

PROTOTYPE REAKTOR BIOGAS TERSIRKULASI SEBAGAI UPAYA DIFERSIFIKASI ENERGI DI AREA PETERNAKAN RAKYAT KECAMATAN SAMARINDA SEBERANG

Firman¹, Sitti Sahraeni², Muhammad Taufik³

^{1, 2, 3} Politeknik Negeri Samarinda

Email : firmansmd@gmail.com

Abstrak

Penelitian di bidang energi alternatif didorong oleh isu strategis tentang kelangkaan energi berbasis minyak bumi dan gas alam. Pencarian energi baru dan terbarukan melalui riset dan pengembangan teknologi proses semakin mendesak. Difersifikasi bahan bakar biomassa membuka peluang pengembangan biogas, salah satunya bahan baku dari limbah peternakan yaitu kotoran sapi. Penelitian ini bertujuan membuat prototipe reaktor biogas model RAP tersirkulasi dengan mempelajari pengaruh degradasi volatile solid (VS) dan pengaruh kecepatan sirkulasi terhadap volume biogas. Reaktor dibuat pada kapasitas 130 Liter yang dilengkapi dengan pompa sirkulasi manual. Umpan yang terdiri dari kotoran sapi dan air dengan perbandingan 1 : 4 (Perbandingan massa) diumpankan ke dalam reaktor. Umpan dimasukkan secara kontinyu dimulai pada hari ke-15 sebanyak 5 liter/hari. Sirkulasi dilakukan sekali dalam sehari pada sore hari selama 15 menit, kecepatan sirkulasi yang dilakukan adalah 4 liter/menit dan 10 liter/menit. Analisis VS dilakukan setiap 5 hari dengan menganalisis input dan output reaktor. Dari hasil penelitian diperoleh Non Sirkulasi memberikan rata-rata penurunan Volatile Solid 29,88 gr/liter, sedangkan sistim sirkulasi 4 liter/menit memberikan rata-rata penurunan volatile solid sebesar 31,278 gram/liter dan volume biogas yang dihasilkan rata-rata 81,6 liter/hari. Pada sirkulasi 10 liter/menit memberikan rata-rata penurunan volatile solid sebesar 27,4 gram/liter dengan volume biogas rata-rata adalah 72,8 liter/hari.

Kata Kunci : biogas; sirkulasi; volatile solid

Pendahuluan

Masalah lingkungan global dan persediaan energy yang terbatas merupakan masalah penting yang dihadapi oleh manusia saat ini. Data peternakan Badan pusat Statistik Kaltim tahun 2011 untuk sapi ternak lokal mencapai 113.000 ekor dan diprediksi akan mencapai 127.000 ekor pada tahun 2013. Peternakan Sapi di wilayah Kalimantan Timur tersebar di seluruh wilayah Kaltim termasuk Samarinda. Berdasarkan data BPS Kaltim Kotamadya Samarinda pada Tahun 2011 tercatat 2.636 ekor dengan 25,27% populasinya terdapat di Kecamatan Palaran. Umumnya kotoran sapi belum dimanfaatkan secara maksimal. Potensi setiap ekor sapi dewasa mampu menghasilkan 2 m³ biogas/hari). Potensi biogas untuk produksi 0,11–0,15 m³/jam setara dengan penerangan 60 watt lampu bohlam dan untuk keperluan bahan bakar setiap 0,3 m³ biogas dapat digunakan setiap orang/hari (Widodo et. All, 2006). Kotoran sapi sebagai bahan baku dan biogas yang dihasilkan di wilayah Samarinda masih kurang dimanfaatkan karena kurangnya aplikasi dan sosialisasi ke masyarakat. Sehingga diperlukan suatu teknologi sederhana yang dapat diaplikasikan dalam produksi biogas dari kotoran sapi.

