

# PRODUKSI BIOGAS DARI LIMBAH KOTORAN SAPI PERAH DENGAN REAKTOR BIOGAS SISTEM BATCH DI DESA LEREP KABUPATEN UNGARAN

Didik Wisnu Widjajanto<sup>1</sup>, Heny Kusumayanti<sup>2</sup>, Sri Rejeki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jur. Nutrisi & Makanan Ternak . Fak. Peternakan; <sup>2</sup>Jur. Teknik Kimia, PSD III, Fak. Teknik; <sup>3</sup>Jur. Ilmu Kelautan. Fak. Perikanan & Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Kampus Tembalang, Semarang

## Abstract

*Biogas is mixed gas of methana (CH<sub>4</sub>), carbondioxide (CO<sub>2</sub>) and others which is produced as a result of material degradation of organic material such as animal and human feces or plant byproduct by methanogen bacterial activity in biodigester. The present work is aimed to produce biogas from feces of milk cow. Biogas reactor used is built by IbM team of "IbM Peternak sapi Perah Penghasil Biogas di Lerep - Ungaran" (batch system). Result of present work revealed that 4 m<sup>3</sup> biogas reactor with batch system is able to produce biogas starting day 4. In the following day, the biogas production increase and reach peak on day seven which is produce 42,85 liter of mix gas or 25,71 liter of methana gas.*

**Keywords :** *biogas, batch system, cow feces*

## PENDAHULUAN

Desa Lerep terletak di Kecamatan Ungaran Barat, Kabupaten Semarang, Propinsi Jawa Tengah, luasnya sekitar 44,93 km<sup>2</sup>. Jumlah penduduknya 11.226 jiwa. Wilayah bagian utara merupakan dataran rendah yang sempit sedangkan bagian selatan merupakan bagian dari pegunungan Ungaran yang sejuk. Penduduk Desa Lerep sebagian besar adalah peternak sapi. dengan jumlah populasi sapi mencapai 238 ekor, rata-rata tiap kepala keluarga mempunyai 1-2 ekor sapi. Selain menghasilkan susu, sapi juga menghasilkan limbah yang berupa feces (kotoran sapi/kosa) dan urin. Jumlah kotoran yang dihasilkan oleh satii ekor sapi dalam sehari sebesar 28-32 kg, dan komposisi kotoran sapi tersebut terdiri dari 80% kandungan cair dan 20% kandungan padat. Mengingat jumlah populasi sapi di lokasi Mitra, maka sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan sumber energi,

yaitu sebagai biogas.

Apakah biogas itu? Biogas merupakan gas campuran methana (CH<sub>4</sub>), karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan gas lainnya yang didapat dari hasil penguraian material organik seperti kotoran hewan, kotoran manusia, tumbuhan oleh bakteri pengurai metanogen pada sebuah biodigester (<http://klipingut.wordpress.com/2008/11/30/cara-mudah-membuat-digester-biogas/> 6 April 2009). Jadi, untuk menghasilkan biogas, dibutuhkan pembangkit biogas yang disebut biodigester. Proses penguraian material organik terjadi secara anaerob (tanpa oksigen) (Wasinton, 2007). Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah biodigester terisi penuh, dan mencapai puncak pada hari ke 20-25. Biogas yang dihasilkan oleh biodigester sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CH<sub>4</sub>), 30-40% karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan gas lainnya dalam jumlah kecil.

Biodigester mudah dibuat dan

dioperasikan. Beberapa keuntungan yang dimiliki oleh biodigester bagi rumah tangga dan komunitas antara lain (Hernawati *dkk.*, 2007; Said, 2008):

1. Hemat biaya. Mengurangi penggunaan bahan bakar lain (minyak tanah, kayu, dsb) oleh rumah tangga atau komunitas (1 m<sup>3</sup> biogas masing-masing setara dengan 0,46 kg LPG; 0,62 lt minyak tanah; 0,52 lt minyak solar; 0,8 lt bensin; 1,5 m<sup>3</sup> gas kota; atau 3,5 kg kayu bakar)
2. Hemat waktu. Tidak perlu mencari bahan bakar.
3. Tahan lama. Secara ekonomi, murah dalam instalasi serta menjadi investasi yang menguntungkan dalam jangka panjang. Reaktor biogas tahan sampai 15 tahun.
4. Nilai tambah. Menghasilkan pupuk organik berkualitas tinggi sebagai hasil sampingan
5. Ramah lingkungan. Menjadi metode pengolahan sampah (raw waste) yang baik dan mengurangi pembuangan sampah ke lingkungan (aliran air/sungai). Meningkatkan kualitas udara karena mengurangi asap dan jumlah karbondioksida akibat pembakaran bahan bakar minyak/kayu bakar.

