

Potensi dan Karakteristik Biogas pada Degradasi Anaerobik Kotoran Kerbau Menggunakan Biodigester Plastik Polyethylene Tipe Kontinyu

Maridjo, Tina Mulya Gantina dan Sri Wuryanti
Jurusan Teknik Konversi Energi-Politeknik Negeri Bandung

ABSTRAK - POTENSI DAN KARAKTERISTIK BIOGAS PADA DEGRADASI ANAEROBIK KOTORAN KERBAU MENGGUNAKAN BIODIGESTER PLASTIK POLYETHYLENE TIPE KONTINYU. Penelitian yang dilakukan adalah pembuatan dan pengujian karakteristik biogas dengan proses degradasi anaerobik kotoran kerbau dengan sistem kontinyu. Penelitian dilakukan dalam skala *pilot plant* dengan kapasitas digester 2000 liter yang bertempat di Desa Cimanggung – Sumedang dengan perbandingan kotoran kerbau : air adalah 1:1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu *steady* produksi biogas dicapai setelah hari ke 25 dengan komposisi gas metana mencapai 50% dan laju alir biogas mencapai 0,95 m³ per hari. Dengan diketahui nilai kalor gas metana murni adalah 35, 860 MJ/m³ maka potensi energi produksi biogas adalah 17,190 MJ/hari. Bila dibandingkan dengan bahan bakar lain yaitu minyak tanah dengan nilai kalor 29,38 MJ/liter dan LPG dengan nilai kalor 39,96 MJ/kg maka potensi energi produksi biogas tersebut setara dengan 0,58 Liter minyak tanah per hari atau setara 0,43 kg LPG per hari.

Kata kunci: biogas, degradasi anaerobik, kotoran kerbau, biodigester plastik polyethylene.

ABSTRACT -- POTENCY AND CHARACTERISTICS OF BIOGAS ON ANAEROBIC DEGRADATION OF BUFFALO FECES USING CONTINUOUS TYPE POLYETHYLENE PLASTIC BIODIGESTER. The Research conducted is making biogas and testing its characteristics by anaerobic degradation process of buffalo faeces with continuous system. The Research carried out in a pilot scale plant with a capacity of 2000 liters of digester located at Cimanggung Village – Sumedang with ratio of buffalo faeces : water is 1 : 1. The results showed that steady biogas production is achieved after day 25 with methane gas composition is 50 % and biogas flow rate is 0.95 m³ a day. Since heating value of pure methane gas is 35.860 MJ/m³, so the energy potency of biogas production is 17.190 MJ/day. If the gas is compared with kerosene and LPG that have heating values 29.38 MJ/L and 39.96 MJ/kg consecutively then energy potency of the biogas production is equal to 0.58 litre kerosene a day or 0.43 LPG a day

Keywords : biogas, anaerobic degradation, buffalo faeces, polyethylene plastic biodigester

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan ekspansi bidang industri yang sangat cepat menyebabkan peningkatan permintaan energi dan penurunan kualitas lingkungan. Walaupun Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak dan gas, namun berkurangnya cadangan minyak dan

pencabutan subsidi BBM menyebabkan kenaikan harga minyak yang cukup meresahkan masyarakat. Berdasarkan informasi, terjadi kenaikan harga BBM pada Mei 2008 dengan harga bensin mencapai Rp 6000/liter dan solar Rp 5500/liter. Tetapi pada tahun 2009 harga BBM tersebut mengalami penurunan kembali sehingga harga bensin menjadi Rp 4500/liter dan solar Rp 4300/liter. Sedangkan subsidi minyak tanah mulai tahun 2009 secara bertahap mulai dihilangkan dan tidak lagi diperuntukan sebagai bahan bakar rumah tangga, sehingga harga minyak tanah menjadi tinggi karena disesuaikan dengan harga produksinya. Penggunaan minyak tanah untuk rumah tangga termasuk di pedesaan dikonversi dengan gas LPG dengan harga Rp 12.000/3kg LPG atau Rp75.000/12kg LPG. Harga LPG ini masih dirasakan mahal terutama oleh masyarakat pedesaan serta masih kesulitan dalam distribusinya, sehingga penggunaan LPG di pedesaan belum optimal bahkan banyak masyarakat pedesaan yang beralih ke kayu bakar. Di samping itu juga terjadi penurunan kualitas lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan. Oleh karena itu, pemanfaatan sumber-sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan menjadi pilihan, diantaranya dengan cara pengembangan biogas di daerah pedesaan.