Tujuan Penelitian ini adalah : Pembuatan prototype reactor biogas , optimasi perbandingan bahan baku yang menghasilkan biogas yang maksimal dan aplikasi produk yaitu pengujian pada kompor gas

Tinjauan Pustaka

Material dasar karbon organik yang diperoleh dari tanaman dan binatang disebut biomassa. Biomassa dapat diubah secara fisika, kimia, maupun secara biologis menjadi *biofuel*. Dalam ilmu kimia, biomassa menyimpan energi matahari yang dapat diubah menjadi energi dalam bentuk padat, cair, maupun gas. Salah satu keunggulan penggunaan biofuel terkait dengan ekologi lingkungan adalah tidak menambah efek polusi dan dapat diperoleh secara berkelanjutan. Energi yang diperoleh dari biofuel disebut dengan bio-energi. Menurut urutan proses dalam bio-kimia dari biomassa hingga menjadi *biofuel*, dalam masalah ini juga dikenal sebagai *bio-methanation*. Sistem *biomethanation* sebagai suatu proses merupakan bagian dari proses *anaerobic digestion* terhadap bahan organik, yang menghasilkan produk samping yang secara umum dikenal sebagai *biogas*, dimana proses tersebut terjadi secara biologis.

Biogas didefinisikan sebagai gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik (seperti kotoran hewan, kotoran manusia, jerami, sekam, dan daun-daun hasil sortiran sayur) difermentasi atau mengalami proses metanisasi. Biogas terdiri dari campuran metana CH_4 (55-70%), CO_2 (25-50%), serta sejumlah kecil NH_3 , N_2 , H_2S dan air. Komposisi biogas dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 1. Komposisi Biogas

Komponen	Konsentrasi
Metana	55-70 % vol
Karbon dioksida	25-50% vol
Air	1-5 % vol
Hidrogen Sulfida	0-0,5 % vol
Nitrogen	0-5 % vol
NH_3	0-0,05 % vol

Sumber: Deublein dan Steinhauser,2008

Pada penerapannya, biogas digunakan sebagai gas alternatif bahan bakar yang berbasis fosil. Kemampuan biogas sebagai sumber energi sangat tergantung dari jumlah gas metana. Setiap 1 m³ biogas setara dengan 6,0-6,5 kWh. Nilai ini setara dengan 0,6-0,65 L *fuel oil*(Bouallagui, H. dkk., 2004). Menurut Wahono (2009), setiap 1m³ biogas setara dengan 0,46 kg elpij, 0,80 liter bensin 1,50 m³ gas kota dan 3,50 kg kayu bakar. Penggunaan biogas pada skala kecil atau rumah tangga sebagai bahan bakar memasak dan penerangan sedangkan skala menengah dan besar, biogas sebagai bahan bakar pembangkit listrik, pemanas, transportasi dan diinjeksikan ke saluran gas kota.

Dekomposisi substrat untuk menghasilkan produk intermediate dapat membatasi atau menghambat proses degradasinya, sebagai contoh degradasi lemak dapat meningkatkan asam-asam lemak dan degradasi protein dengan pembentukan ammonia dan hydrogen Sulfida menghambat fermentasi methane. Limbah pertanian dan sampah pasar sangat potensial untuk dijadikan sebagai bahan baku biogas (Demirbas, 2008) kondisi umum yang diperlukan untuk memproduksi biogas disajikan dalam Tabel 2.2

Tabel 2 Parameter serta kondisi umum proses produksi biogas

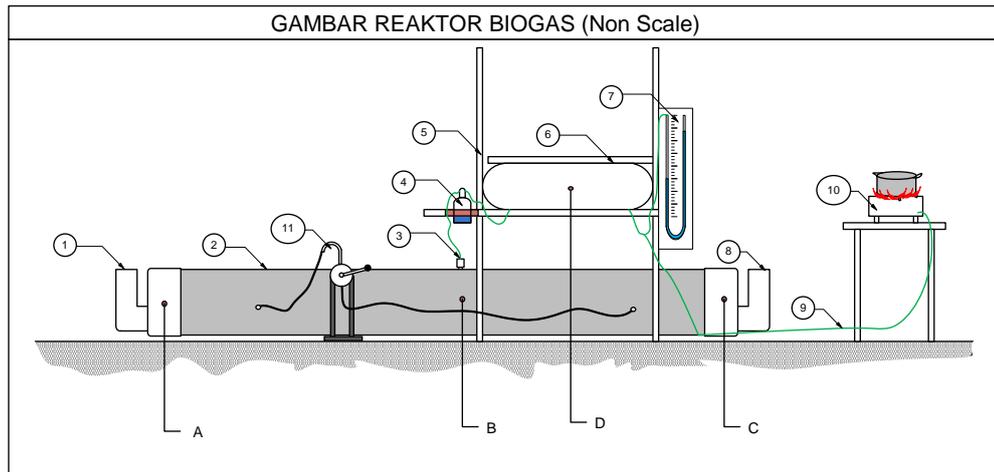
Parameter	Kondisi
C/N	20-30
pH	6,7-7,5
DM (dry matter)	<30 % DM
C:N:P:S	600:15:5:3
Suhu	Mesophilic 32-42°C, thermofilik 50-58°C
Udara (O ₂)	Tidak ada
Waktu tinggal	12-30 hari tergantung pretreatment bahan baku

