



PRODUKSI BIOGAS SEBAGAI SUMBER ENERGI GENERATOR LISTRIK DENGAN POLA PEMURNIAN MULTI-STAGE

Mu'tasim Billah dan Edi Mulyadi

Jurusan Teknik Kimia – Fakultas Teknologi Industri - UPN "Veteran" Jawa Timur

Alamat : Jl. Raya Rungkut Madya , Gunung Anyar Surabaya 60294

Telp./Fax. (031) 8706369/ (031) 8782179

ABSTRAK

Energi alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan di Wilayah Kabupaten Tuban adalah yang bersumber dari kotoran hewan (ternak sapi), diantaranya yang terdapat di PT. ANTARA yang bergerak dibidang peternakan SAPI PERAH dengan pola peternakan **Kandang Komunal**.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari pengaruh perbandingan kotoran sapi dan Air Proses serta jumlah mikroba yang ditambahkan. Reaktor yang digunakan adalah jenis Kubah Tetap (Fixed Dome) yang dilengkapi dengan dilengkapi gas holder, **Unit Pemurnian Gas Multi Stage** dan system jaringan distribusi gas dengan pola jaringan primer dan sekunder. Proses Produksi Biogas dijalankan pada berbagai perbandingan kotoran sapi dengan air proses dan jumlah mikroba yang ditambahkan. Proses Fermentasi dijalankan selama 16 hari per batch dengan memvariasi peubah yang dijalankan. Selanjutnya, selang 4 (empat) hari diamati, diukur dan dicatat Tekanan dalam Reaktor Digester, Produk gas serta dianalisis kadar gas yang terbentuk. Hasil yang relatif baik diperoleh pada perbandingan kotoran sapi dan air sebesar 1:1 dengan penambahan Mikroba sebanyak 50 ppm dengan waktu proses fermentasi selama 12 (dua belas) hari yang menghasilkan Produk Gas 5,1 m³/Batch dengan Kadar Gas Metan (CH₄) berkisar 74 %, Gas Karbon Dioksida (CO₂) 19 %, dan Gas Sisa 7 % melalui pola pemurnian Multi Stage . Produk Biogas tersebut dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan rumah dan untuk energi generator listrik untuk keperluan pedesaan.

Kata Kunci : Biogas, Kubah Tetap, Pemurni Multi - Stage.

Pendahuluan

Beberapa sumber energi yang tergolong terbarukan dan jumlahnya cukup banyak serta ramah lingkungan, yaitu **biomassa**. Sisa-sisa industri pertanian dan kotoran hewan ternak merupakan sumber energi terbarukan yang potensial. Karena itu, permasalahan kebutuhan energi pedesaan dapat diatasi dengan menggunakan biomassa sebagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan, murah, mudah didapat, dan bersifat dapat diperbaharui. Gas bio diproduksi dari proses fermentasi bahan-bahan organik akibat aktivitas bakteri anaerob. Energi gas bio didominasi gas metan (50% - 70%), karbondioksida (40% - 30%) dan beberapa gas lain dalam jumlah lebih kecil. Produk ikutan/hasil samping pengolahan biogas dapat digunakan sebagai pupuk organik, yang dalam jumlah besar akan dapat berpengaruh terhadap peningkatan hasil pertanian, sehingga terwujudnya suatu **Desa yang Mandiri Pangan dan Energi**.

Sapi merupakan hewan ternak yang umum dipelihara sebagai salah satu sumber mata pencaharian di Kabupaten Tuban, Jawa Timur, antara lain di Kecamatan Montong. Potensi kotoran sapi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan gas bio sebenarnya cukup besar, namun belum banyak dimanfaatkan. Bahkan selama ini telah menimbulkan masalah pencemaran dan kesehatan lingkungan. Umumnya para peternak membuang kotoran sapi ke sungai dan belum termanfaatkan secara optimal. Disisi lain, PT ANTARA sebagai pemilik peternakan sapi perah (lebih dari 2800 ekor sapi) sudah melakukan pengolahan kotoran sapi, namun demikian, potensi energi yang besar dan bersifat ramah lingkungan ini belum dimanfaatkan secara optimal



karena tidak dilengkapi dengan unit pemurni gas. Dengan begitu, pemanfaatan produk biogas dapat dimaksimalkan (sumber energi listrik)

Berdasarkan pengamatan lapang selama ini, dapat diidentifikasi beberapa masalah, sebagai berikut:

- 1) Masyarakat kecamatan montong, kabupaten Tuban banyak yang memelihara ternak sapi, kotoran hewan tersebut tidak termanfaatkan dan hanya dibuang begitu saja, meski sebagian digunakan sebagai pupuk kandang.
- 2) Kotoran hewan merupakan biomassa yang dapat diubah menjadi energi alternatif yang disebut gas bio dengan pola pemurnian dapat digunakan sebagai sumber energi listrik dan dengan penekanan penggunaan sebagai bahan dapat mudah didistribusikan serta bisa digunakan jauh diluar area digester.