Potensi dan karakteristik biogas terutama gas metana (CH₄) yang dihasilkan sangat bervariasi dan berfluktuasi, yang secara langsung dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku, nutrien, kadar air, jenis dan jumlah inhibitor, temperatur proses, transport oksigen dari udara luar, pH dan alkalinitas. Oleh karena itu pengaturan karakteristik limbah atau kotoran hewan sebagai bahan baku biogas serta kondisi biodigester perlu dilakukan seoptimal mungkin sehingga biogas yang dihasilkan juga lebih optimal. Selain itu, pemilihan bahan biodigester yang murah dan praktis menjadi pilihan yang cukup penting. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan dan analisis potensi dan karakteristik biogas dengan cara degradasi anaerobik kotoran kerbau dengan menggunakan biodigester plastik polyethylene tipe kontinyu yang bertempat di Desa Cimanggung Kabupaten Sumedang.

II. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan percobaan lapangan skala pilot plant pada degradasi anaerobik kotoran kerbau dengan menggunakan biodigester plastik polyethylene

sistem kontinu dengan kondisi udara *ambient*. Tahapan pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut:

- Penyiapan dan karakterisasi kotoran kerbau awal (sebelum degradasi) sebagai bahan pembuat biogas. Penyiapan kotoran kerbau dilakukan dengan penambahan air dengan komposisi 1:1 sehingga diharapkan kadar air bahan baku kotoran kerbau sekitar 85-90%. Sedangkan analisis karakteristik fisik - kimia meliputi kadar air, pH, densitas, *volatile solid*, C-organik, nitrogen dan fosfat.
- Pembuatan biodigester tipe kontinu dari bahan plastik polyethylene dengan kapasitas 2000 liter, yang diharapkan dapat memproduksi biogas sebanyak 1,4 m³ per hari yang bertempat di Desa Cimanggung – Sumedang.
- Pembuatan biogas dengan proses degradasi anaerobik kotoran kerbau dengan sistem kontinu. Untuk pengisian awal, dilakukan dengan pemasukan kotoran kerbau yang sudah dicampur air dengan komposisi 1:1 ke dalam biodigester. Pada tahap awal ini dibutuhkan sekitar 1000 kg bahan kotoran kerbau. Setelah pengisian awal, kotoran kerbau dibiarkan terdegradasi oleh mikroba yang terdapat dalam kotoran hewan tersebut sampai menghasilkan gas, pada proses ini diperlukan waktu sekitar satu minggu. Selanjutnya setiap hari biodigester diisi dengan kotoran kerbau yang sudah dicampur air dengan jumlah sekitar 40 kg campuran.
- Karakterisasi degradasi dilakukan dengan menganalisis temperatur degradasi, volume biogas, komposisi biogas pada setiap selang waktu degradasi dan penentuan waktu retensi pembentukan biogas. Komposisi biogas yang dianalisis meliputi CH₄, CO₂, H₂, O₂ dan N₂.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Bahan Baku Kotoran Kerbau

Kotoran kerbau yang digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan biogas ini merupakan kotoran kerbau baru yang diperkirakan berumur satu sampai dua hari di udara terbuka. Pengujian karakteristik kimia kotoran kerbau dilakukan di Laboratorium Limbah Padat Departemen Teknik Lingkungan ITB, yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1.
KARAKTERISTIK KIMIA KOTORAN KERBAU

No.	Parameter	Satuan	Karakteristik
1	Kadar air	% BB	81,66
2	Kadar Volatil	% BK	14,01
3	C-Organik	% BK	95,74
4	Nitrogen Total	% BK	1,15
5	pH	-	7,0

