



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KONSTRUKSI DAN UJI AWAL DARI BIODIGESTER  
UNTUK MENGHASILKAN GAS METAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Teknik**

**RONY**

**0706200472**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
DEPOK**

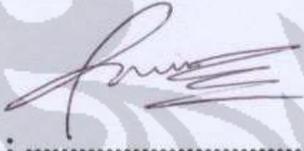
**Desember 2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Rony**

**NPM : 0706200472**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 30 Desember 2009**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Rony

NPM : 0706200472

Program Studi : Teknik Kimia

Judul Skripsi : Kontruksi dan uji awal dari biodigester untuk menghasilkan gas metan

**Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Tilani Hamid. S, Msi.

(.....)

Penguji I : Ir. Sukirno, M.Eng.

(.....)

Penguji II : Ir. Bambang Heru Susanto, MT.

(.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Desember 2009

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelas Sarjana Teknik Jurusan Teknik Kimia Pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan laporan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Tilani Hamid. S, Msi, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan laporan skripsi ini;
2. Bapak Edwin Mulyadi, Bapak Jazuli dan Bapak Komarna selaku atasan saya di PT Cognis Indonesia atas kebijakannya memberikan keleluasaan waktu untuk menyelesaikan skripsi ini;
3. Bapak Andreas Wiji selaku peneliti dan pengembang biogas yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk mendapatkan banyak informasi dan ilmunya;
4. Pihak Pengelola peternakan sapi di kukusan-depok yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan;
5. Orang tua dan keluarga besar saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
6. Adik puput yang telah memberikan motifasi dan inspirasi yang luar biasa serta sahabat yang telah banyak membantu dan semangat kepada saya dalam menyelesaikan laporan seminar ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 30 Desember 2009

Rony

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rony  
NPM : 0706200472  
Program Studi : Teknik Kimia  
Departemen : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**KONSTRUKSI DAN UJI AWAL DARI BIODIGESTER UNTUK  
MENGHASILKAN GAS METAN**

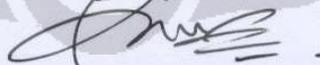
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pagkalan data (*data base*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 30 Desember 2009

Yang Menyatakan



(Rony)

## ABSTRAK

Nama : Rony  
Program Studi : Teknik Kimia  
Judul :

### **KONSTRUKSI DAN UJI AWAL DARI BIODIGESTER UNTUK MENGHASILKAN GAS METAN**

Teknologi biogas bukanlah teknologi baru. Teknologi ini telah banyak dimanfaatkan oleh petani peternak diberbagai negara, diantaranya India, Cina, bahkan Denmark. Teknologi biogas sederhana yang dikembangkan di Indonesia berfokus pada aplikasi skala kecil/menengah yang dapat dimanfaatkan masyarakat pertanian yang memiliki ternak sapi 2 – 20 ekor. 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.

Penelitian ini bertujuan untuk kajian awal mempelajari hasil gas metan yang terbentuk dari biodigester. Penelitian ini menghasilkan rancangan biodigester yang berbahan dasar campuran baja dengan spesifikasi sebagai berikut: biodigester dengan volume total 60 liter, waktu proses 25 hari, memiliki pengaduk dengan kecepatan 20 rpm dan penampung dari bahan plastik dengan kapasitas sebesar 2 liter.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa kandungan gas metan pada biodigester dengan volume 60 liter sebesar 19.5447 %, nilai kalor bersih sebesar 6.45 Joules /cm<sup>3</sup>, jumlah gas yang dihasilkan dari proses fermentasi biogas selama 25 hari sebesar 76.9 g dan Pengaduk dengan dua impeller mempercepat terbentuknya biogas.

Kata kunci :  
Biogas, biodigester, uji awal gas metan

## ABSTRACT

Name : Rony  
Study Program : Chemical Engineering  
Title :

### CONSTRUCTION AND INITIAL TESTING OF BIODIGESTER TO PRODUCE METHANE GAS

Biogas technology is not new technology. This technology has been used extensively by cattle farmers in all countries, including India, China, and even Denmark. Simple biogas technology developed in Indonesia focus on small-scale application / medium that can be utilized agricultural community who have cattle from 2 to 20 tails. Use of biodigester can help the development of agricultural systems to recycle animal dung to produce bio gas and a byproduct obtained in the form of organic fertilizer with good quality.