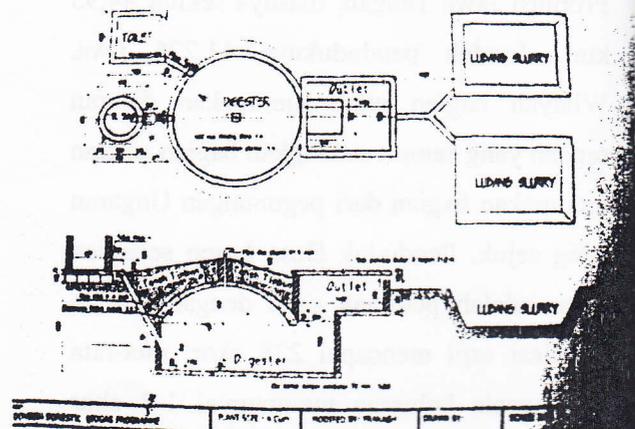
Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biogas dengan bahan baku kotoran sapi perah. Hasil penelitian ini

bermanfaat sebagai uji coba pembangunan reaktor biogas yang hasilnya dapat diaplikasikan pada masyarakat peternak sapi perah sebagai teknologi tepat guna.

## METODE PENELITIAN

### Materi Penelitian

Penelitian ini menggunakan materi kotoran sapi yang berasal dari 3 ekor sapi perah milik Bapak Wagimin yang berlokasi di Desa Lerep Kabupaten Ungaran. Reaktor biogas yang dipakai adalah bangunan biogas yang dibangun oleh Tim IbM "IbM Peternak sapi Perah Penghasil Biogas di Lerep - Ungaran" dengan sistem batch seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Reaktor Biogas

### Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen di lapangan dengan menguji reaktor biodigester yang dibangun oleh Tim IbM UNDIP dengan bahan baku biogas dari kotoran sapi perah.

Komponen pada biodigester pada IbM

ini terdiri dari komponen-komponen utama sebagai berikut *Saluran masuk Slurry (kotoran segar)* - Saluran ini digunakan untuk memasukkan *slurry* (campuran kotoran ternak dan air) ke dalam reaktor utama. Pencampuran ini berfungsi untuk memaksimalkan potensi biogas, memudahkan pengaliran, serta menghindari terbentuknya endapan pada saluran masuk. *Saluran keluar residu* - Saluran ini digunakan untuk mengeluarkan kotoran yang telah difermentasi oleh bakteri. Saluran ini bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik. Residu yang keluar pertama kali merupakan *slurry* masukan yang pertama setelah waktu retensi. *Slurry* yang keluar sangat baik untuk pupuk karena mengandung kadar nutrisi yang tinggi. *Katup pengaman lekaran (control valve)* - Katup pengaman ini digunakan sebagai pengatur tekanan gas dalam biodigester. Katup pengaman ini menggunakan prinsip pipa T. Bila tekanan gas dalam saluran gas lebih tinggi dari kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan dalam biodigester akan turun.

*Sistem pengaduk* - Pengadukan dilakukan dengan berbagai cara yaitu pengadukan mekanis, sirkulasi substrat biodigester atau sirkulasi ulang produksi biogas ke atas biodigester menggunakan pompa. Pengadukan ini bertujuan untuk mengurangi pengendapan dan meningkatkan produktifitas biodigester karena kondisi substrat yang seragam. *Saluran gas* - Saluran

gas ini disarankan terbuat dari bahan polimer untuk menghindari korosi. Untuk pembakaran gas pada tungku, pada ujung saluran pipa bisa disambung dengan pipa baja antikorosi. *Tangki penyimpan gas* - jenis tangki penyimpan gas. yaitu tangki terpisah dengan unit reaktor (*fixed dome*). Untuk tangki terpisah ini, konstruksi dibuat khusus sehingga tidak bocor dan tekanan yang terdapat dalam tangki seragam, serta dilengkapi H<sub>2</sub>S Removal untuk mencegah korosi. Pada penelitian ini dibuat tempat penyimpan gas yang bersatu dengan unit reaktor dan gas dikeluarkan berdasarkan kebutuhan.

#### **Pelaksanaan penelitian**

1. Pengisian biodigester (perdana dan harian). Buat bahan biogas berupa campuran kotoran sapi (kosa) dan air dengan perbandingan 1 : 1 dalam tempat pencampur dan masukkan ke dalam biodigester. Pengisian kotoran sapi perdana adalah 1600 kg dengan air dengan berat setara. Pengisian harian adalah 32 kg kotoran sapi yang dicampur dengan 32 liter air. Kotoran sapi tersebut dihasilkan oleh 3 ekor sapi perah.
2. Penggunaan katup gas utama/KGU. KGU berfungsi untuk mencegah kehilangan gas karena kebocoran saluran pipa