Penggunaan *biodigester* dapat membantu pengembangan sistem pertanian dengan mendaur ulang kotoran hewan untuk memproduksi gas bio dan diperoleh hasil samping berupa pupuk organik dengan mutu yang baik. Selain itu, dengan pemanfaatan *biodigester* dapat mengurangi emisi gas metan (CH_4) yang dihasilkan pada dekomposisi bahan organik yang diproduksi dari sektor pertanian dan peternakan, karena kotoran sapi tidak dibiarkan terdekomposisi secara terbuka melainkan difermentasi menjadi energi gas bio. Gas metan termasuk gas rumah kaca (*greenhouse gas*), bersama dengan gas karbondioksida (CO_2) memberikan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global. Pengurangan gas metan secara lokal ini dapat berperan positif dalam upaya penyelesaian permasalahan global (efek rumah kaca), sehingga upaya ini dapat diusulkan sebagai bagian dari program Internasional Mekanisme Pembangunan Bersih (*Clean Development Mechanism*).

Untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi, maka dibutuhkan pembangunan energi. Pemanfaatan sumber daya energi lokal sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan. Khusus untuk sentra peternakan sapi, jika setiap ekor sapi dewasa rata-rata menghasilkan kotoran 30 kg/hari. Jika limbah tersebut dimanfaatkan untuk biogas, akan menghasilkan energi listrik 6.000 watt jam, atau setara dengan 0.5 liter minyak tanah. Di sentra-sentra peternakan akan menghasilkan lebih banyak energi disamping hasil lainnya seperti pupuk padat dan pupuk cair yang berguna untuk menyuburkan tanah.

Mempertimbangkan keterbatasan teknik dan pendanaan yang dihadapi kebanyakan petani/peternak di perdesaan, maka diperlukan alternatif *digester* yang secara teknis dan pendanaan *feasible*. Rata-rata penduduk perdesaan hanya memiliki beberapa ekor sapi (3 - 5 ekor), sehingga diperlukan tipe *digester* alternatif yang lebih sederhana dan mudah pengoperasiannya. Salah satu jenis desain *digester* yang dapat digunakan adalah jenis *fixed dome* (kubah tetap).

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a. Memberikan nilai tambah bagi PT Antara dari hasil pengolahan kotoran sapi menjadi biogas.
- b. Melalui teknologi pemurnian satu langkah proses, maka produk biogas dapat langsung digunakan sebagai sumber bahan bakar genset.
- c. Mendorong pemakaian energi lokal untuk pengembangan ekonomi lokal yang berkelanjutan dengan menciptakan lapangan kerja dan melatih masyarakat secara aktual dan faktual dalam memecahkan permasalahan pembangunan yang kompleks secara pragmatis dan disiplin ilmu.
- d. Membuat *biodigester* yang dapat mengurangi emisi gas metan (CH_4) yang dihasilkan pada dekomposisi bahan organik yang diproduksi kotoran sapi.