Sumber : Deublein, 2008

Pada proses *anaerobic digestion* akan melibatkan 4 proses yaitu hidrolisis, acidogenesis, acetogenesis dan metanogenesis, 3 langkah pertama dilakukan oleh group mikrobia fakultatif anaerobik sedang group mikrobia pada tahap akhir merupakan mikrobia obligate anaerobik. Methanogen pada umumnya sensitif pada kondisi lingkungan yang berubah-ubah (Szczeplniak, 2007).

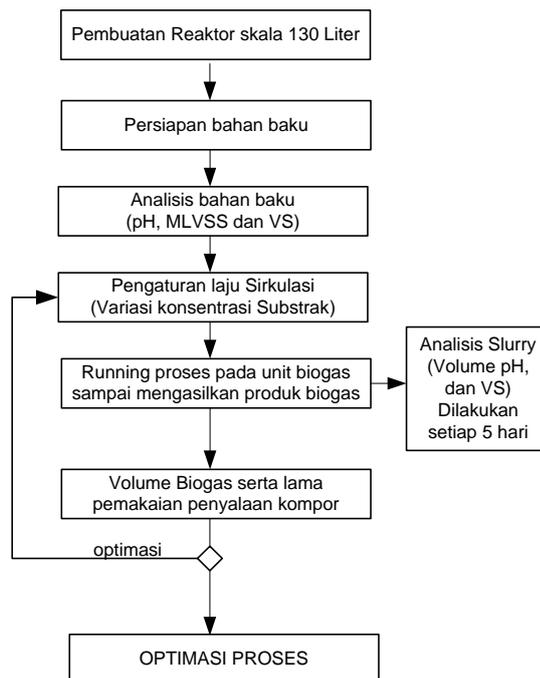
Metode Penelitian

Bahan yang digunakan adalah kotoran sapi yang diperoleh dari limbah peternakan di area peternakan kecamatan Palaran, starter inokulum yang bersal dari rumah potong hewan di Kecamatan Samarinda Utara dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian ini merupakan reaktor skala laboratorium yang berupa Reaktor dibuat dari Pipa PVC diameter 10 in dan panjang 4, dilengkapi dengan alat pengukur tekanan, gas holder serta selang gas untuk menghubungkan ke kompor gas rumah tangga. Rangkaian alat digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Gambar Rangkaian Prototipe Reaktor Pipa Biogas

Keterangan : 1. Inlet Bahan Baku, 2. Reaktor Pipa 12 in Panjang 4 meter, 3. Out let gas ke Water Trapp, 4. Water Trapp, 5. Penyangga dan pemberat Gas Holder, 6. Gas Holder dari Ban bekas, 7. Manometer Air, 8. Out let bahan baku, 9. Selang gas ke kompor, 10. Kompor gas, 11. Pompa tangan (sirkulasi)
 A. Sambungan inlet B. Sambungan outlet Gas C. Sambungan Outlet Bahan
 D. Gas Holder dari Ban bekas