- dll. Buka KGU pada saat memasak dan tutup rapat setelah selesai
3. Periksa kebocoran gas pada setiap sambungan dengan busa sabun
  4. Pengurasan air. Gas yang mengalir dari kubah menjadi jenuh dengan uap air yang akan menyumbat pipa dan menghambat aliran gas (ditandai dengan pijar api berwarna kuning). sehingga hams dikuras dengan membuka katup penguras air.
  5. Membersihkan overflow. Slurry (campuran kosa dan air) yang telah diproses mengalir keluar dari outlet melalui overflow di ujung outlet. Jaga agar tingkat luapan selalu bersih dari slurry kering sepanjang waktu.
  6. Periksa alat pengukur tekanan yang berfungsi untuk memantau tekanan gas yang mengalir. Ketika air di dalam pipa transparan pada posisi angka yang besar menunjukkan tekanan yang tinggi (melebihi 40 cm kolom air), stel katup untuk membuat gas mengalir ke tungku atau buang gas lewat KGU. Hentikan pemakaian gas apabila tekanan kurang dari 15 cm kolom air.

## HASIL PENELITIAN

Pada hari ke tujuh setelah slurry kotoran sapi dimasukkan dalam biodigester, terjadi penurunan ketinggian pada pada 10 cm sehingga slurry ditambah lagi sehingga menjadi penuh. Kejadian ini menandakan bahwa mikroorganismenya pencerna kotoran sapi telah tumbuh dan mencerna kotoran sapi yang ada di biodigester. Pada hari ke 6 tekanan pada manometer telah menunjukkan angka 35 maka dapat dipastikan telah terbentuk gas methana atau biogas. Pada hari ke tujuh telah dihasilkan biogas yang ditunjukkan pada angka 40 dan oleh kompor dapat menyala dengan api yang biru yang menandakan biogas telah berhasil diproduksi. Adapun hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Jumlah biogas yang dihasilkan selama percobaan

Hari ke -	Level (cm)	Volume mix gas (liter)	Volume gas methana (liter)
1	2,3	2,34	-
2	6,1	6,21	-
3	15,9	16,18	-
4	22,3	23,89	14,33
5	28,5	30,53	18,32
6	35,6	38,14	22,88
7	40	42,85	25,71

Biogas terbentuk pada hari ke 4-5 sesudah biodigester terisi penuh, dan mencapai puncak pada hari ke 7. Biogas yang dihasilkan oleh biodigester sebagian besar terdiri dari 50-70% metana (CH<sub>4</sub>). 30-40% karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan gas lainnya

dalam jumlah kecil.

## PEMBAHASAN

Dalam skala laboratorium, penelitian di bidang biogas tidak membutuhkan biaya yang besar tetapi harus ditunjang dengan peralatan yang memadai. Perangkat utama yang digunakan terutama adalah tabung digester, tabung perampung gas, pipa penyambung, katup, dan alat untuk identifikasi gas. Untuk mengetahui terbentuk atau tidaknya biogas dari reactor salah satu uji sederhana yang dapat dilakukan adalah dengan uji nyala Biogas dapat terbakar apabila mengandiiing kadar metana minimal 57% yang menghasilkan api biru (Hammad *et al.*, 1999 *dalam* Beni dkk., 2007)). Sedangkan menurut Hessami (1996 *dalam* Beni dkk., 2007), biogas dapat terbakar dengan baik jika kandiingan metana telah mencapai minimal 60%. Pembakaran gas metana ini selanjutnya menghasilkan api biru dan tidak mengeluarkan asap. Pada kondisi lapangan penelitian dapat digunakan untuk menguji apakah reaktor biogas yang dibangun dapat berfungsi dengan sempurna. Kinerja reaktor biogas perlu diuji terlebih dahulu sehingga apabila terjadi kegagalan produksi, reaktor dapat diperbaiki sesuai kebutuhan.

### ***Mekanisme Pembentukan Biogas***

Kotoran ternak adalah substrat terbaik untuk menghasilkan biogas. Proses pembentukan biogas melalui pencernaan anaerobik

merupakan proses bertahap, dengan tiga tahap utama, yakni hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis. Tahap pertama adalah hidrolisis, dimana pada tahap ini bahan-bahan organik seperti karbohidrat, lipid, dan protein didegradasi oleh mikroorganisme hidrolitik menjadi senyawa terlarut seperti asam karboksilat, asam keto, asam hidroksi, keton, alkohol, gula sederhana, asam-asam amino,  $H_2$  dan  $CO_2$  (Hammad *et al.*, 1999 *dulum* Beni dkk., 2007). Pada tahap selanjutnya yaitu tahap asidogenesis senyawa terlarut tersebut diubah menjadi asam-asam lemak rantai pendek, yang umumnya asam asetat dan asam format oleh mikroorganisme asidogenik. Tahap terakhir adalah metanogenesis, dimana pada tahap ini asam-asam lemak rantai pendek diubah menjadi  $H_2$ ,  $CO_2$ , dan asetat. Asetat akan mengalami dekarboksilasi dan reduksi  $CO_2$ , kemudian bersama-sama dengan  $H_2$  dan  $CO_2$  menghasilkan produk akhir, yaitu metana ( $CH_4$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ).