Bahan dan Metode

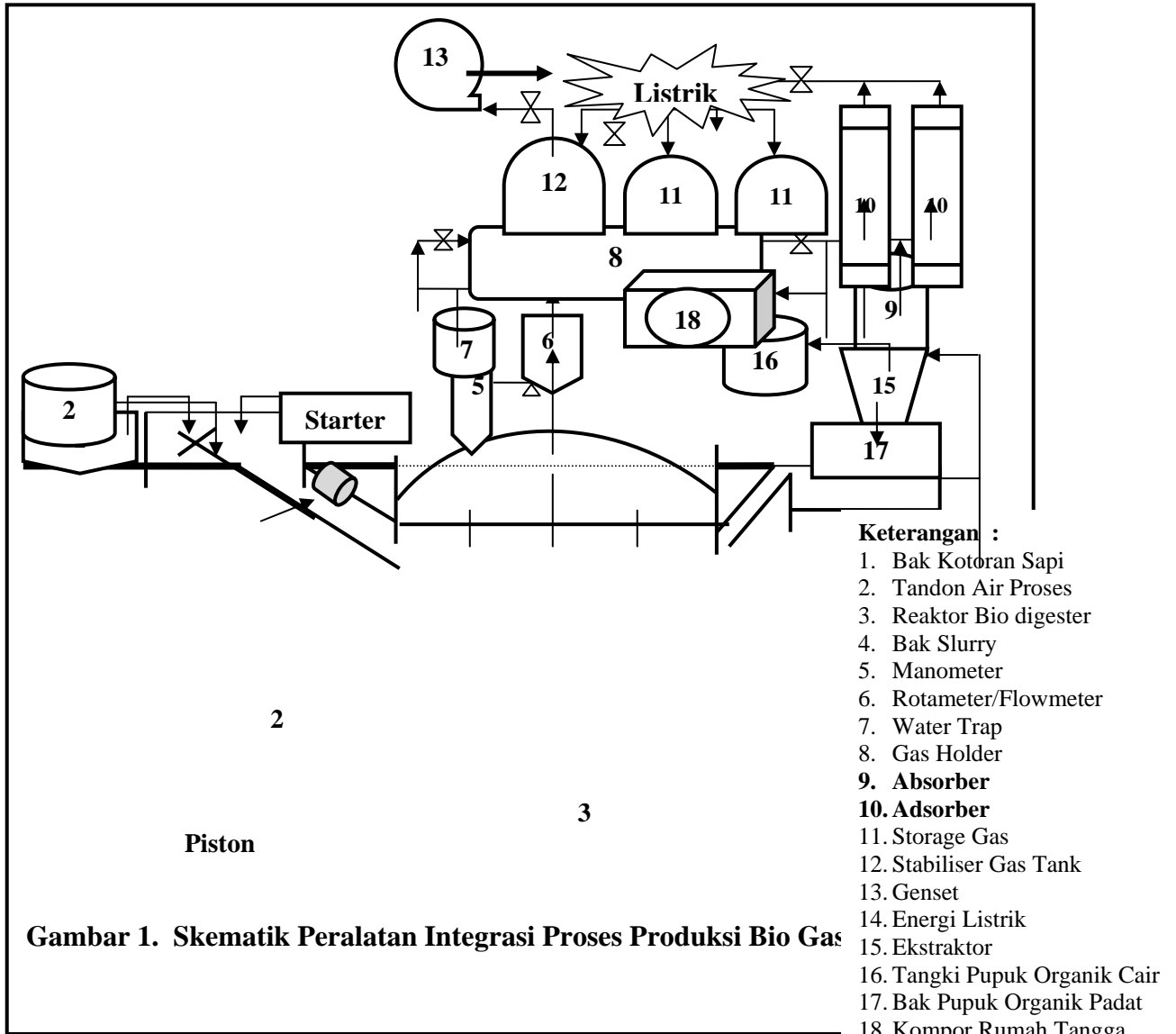
Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kotoran Sapi yang berasal dari kandang komunal peternakan sapi PT ANTARA di desa Talun, Kecamatan Montong, Kabupaten Tuban, Propinsi Jawa Timur dan Starter /mikroba dibuat sendiri dari bahan dasar kotoran sapi.

Variabel penelitian yang dilakukan adalah perbandingan Bahan Baku Kotoran Sapi dan Air Proses, yaitu (Bagian) : 1:0,5 ; 1:1 ; 1:1,5 ; 1:2 ; 1:2,5 dan Jumlah Bakteri *Metanobacterium* divariasikan sebanyak (ppm) : (0), (50), (100), (150), (200). Seluruh percobaan dikerjakan memakai Reaktor Digester gas Bio yang berukuran, Volume = 5.200 Liter, Diameter = 182 cm, Panjang = 200 cm dengan berat bahan baku awal 3500 kg (campuran Kotoran sapi dan Air). Penelitian ini dijalankan selama 16 (enam belas) hari dan diamati serta

dicatat/diukur setiap selang waktu 4 (empat) hari perubahan tekanan, produksi gas, dan Kadar gas (CH_4 ; CO_2 ; Gas Sisa).