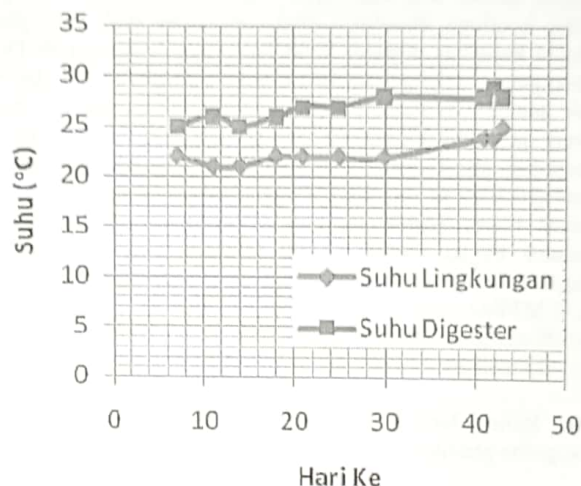
Ket: BB= basis basah; BK= basis kering

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kadar karbon pada kotoran kerbau cukup tinggi yaitu sebesar 95% sedangkan kadar

nitrogen hanya 1,15%. Berdasarkan referensi rasio C/N optimal bahan baku biogas adalah 25-30, oleh karena itu untuk meningkatkan produk biogas perlu ditambahkan unsur nitrogen misalnya dengan penambahan jerami atau urea. Kadar air kotoran kerbau awal sekitar 81% sehingga setelah dicampur air dengan komposisi 1:1 menjadi sekitar 90%, kadar air ini sudah cukup baik dan sesuai dengan kadar air bahan baku biogas optimal yaitu 70-90% (Gunerson and Stuckey, 1986).

B. Temperatur dan pH

Temperatur yang bekerja pada bahan di dalam digester berkisar antara 25-29 °C seperti diperlihatkan pada gambar 1, dengan pH 7. Pada temperatur 30°C digester dapat bekerja secara optimal, sehingga gas metana yang dihasilkan cukup besar. Dalam range temperatur 25-29°C bakteri yang bekerja adalah bakteri mesophilic, bakteri ini mampu hidup pada temperatur 13-40°C.



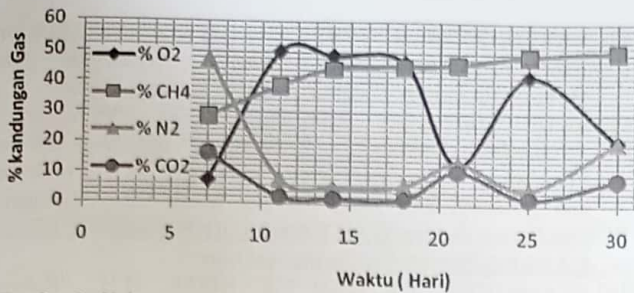
Gambar 1. Temperatur Digester

B. Komposisi Biogas

Untuk mengetahui komposisi biogas yang dihasilkan dari biodigester dilakukan pengujian dengan menggunakan alat *Gas Chromatograf*, yang dimulai pada hari ke 7 setelah masukan awal. Data rinci hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2, dan pola pembentukan komposisi biogas ditunjukkan pada Gambar 2.

TABEL 2.
KOMPOSISI BIOGAS

Hari	% CH ₄	% N ₂	% O ₂	% CO ₂
7	28,32	47,45	16,48	7,45
11	38,65	8,03	2,3	50,01
14	44,32	5,26	1,67	48,73
18	45,33	6,16	1,9	46,59
21	46,04	13,7	10,99	13,07
25	49,1	5,09	2,18	42,08
30	50,47	20,54	8,25	20,72