This research aims to study the results of initial studies of methane gas that is formed from biodigester. This research produced a design based biodigester steel mixed with the following specifications: biodigester with a total volume of 60 liters, 25 day processing time, a stirrer with a speed of 20 rpm and a container of plastic material with a capacity of 2 liters.

The results of this study found that the methane gas content in the volume biodigester with 60 liters of 19.5447%, net calorific value of 6:45 Joules / cm<sup>3</sup>, the amount of gas produced from biogas fermentation process for 25 days for 76.9 g and stirrer with impeller speed up the formation of two biogas.

Keywords:

Biogas, biodigester, initial tests of methane gas

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	3
2.1 Biogas.....	3
2.2 Biogas dan Komposisinya.....	4
2.3 Proses Pembentukan Biogas.....	7
2.4 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas.....	9
2.4.1 Kondisi Anaerob atau Kedap Udara.....	9
2.4.2 Bahan Baku Isian.....	9
2.4.3 Imbangan C/N.....	9
2.4.4 Derajat Keasaman (Ph).....	9
2.4.5 Temperatur.....	9
2.4.6 Starter.....	10
2.5 Pemanfaatan Biogas dan Hasil Sampingnya.....	12
2.5.1 Pemanfaatan Biogas.....	12
2.5.2 Pemanfaatan Slurry.....	14
2.6 Unit Biogas.....	15
2.6.1 Seluruh Tangki Pencerna Berada di Permukaan Tanah .....	15
2.6.2 Sebagian Tangki Percerna Berada di Permukaan Tanah .....	15
2.6.3 Seluruh Tangki Pencerna Berada di Bawah Permukaan Tanah.....	16
2.7 Prosedur Perancangan Biodigester.....	16
2.7.1 Perhitungan Volume Biodigester.....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	19
3.1 Peralatan dan Bahan Penelitian.....	19
3.1.1 Bahan Penelitian.....	19

3.1.2 Peralatan Penelitian.....	19
3.2 Diagram Air Penelitian.....	21
3.3 Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1 Observasi Kinerja Biodigester.....	22
3.3.2 konstruksi Biodigeste.....	22
3.3.2.1 Flowsheeting.....	22
3.3.2.1.1 Block Flow Diagram Proses.....	22
3.3.2.1.2 Neraca Massa.....	22
3.3.2.1.3 Neraca Energi.....	23
3.3.2.2 Sizing.....	24
3.3.3 Pembuatan Feed awal dan kontinyu.....	25
3.3.4 Proses Fermentasi Pembentukan Gas Methan.....	25
3.3.5 Analisa Komposisi Biogas.....	26
3.3.6 Pengamatan Laju Alir Gas.....	26
3.3.7 Perhitungan Jumlah gas yang dihasilkan.....	26
3.3.8 Perhitungan Nilai Kalor Bersih Biogas.....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Unit Biogas dan Pembahasan.....	27
4.1.1 Unit Biogas.....	27
4.1.2 Evaluasi Unit Biogas.....	27
4.1.3 Hasil Analisa Komposisi Biogas.....	28
4.1.5 Pengamatan Laju Alir.....	28
4.1.6 Perhitungan Jumlah Gas yang dihasilkan.....	29
4.1.7 Perhitungan Nilai Kalor bersih Biogas.....	29
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>30</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>33</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Digester tipe <i>floating dome</i> .....	6
Gambar 2 Digester tipe <i>fixed dome</i> .....	6
Gambar 3. Diagram alir Penelitian.....	21
GAmbar 4. Biodigester.....	25



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Perbandingan Nilai Kalor Gas Bio.....	4
Tabel 2 Kandungan bahan kering beberapa kotoran.....	11
Tabel 3 Spesifikasi Biodigester.....	24
Tabel 4 Komposisi Biogas.....	28



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Gambar Konstruksi Biodigester.....	33
<b>Lampiran 2.</b> Gambar-gambar Biodigester dari Hasil Observasi di peternakan sapi di kebon pedes-bogor.....	34
<b>Lampiran 3.</b> Gambar-gambar Biodigester dari Hasil Observasi di LIPI Bogor .....	36



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sebagian besar penduduk Indonesia masih mengandalkan pada sektor pertanian dan peternakan untuk menggerakkan roda perekonomian. Tanpa disadari, produk-produk pertanian dan peternakan tersebut menghasilkan hasil sampingan yang belum banyak mendapatkan perhatian, bahkan dianggap sebagai sampah yang tidak dimanfaatkan. Pada umumnya, limbah peternakan tersebut dimanfaatkan sebagai pupuk kandang. Padahal dari limbah pertanian dan peternakan tersebut dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif, yaitu dari biomassa. Sumber-sumber energi biomassa berasal dari bahan organik. Apabila biomassa tersebut dimanfaatkan untuk menghasilkan energi, maka energi tersebut disebut dengan bioenergi. Salah satu bentuk bioenergi adalah biogas.