Peralatan Rancang Bangun Teknologi “Digester” gas Bio berbahan baku Kotoran sapi dirancang sendiri berdasarkan pada teori similaritas dengan proto tipe unit degester yang telah dibuat sebelumnya. Perencanaan pembuatan Rancang Bangun Sistem Fermentasi pada Pembuatan Alat Biogas dengan Kapasitas Volume $5,2 \text{ M}^3$ yang terdiri dari tiga bagian yaitu unit kerangka tetap, unit digester kubah tetap, dan unit komponen Pengendali :

Rangkaian Skematik Peralatan Produksi Biogas, diterangkan dalam Gambar 1.

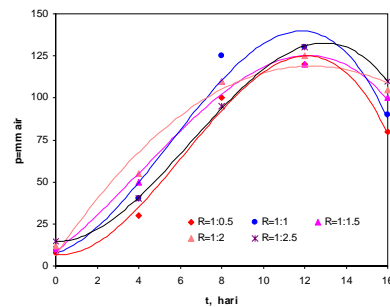


Prosedur penelitian, Bahan Baku Kotoran sapi sesuai jumlah yang ditetapkan, dicampur dengan air dalam Bak Pencampur (3500 kg), sesuai dengan perbandingan bahan yang dijalankan berkisar antara (1:0,5) s/d (1:2,5) bagian. Selanjutnya, ditambahkan sejumlah Bakteri (0 ppm) s/d (200 ppm) dan di aduk agar campuran menjadi homogen. Setelah campuran kotoran sapi masuk ke dalam reaktor Bio Digester, dilakukan pengadukan dengan cara menggerakkan piston naik – turun, diamati dan dicatat tekanan di dalam reaktor melalui alat manometer (5). Apabila terjadi perubahan tekanan (Pressure Drop) di dalam reaktor, maka proses

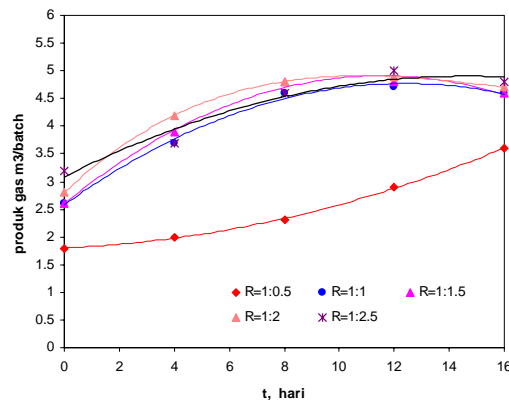
fermentasi an aerop mulai terjadi. Proses Fermentasi akan berlangsung terus menerus dan diamati selang waktu 3 (tiga) hari sampai hari ke 15 (lima belas). Diamati, dicatat dan diukur tekanan dalam reaktor digester (5), produksi bio gas memakai alat Rotameter/flow meter (6). Bio gas yang terbentuk di analisis kadar Gas Metan (CH_4), Karbon Dioksida (CO_2) dan Gas Sisa (H_2S , CO , N_2).

Hasil dan Pembahasan

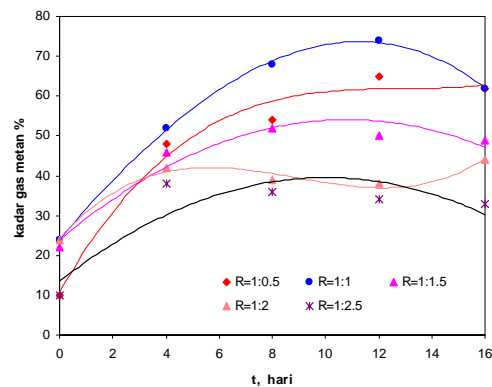
Pada percobaan pendahuluan dilakukan uji karakteristik peralatan dan kalibrasi alat ukur (flowmeter dan manometer). Hasil proses fermentasi kotoran sapi secara an-aerop dianalisis kadar gas Metan, Karbon Dioksida dan gas Sisa dengan menggunakan Gas Chromatography (GC). Hasil-hasil percobaan pengaruh perbandingan bahan baku kotoran sapi dan air proses terhadap Produk gas dan kadar Gas yang terbentuk, ditunjukkan dalam gambar 2. Pada variasi itu penelitian dilakukan pada jumlah campuran kotoran sapi dan air sebanyak 3500 kg/batch serta jumlah mikroba yang ditambahkan sebesar 50 ppm.