Pada dasarnya efisiensi produksi biogas sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor meliputi : suhu, derajat keasaman (pH), konsentrasi asam-asam lemak volatil, nutrisi (terutama nisbah karbon dan nitrogen), zat racun, waktu retensi hidrolik, kecepatan bahan organik, dan konsentrasi amonia. Dari berbagai penelitian yang penulis peroleh, dapat dirangkum beberapa kondisi optimum proses produksi biogas yaitu seperti tercantum pada Tabel 2.

Parameter-parameter ini harus

dikontrol dengan cermat supaya proses pencernaan anaerobik dapat berlangsung secara optimal. Sebagai contoh pada derajat keasaman (pH), pH harus dijaga pada kondisi optimum yaitu antara 7 - 7,2. Hal ini disebabkan apabila pH turun akan menyebabkan perubahan substrat menjadi biogas terhambat sehingga mengakibatkan penurunan kuantitas biogas. Nilai pH yang terlalu tinggipun harus dihindari. karena akan menyebabkan produk akhir yang dihasilkan adalah CO<sub>2</sub> sebagai produk utama. Begitupun dengan nutrient, apabila rasio C/N tidak dikontrol dengan cermat, maka terdapat kemungkinan adanya nitrogen berlebih (terutama dalam bentuk amonia) yang dapat menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri.

### Nilai Potensial Biogas

Biogas yang bebas pengotor (H<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, dan partikulat lainnya) dan telah mencapai *kualitas pipeline* adalah setara dengan gas alam. Dalam bentuk ini, gas tersebut dapat digunakan sama seperti penggunaan gas alam. Pemanfaatannya pun telah layak sebagai bahan baku pembangkit listrik, pemanas ruangan, dan pemanas air. Jika dikompresi, biogas dapat menggantikan gas alam terkompresi yang digunakan pada kendaraan. Di Indonesia nilai potensial pemanfaatan biogas ini akan terus meningkat karena adanya jumlah bahan baku biogas yang melimpah dan rasio antara energi biogas dan energi minyak bumi yang

menjanjikan (Hernawati dkk., 2007; Said, 2008).

**Tabel 2. Kondisi Optimum Produksi Biogas**

Parameter	Kondisi Optimum
Suhu	35° C
Derajat Keasaman	7 - 7,2
Nutrien Utama	Karbon dan Nitrogen
Nisbah Karbon dan Nitrogen	20/1 sampai 30/1
Sulfida	< 200 mg/L
Logam-logam Berat Terlarut	< 1 mg/L
Sodium	< 5000 mg/L
Kalsium	< 2000 mg/L
Magnesium	< 1200 mg/L
Amonia	< 1700 mg/L

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa reaktor biogas dengan sistem batch yang berkapasitas 4 m<sup>3</sup> dapat menghasilkan biogas mulai hari ke 4. Biogas mulai meningkat pada hari berikutnya memcaai puncak pada hari ke tujuh dengan dihasilkan biogas sebesar 42,85 liter mix gas atau setara dengan 25,71 gas methana.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Kegiatan ini dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Program Pengabdian kepada Masyarakat, Nomor : 148/SP2H/PP/DP2M/III/2010, tanggal 24

Agustus 2010, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional serta Rektor Universitas Diponegoro. Kepada Bapak Wagimin yang telah menyediakan lahan dan ikut serta dalam penelitian ini penulis menyampaikan penghargaan yang tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

Beni Hermawan. Lailatul Qodriyah, dan Candrarini Puspita. 2007. Pemanfaatan Sampah Organik sebagai Sumber Biogas Untuk Mengatasi Krisis Energi Dalam Negeri. Karya Tulis Ilmiah Mahasiswa. Universitas Lampung. Bandar Lampung

Hernawati. Sinly Evan Putra. Ibrahim. 2007. Bioenergi Sedang Naik Daun. Majalah Natural Edisi 12/Thn VIII/Agustus 2007. Bandar Lampung.

<http://klippingut.wordpress.com/2008/11/30/cara-mudah-membuat-digester-biogas/> 6 April 2009

Said, Sjahrudin., 2008. Membuat Biogas dari kotoran hewan. Seri Biogas. Indocamp.Jakarta. 22 hal.

Simanjutak, Wasinton. 2007. Teknologi Anaerobik untuk Pemanfaatan Sampah dan Limbah Agroindustri. Majalah Natural Edisi 12/Thn VIII/Agustus 2007. Bandar Lampung.