Salah satu upaya pemanfaatan limbah peternakan adalah dengan memanfaatkannya untuk menghasilkan bahan bakar dengan menggunakan teknologi biogas. Teknologi biogas memberikan peluang bagi masyarakat pedesaan yang memiliki usaha peternakan, baik individual maupun kelompok, untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari secara mandiri.

Penerapan teknologi biogas pada daerah yang memiliki peternakan dapat memberikan keuntungan ekonomis apabila dilakukan perancangan yang tepat dari segi teknis dan operasionalnya. Perancangan teknis meliputi: desain biodigester, desain penyaluran gas dan desain tangki penampung. Perancangan operasional meliputi kemampuan operator untuk memastikan perawatan fasilitas biogas berjalan rutin dan terpenuhinya suplai bahan baku biogas setiap harinya.

Potensi biogas di Indonesia cukup melimpah, mengingat peternakan merupakan salah satu kegiatan ekonomi dalam kehidupan masyarakat pertanian. Hampir semua petani memiliki ternak antara lain sapi, kambing, dan ayam. Bahkan ada yang secara khusus mengembangkan sektor peternakan. Di antara jenis ternak tersebut, sapi merupakan penghasil kotoran yang paling besar. Oleh sebab itu kami mencoba melakukan pengujian awal dengan merancang

biodigester dari drum besi volume 60 liter untuk menghasilkan gas metan. Penelitian ini bertujuan untuk kajian awal mempelajari hasil gas metan yang terbentuk dari biodigesrter yang kami rancang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi baru bagi perkembangan biogas dari limbah peternakan khususnya kotoran sapi.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah apakah kontruksi biodigester dari drum besi volume 60 liter dapat menghasilkan gas metan.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitain ini adalah kajian awal mempelajari hasil gas metan yang terbentuk dari biodigesrter.

### **1.4 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam makalah seminar ini adalah:

#### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini terdiri atas latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan berbagai informasi yang didapatkan dari berbagai pustaka mengenai metode yang digunakan dalam membuat permodelan dan mendapatkan solusi dari model yang telah dibuat.

#### **BAB III : METODE PENELITIAN**

Bab ini terdiri atas mekanisme dan prosedur penelitian.

#### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi hasil dari penelitian yang sudah dilakukan beserta pembahasannya.

#### **BAB V : KESIMPULAN**

Bab ini menjelaskan kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biogas**

Biogas adalah gas-gas yang dihasilkan dari proses penguraian anaerob (tanpa udara) atau fermentasi dari material organik seperti kotoran hewan, lumpur kotoran, sampah padat, atau sampah terurai secara bio. Gas utama dari proses biogas terdiri dari methane dan CO<sub>2</sub> (Khasristya Amaru, 2004).

Biogas konvensional umumnya menggunakan proses cair dimana kotoran/sampah dicampur dengan air untuk membantu proses penguraian. Biogas sistem padat juga dimungkinkan, misalnya yang terjadi pada tempat pembuangan sampah padat (landfil). Karena CH<sub>4</sub> mempunyai sifat sulit dikompres (berbeda dengan LPG), maka CH<sub>4</sub> dari pembangkit biogas umumnya dipakai secara langsung. Beberapa pendapat lebih menyarankan gas dari biogas digunakan langsung untuk memasak, pemanas, penerangan, menggerakkan pompa atau kompresor, atau bahkan untuk sistem pendingin absorpsi dibandingkan dikonversi menjadi listrik.

Biogas dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti halnya gas alam. Tujuan utama pembuatan biogas adalah untuk mengisi kekurangan atau mensubstitusi sumber energi di daerah pedesaan sebagai bahan bakar keperluan rumah tangga, terutama untuk memasak dan lampu penerangan. Selain itu dapat digunakan untuk menjalankan generator untuk menghasilkan listrik dan menggerakkan motor bakar.

Gas bio mengandung berbagai macam zat, baik yang terbakar maupun yang dapat dibakar. Zat yang tidak dapat dibakar merupakan kendala yang dapat mengurangi mutu pembakaran gas tersebut.