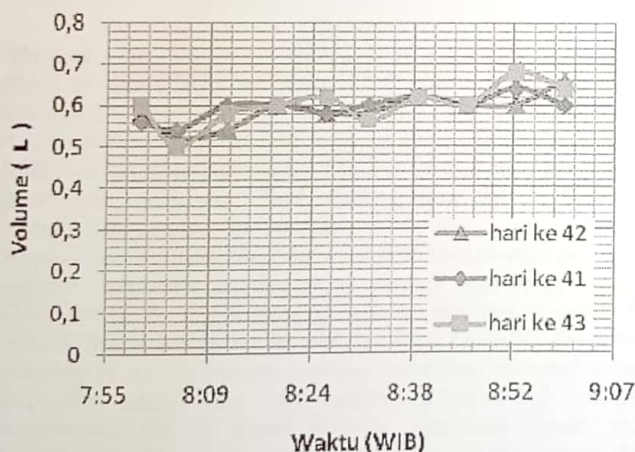


Gambar 2. Hubungan komposisi biogas terhadap waktu degradasi

Pada Gambar 2 terlihat bahwa komposisi gas metana mengalami kenaikan yang cukup tajam dari 28,32% pada hari ke-7 sampai 49,1% pada hari ke 25, selanjutnya pada hari ke 30 naik lagi menjadi 50,47%. Dengan demikian persentasi metan mulai hari ke 25 sudah bisa dikatakan konstan atau *steady* walaupun terjadi kenaikan tidak terlalu berarti. Sedangkan gas lain seperti karbondioksida, oksigen dan nitrogen mengalami penurunan. Pada kondisi biogas optimal pada hari ke 30 persen metan sebesar 50,47% dan karbondioksida sebesar 20,72%.

C. Laju Volume Biogas

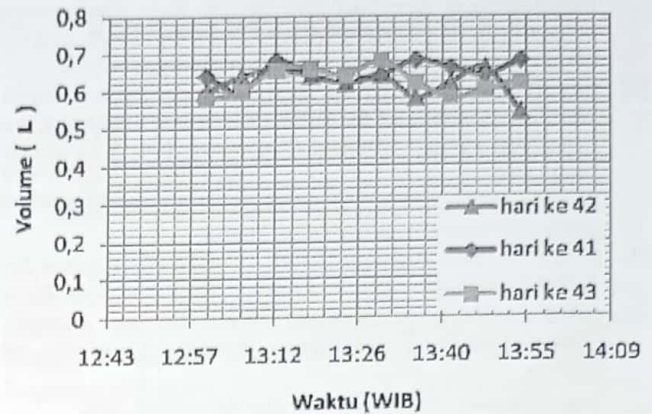
Pengukuran volume biogas dilakukan setelah komposisi biogas *steady* yaitu setelah hari ke 30. Pengukuran volume biogas diambil pada pipa keluaran gas dalam digester, yang dilakukan dengan pengukuran biogas per menit pada waktu pagi, siang dan sore hari. Data hasil pengujian volume biogas pada hari ke 41, 42 dan 43 ditunjukkan pada Gambar 3 untuk pagi hari, Gambar 4 untuk siang hari dan Gambar 5 untuk sore hari.



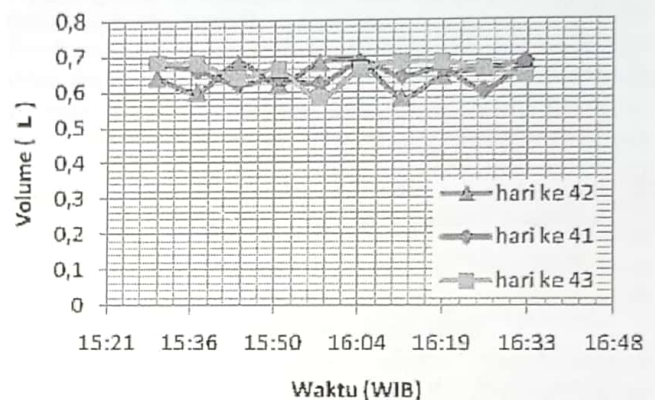
Gambar 3. Laju Alir Gas Bio pada Pagi Hari

Pada Gambar 3, 4 dan 5 terlihat bahwa laju alir biogas yang dihasilkan baik pada pagi hari, siang hari maupun sore hari pada hari ke 41, 42 dan hari ke-43 cukup konsisten yaitu sekitar 0,5 sampai 0,7 liter per menit atau rata-rata sekitar 950 liter per hari atau 0,95 m³ per hari, walaupun ada kecenderungan bahwa makin sore biogas yang dihasilkan makin besar, hal ini kemungkinan adanya pengaruh dari temperatur lingkungan yang lebih tinggi pada sore hari serta pengaruh dari pengisian masukan bahan baku harian yang biasa dilakukan pada sore hari. Jumlah biogas yang dihasilkan ini sedikit lebih kecil

dibandingkan dengan perhitungan disain awalnya yang diharapkan dapat menghasilkan 1,4 m³ per hari.