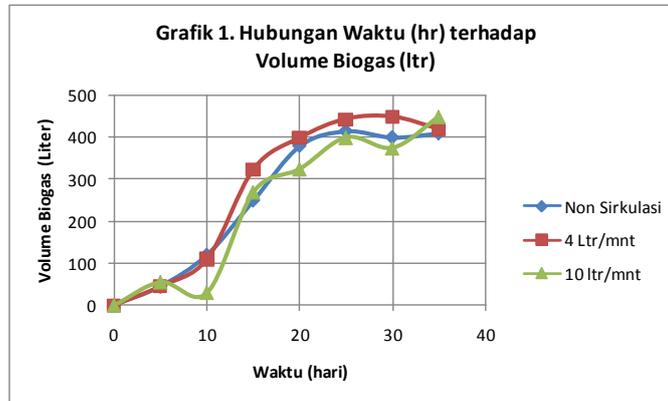
Gambar 2 Diagram alir Proses

Pelaksanaan penelitian proses pembuatan biogas dengan menggunakan substrat kotoran sapi dilakukan melalui beberapa tahap yaitu : tahap pembuatan reaktor biogas tersirkulasi dan analisis hasil. Pengisian umpan secara rutin dimulai pada hari kelimabelas. Perbandingan umpan 1 : 4 (1 bagian Kotoran sapi dan 4 bagian air). Volume biogas selama proses, diukur dengan melihat perubahan ketinggian air yang berada didalam pipa U, beda ketinggian air tersebut dikonversi menjadi volume gas. Volume gas dan VS (Volatile Solid) slurry input dan output diukur setiap 5 hari. Pengukuran pH dilakukan dengan pH universal setiap 5 hari.

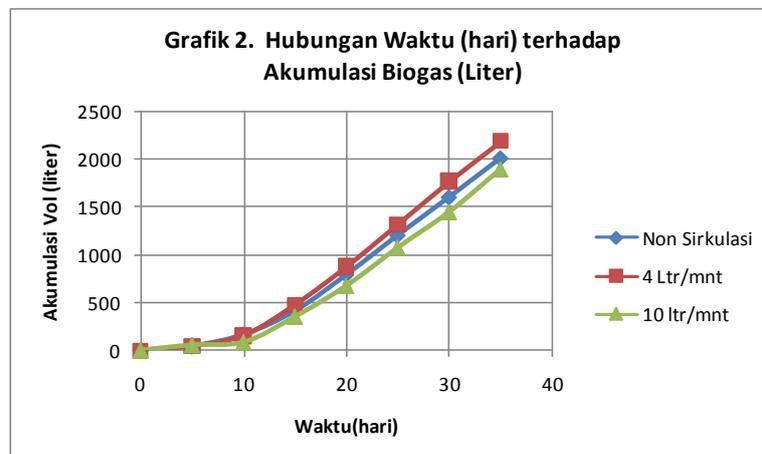
Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan membuat prototype reaktor biogas model reaktor alir pipa tersirkulasi dengan menggunakan pompa manual, proses pembentukan biogas dijalankan selama 1,5 bulan dengan mengamati

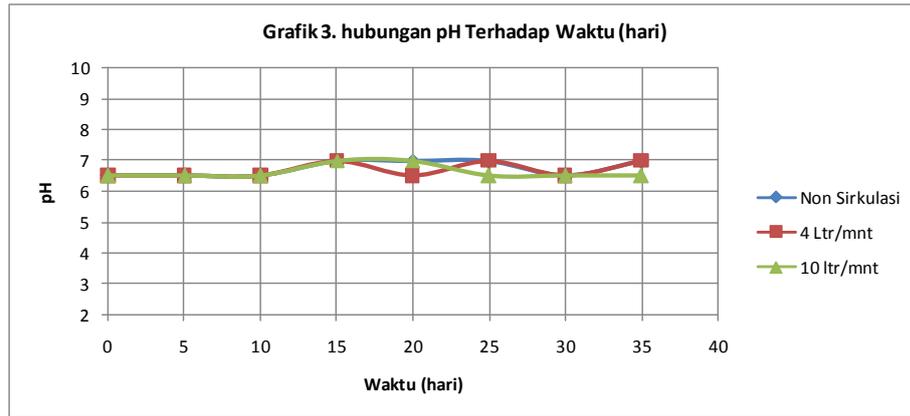
pembentukan volume biogas. Pengaruh sirkulasi dapat dilihat pada grafik 1 dan 2 , dimana dapat diamati perubahan volume biogas pada berbagai perlakuan. Untuk semua perlakuan dapat terlihat fasa lambat terjadi pada hari pertama sampai hari kelima, kemudian terjadi fasa eksponensial dihari ke sampai hari ke lima belas. Hal ini disebabkan karena optimasi antara pertumbuhan bakteri dengan ketersediaan substrak berupa bahan organik dan efektif pertumbuhan mikrobia pada hari ke limabelas keatas (Mata Alvarez 1993). Hal ini terjadi untuk reactor batch dan kontinyu dengan pertumbuhan optimal bakteri memanfaatkan substrak pada hari ke 15. Grafik diatas juga menunjukkan secara keseluruhan volume gas yang terbanyak dihasilkan oleh sirkulasi 4 liter/menit. Dibanding reaktor non sirkulasi dan sirkulasi 10 liter/menit.