Gambar2. Hubungan Tekanan Produk dengan waktu proses

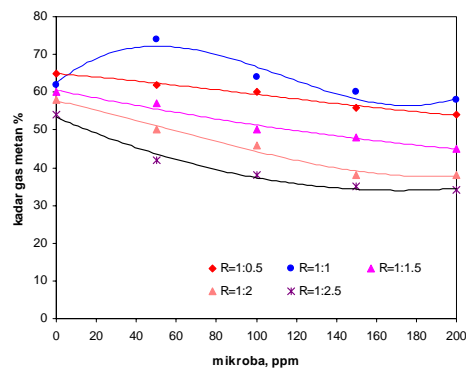


Gambar 3. Hubungan Produk gas dengan waktu proses



Gambar 4. Hubungan Kadar Gas Metane dengan waktu proses

Dari data yang tersaji pada gambar 2,3,4 terlihat bahwa tekanan gas pada reaktor Bio Digester, produksi biogas dan kadar gas (%) sangat dipengaruhi oleh perbandingan bahan baku kotoran sapi dan air proses. Semakin lama proses fermentasi gas-gas yang terbentuk akan semakin banyak, sehingga tekanan gas dalam reaktor Bio Digester meningkat tajam dan pada waktu (t) 12 hari cenderung menurun. Demikian juga produk gas akan meningkat dengan bertambahnya waktu fermentasi pada perbandingan bahan baku tertentu. Kadar gas metan (CH_4) meningkat secara signifikan dengan lamanya waktu proses fermentasi dan pada hari ke 12 terlihat menurun.



Gambar 5. Hubungan Kadar Gas Metane dengan dosis mikroba

Begitu juga pada variasi jumlah mikroba yang ditambahkan (ppm) terhadap kadar gas pada berbagai perbandingan bahan baku, semakin banyak jumlah mikroba yang ditambahkan kadar gas metan (CH_4) cenderung menurun, dan sebaliknya kadar gas karbon dioksida (CO_2) akan bertambah seperti terlihat pada gambar 5.

Kesimpulan

1. Proses produksi bio gas yang berbasis kotoran sapi (Biomassa), diperoleh dengan mencampur kotoran sapi dan air pada perbandingan 1:1 (bagian) dan penambahan mikroba sebanyak 50 ppm dengan proses fermentasi selama 12 (dua belas) hari per Batch. Produk Biogas yang dihasilkan sebanyak $5,1 \text{ m}^3/\text{Batch}$ dengan kadar gas Metan (CH_4) 74 %, gas Karbon Dioksida 19 % dan Sisa gas 7 %.
2. Hasil samping dari produksi biogas (by product) berupa **slurry** dapat dipisahkan menjadi produk pupuk organik padat dan cair dengan kadar NPK rerata 16% yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanah



pertanian. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya dalam rangka kemandirian energi dan pangan rakyat serta menjamin ketersediaan energi dengan murah.

Daftar Pustaka

- Bajracharya, T.R., A. Dhungana., N. Thapaliya dan G. Hamal. 1985. *Purification and Compression of Biogas : Research Experience*. Journal of The Institute of Engineering 7 (1) : 1 – 9.
- Departemen Pertanian. 2009. *Pemanfaatan Limbah dan Kotoran Ternak Menjadi Energi Biogas*. Seri Bioenergi Pedesaan. Direktorat Jenderal Hasil Pertanian Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian, Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2007. *Biogas untuk Generator Listrik Skala Rumah Tangga*. Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Vol. 29 No. 2. Balai Besar Mekanisasi Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Jakarta.
- Haryati, T., 2006. *Biogas : Limbah Peternakan yang Menjadi Sumber Energi Alternatif*. Jurnal Wartazoa 6(3) : 160 – 169.
- Houdkova L., J. Boran., J. Pecek and P. Sumpela. 2008. *Biogas-A Renewable Source of Energy*. Journal of Thermal Science 12(4) : 27 -33.
- Teguh Wikan Widodo and Agung Hendriadi. 2005. *Development of Biogas Processing for Small Scale Cattle Farm in Indonesia*. Conference Proceeding: International Seminar on Biogas Technology for poverty Reduction and Sustainable Development. Beijing, October 17-20,2005. pp. 255-261 [in English].
- Yapp, Jason and Rijk, Adrianus.2005. *CDM Potential for the Commercialization of the Integrated Biogas System*. Conference Proceeding: International Seminar on Biogas Technology for poverty Reduction and Sustainable Development. Beijing, October 17-20,2005. pp. 88- 105.