Gambar 4. Laju Alir Gas Bio pada Siang Hari



Gambar 5. Laju Alir Gas Bio pada Sore Hari

Dengan diketahui nilai kalor gas metana murni adalah 35,860 MJ/m³ maka potensi energi produksi biogas adalah 17,190 MJ/hari. Bila dibandingkan dengan bahan bakar lain yaitu minyak tanah dengan nilai kalor 29,38 MJ/liter dan LPG dengan nilai kalor 39,96 MJ/kg maka potensi energi produksi biogas tersebut setara dengan 0,58 Liter minyak tanah per hari atau setara 0,43 kg LPG per hari.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu waktu *steady* biogas dicapai pada hari ke 25-30 (1 bulan) dengan kandungan gas metan berkisar 49-50%, temperatur di dalam biodigester berada dalam kondisi yang cukup baik bagi pertumbuhan bakteri pembentuk biogas yaitu berkisar antara 25 – 29 °C, serta merupakan temperatur yang cukup aman bagi ketahanan plastik polyethylene yang digunakan sebagai bahan biodigester. Dengan kapasitas biodigester yang dibuat sebesar 2000 liter, dapat memproduksi biogas sebesar 0,95 m³/hari dengan nilai kalor biogas sebesar 17,190 MJ/hari. Bila dibandingkan dengan bahan bakar lain yaitu minyak tanah dengan nilai kalor 29,38 MJ/liter dan LPG dengan nilai kalor 39,96 MJ/kg maka potensi energi produksi biogas tersebut setara dengan 0,58 liter minyak tanah per hari atau setara 0,43 kg LPG per hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AN, BX., PRESTON, TR., DOLBERG, F., "The Introduction of Low-Cost Polyethylene Tube Biodigesters on Small - Scale Farm in Vietnam", <http://www.epa.gov/agstar/resources/smidigester.html>
- [2] AGUILAR, FX., "How to install a polyethylene biogas plant", Proceeding of the IBSnet Electronic Seminar, (The Royal Agricultural College, Cirencester, UK. 5-23 March 2001), 2001.
<http://www.ias.unu.edu/proceedings/icibs/ibs/ibsnet/e-seminar/FranciscoAguilar/index.html>
- [3] Biogas Support Program (BSP), "Construction option for RABR Remote Area Biogas Reactor", SNV-Nepal, 2003.
- [4] GARCELON, J., CLARK, J., "Waste Digester Design", Civil Engineering Laboratory Agenda, University of Florida,
<http://www.cu.ufl.edu/activities/waste/wddndx.html>
- [5] KARIM, K., HOFFMANN, R., KLASSON, T., AL-DAHMAN, MH., "Anaerobic digestion of animal waste : Waste strength versus impact of mixing", Bioresource Technology, 96, 1771 – 1791, 2005.
- [6] MARCHAIM, U, "Biogas Processes for Sustainable Development, Food and Agriculture Organization of United Nations", Viale delle Terme di Caracalia, 00100 Rome, Italy, 1992.
- [7] RAHMAN, B., BIOGAS, "Sumber Energi Alternatif", Kompas 8 Agustus, 2005.
- [8] RAVEN, RPJM., GREGERSEN, KH., "Biogas Plant in Denmark: Successes and Setbacks, Renewable and Sustainable Energy Reviews", Article in Press, 2005.
- [9] RODRIGUEZ, L., PRESTON, TR., "Biodigester installation manual", University of Agriculture Foundation. Finca Ecologica, University of Agriculture and Forestry, Thu Duc, Ho Chi Minh City, Vietnam, http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/A_GAP/FRG/Recycle/biodig/manual.htm
- [10] SYAMSUDIN, T.R DAN ISKANDAR, H.H., "Bahan Bakar Alternatif Asal Ternak, Sinar Tani", Edisi 21-27, No 3129 Tahun XXXVI, Desember 2005.
- [11] WIDODO, T.W., 'Rekayasa dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak', Jurnal Enjiniring Pertanian, Vol. IV No.1, hal 41-52, 2006.
- [12] WIDODO, T.W. AND NURHASANAH, A., "Kajian Teknis Teknologi Biogas dan Potensi Pengembangannya di Indonesia", Prosiding Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian, Bogor, 5 Agustus 2004.
- [13] Wikipedia http://en.wikipedia.org/wiki/anaerobic_digester, 2005.
- [14] Intergovernmental Authority on Development (IGAD), Biogas Digester, <http://igadrhep.energyprojects.net/Links/Profiles/Biogas/Biogas.htm>