Hal ini disebabkan karena pada sirkulasi 10 liter/menit ada terdapat gelembung udara pada output pipa pompa sirkulasi manual dimana keberadaan gelembung kemungkinan disebabkan pada desain pompa manual yang tidak kedap udara. Hal ini dibuktikan sewaktu uji running pompa dengan kecepatan putaran tinggi. Keberadaan gelembung tidak diharapkan karena proses diharapkan miskin akan oksigen (pada konsentrasi tertentu) hal ini juga mengakibatkan proses tidak sepenuhnya berjalan pada kondisi anaerob (Demirbas, 2008).

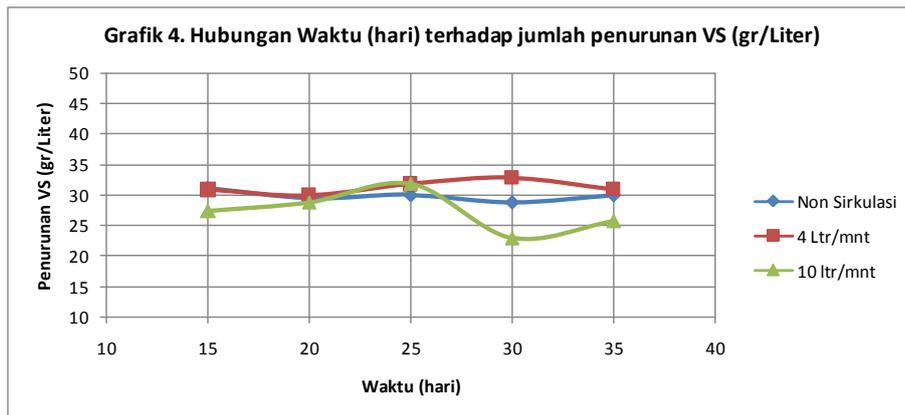


Sedangkan pada reaktor non sirkulasi terbentuknya scum (bahan yang susah didegradasi oleh bakteri) terdapat pada bagian atas permukaan slurry yang menyebabkan berkurangnya produksi biogas. Akumulasi volume biogas secara keseluruhan dapat dilihat pada grafik 2 yang menunjukkan hubungan waktu proses terhadap akumulasi biogas. Volume rata-rata biogas untuk masing-masing perlakuan adalah 74,2 Liter/hari (non Sirkulasi); 81,6 liter/hari (Sirkulasi 4 liter/menit) dan 72,8 liter/hari (sirkulasi 10 liter/menit).

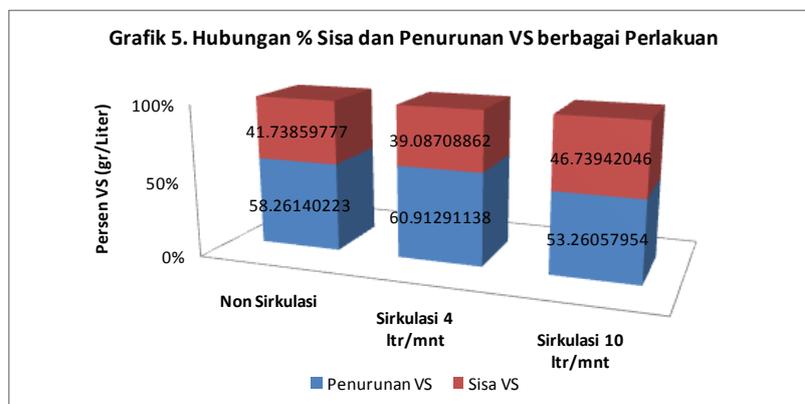


Perubahan kondisi pH di dalam reaktor ditunjukkan oleh Grafik 3, efektifitas biogas terbentuk dengan kisaran pH 7, hal ini membuktikan bahwa proses netralisasi asetogenesis optimal pada pH sekitar 7 memberikan kondisi proses yang optimum untuk pertumbuhan bakteri. (Anhuradha,2007). pH normal (kisaran 7) untuk semua perlakuan relatif menunjukkan kecenderungan yang sama.

