siswanto, Tri-Panji. 2008. Optimasi produksi biogas dari limbah lateks cair pekat dengan penambahan logam. *Jurnal Menara Perkebunan* 76(1): 23-35.
- Luthfianto, D. 2011. Pengaruh Macam Limbah Organik dan Pengenceran terhadap Produksi Biogas dari Bahan Biomassa Limbah Peternakan Ayam. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Mahajoeno, E., Lay W.B. Sutjahjo, H.S., Siswanto. 2008. Potensi Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit untuk Produksi Biogas. *Biodiversitas* 9: 48-52.
- Neves L, Goncalo E, Oliveira R, Alves M. 2008. Influence of composition on the biomethanation potential of restaurant waste at mesophilic temperatures". *Waste Management* 28: 965-972.
- O'Faherty V., Collins G., M. Therese. 2006. The microbiology and biochemistry of anaerobic bioreactors with relevance to domestic sewage treatment. *Reviews in Environmental*

- Science and Bio/Technology* 5:39-55
- Purwaamijaya, I.M., Masari, R.M., Tukimin, Sutrisno. 2012. Analisis Sosial Ekonomi Pembibitan dan Budidaya Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linnaeus) Sebagai Sumber Bahan Bakar Alternatif (biodiesel) yang Ramah Lingkungan. Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Ratnaningsih H. Widyatmoko, Yananto T. 2009. Potensi pembentukan biogas pada proses biodegradasi campuran sampah organik segar dan kotoran sapi dalam batch reaktor anaerob 5. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta.
- Sun, R., X. Song, R. Sun, dan J. Jiang. 2011. Effect of Lignin Content On Enzymatic Hydrolysis Of Furfural Residues. *BioResources* 6(1): 317-328.
- Welasih, T. 2008. Penurunan BOD dan COD Limbah Industri Kertas Dengan Air Laut Sebagai Koagulan. *J. Rekayasa Perencanaan* 4(2):-.