Pengaruh penurunan VS terhadap Waktu dapat dilihat pada Grafik 4. Penurunan VS yang terbesar pada perlakuan Sirkulasi 4 liter/menit, hal ini terkait dengan konversi dari bahan organik menjadi biogas dimana pada grafik 1 dan grafik 2 diatas menunjukkan volume biogas terbesar.



Dari grafik 5 dapat dilihat hubungan persentase degradasi VS pada berbagai perlakuan. Degradasi VS lebih besar terjadi pada perlakuan sirkulasi 4 liter/menit sebesar 60,91 persen dengan sisa VS output reaktor sebesar 39,09 persen. Selanjutnya untuk non sirkulasi degradasi VS sebesar 58,26 persen dan sisa VS output sebesar 41,74 persen. Degradasi terkecil ditunjukkan pada perlakuan sirkulasi 10 liter/menit dengan degradasi sebesar 53,26 persen.



Degradasi VS atau bahan organik oleh bakteri melalui beberapa tahapan proses terutama pada proses hidrolisis, asidifikasi dan perubahan asam asetat menjadi gas metan oleh berbagai macam bakteri (Bouallagui, H, 2004). Degradasi pada perlakuan sirkulasi 10 liter/menit mengalami gangguan akibat adanya gelembung udara dari pompa sirkulasi manual dan dapat menyebabkan menurunnya kinerja bakteri. Hal ini juga terkait dengan produktivitas bakteri penghasil biogas yang ditunjukkan dalam grafik 1 dan 2 diatas.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Produksi Biogas terbesar pada perlakuan sirkulasi 4 liter/menit dengan produksi rata-rata 81,6 liter/hari
2. pH rata-rata setiap perlakuan relative sama dengan pH berada pada kisaran 7
3. Degradasi VS untuk setiap perlakuan berturut-turut : 29,88 gr/liter (Non Sirkulasi) atau 58,26 % penurunan VS ; 31,278 gr/liter (sirkulasi 4 liter/menit) atau 60,91 % penurunan VS dan 27,4 gr/liter (sirkulasi 10 liter/menit) atau 53,2 % penurunan VS

Saran

Dari hasil penelitian ini disarankan untuk memperhatikan beberapa hal berikut ini :

1. Diperlukan studi lanjut untuk mengoptimalkan proses pembentukan biogas dan aplikasi pemanfaatan.
2. Perlu studi lanjut untuk pompa sirkulasi yang manual agar tidak terdapat gelembung udara.

Daftar Pustaka

- Anhuradha, 2007. Kinetic Studies and Anaerobic Co-digestion of Vegetable Market Waste and Sewage Sludge, *Clean Journal*, 35 (2), 197-199
- Bouallagui, H. dkk., 2004, Effect of temperature on the performance of an anaerobic tubular reactor treating fruit and vegetable waste, *Process Biochemistry*, 2143-2148.
- Bouallagui, H. dkk., 2004, Two-phases anaerobic digestion of fruit and vegetables wastes: bioreactors performance, *Biochemical Engineering Journal*, 21, 193-197.
- Demirbas, A., 2008, Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections, *Energy Conversion and Management*, 49, 2106-2116.
- Dieter Deublein, Angelika Steinhauser, 2008. Biogas from Waste and Renewable Resource, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Mata Alvarez, R., dan Liden, G., 2008, Semi-continuous co-digestion of solid slaughterhouse waste, manure, and fruit and vegetable waste., *Renewable Energy*, 33, 726-734.
- Szczegieliak, E. H., 2007, Literature Review : Anaerobic Digestion for Fruit And Vegetable Processing Wastes, In 2005-2007 Green Project Alternatives for Processor's Wastewater, Michigan State University.
- Wahono, S. K., 2009, Biogas Sumber Energi dan Manfaat Lain, Dalam *Pelatihan pembuatan Teknologi Energi Alternatif (PPTEA) Fakultas Teknik UGM*, Yogyakarta 19 November 2009
- Widodo, T.W., A. Asari, A. Nurhasanah and E. Rahmarestia. 2006. Biogas Technology development For Small Scale cattle farm level in Indonesia. International Seminar on development in biofuel Production an Biomass Technology. Jakarta, February 21-22 2006.
- Yuwono, D., 2007, Kompos, Penebar Swadaya, Jakarta