Seperti terlihat pada Tabel 1 walaupun kandungan kalornya relatif rendah dibanding dengan gas alam, butana dan propana, tetapi masih lebih tinggi dari gas batubara. Selain itu biogas ramah lingkungan, karena sumber bahannya memiliki rantai karbon yang lebih pendek bila dibandingkan dengan minyak tanah, sehingga gas CO yang dihasilkan relatif lebih sedikit.

Tabel 1. Perbandingan nilai kalor gas bio

Jenis Gas	Nilai Kalor (joules/cm <sup>3</sup> )
Gas batubara	16.7-18.5
Gas bio	20-26
Gas metana	33.2-39.6
Gas alam	38.9-81.4
Gas propana	81.4-96.2
Gas butana	107.3-125.8

Sumber: Meynell, 1976

Nilai kalori biogas tergantung pada komposisi metana dan karbondioksida, dan kandungan air di dalam gas. Gas mengandung banyak kandungan air akibat dari temperatur pada saat proses, kandungan air pada bahan dapat menguap dan bercampur dengan metana. Pada biogas dengan kisaran normal yaitu 60-70% metana dan 30-40% karbondioksida, nilai kalori antara 20 - 26 J/cm<sup>3</sup>. Nilai kalori bersih dapat dihitung dari persentase metana seperti berikut (Meynel, 1976) :

$$Q = k \times m \quad (2.1)$$

Dimana : Q = Nilai kalor bersih ( joule/cm<sup>3</sup> )

k = Konstanta ( 0,33 )

m = Persentase metana ( % )

## 2.2 Biogas dan Komposisinya

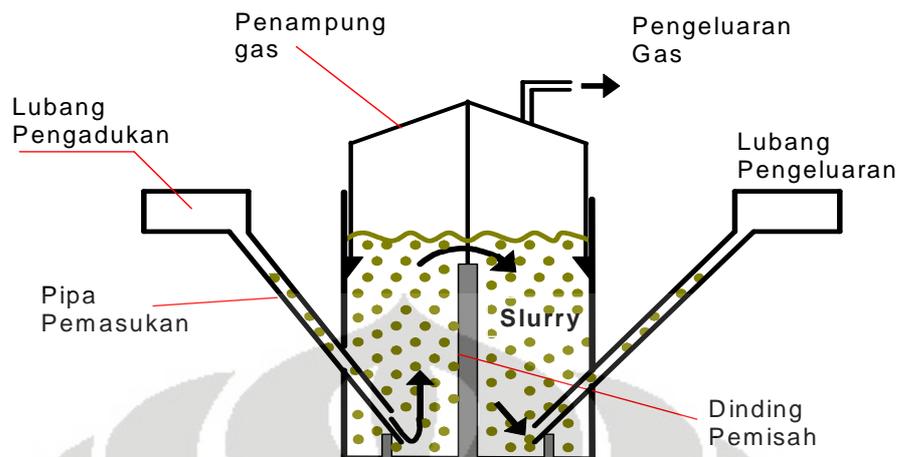
Proses degradasi limbah pertanian, kotoran hewan, dan manusia atau campurannya yang dicampur dengan air dan ditempatkan dalam tempat yang tertutup sehingga dalam kondisi anaerob akan membentuk biogas (Ariono, 1982). Keadaan anaerob ini dapat terjadi secara alami. Untuk mendapatkan kondisi anaerob yang lebih baik dengan hasil biogas yang lebih banyak, perlu dilakukan secara buatan yaitu dalam suatu *digester* atau unit pencernaan biogas.

Biogas merupakan campuran dari berbagai jenis gas yang mempunyai kandungan metana dengan proporsi terbesar. Nilai kalor gas metana murni (100%) adalah  $8900 \text{ kkal/m}^3$ .

Penelitian yang dilakukan oleh Harahap (1984) dengan bahan baku kotoran sapi menghasilkan biogas dengan komposisi sebagai berikut; 54 sampai 70% metana, 27 sampai 45% karbondioksida, 0,5 sampai 3,0% nitrogen, 0,1% karbonmonoksida, 0,1% oksigen, dan sedikit sekali hidrogen sulfida. Nilai kalor yang diperoleh antara  $4800 - 6700 \text{ kkal/m}^3$  ([www.petra.ac.id](http://www.petra.ac.id))

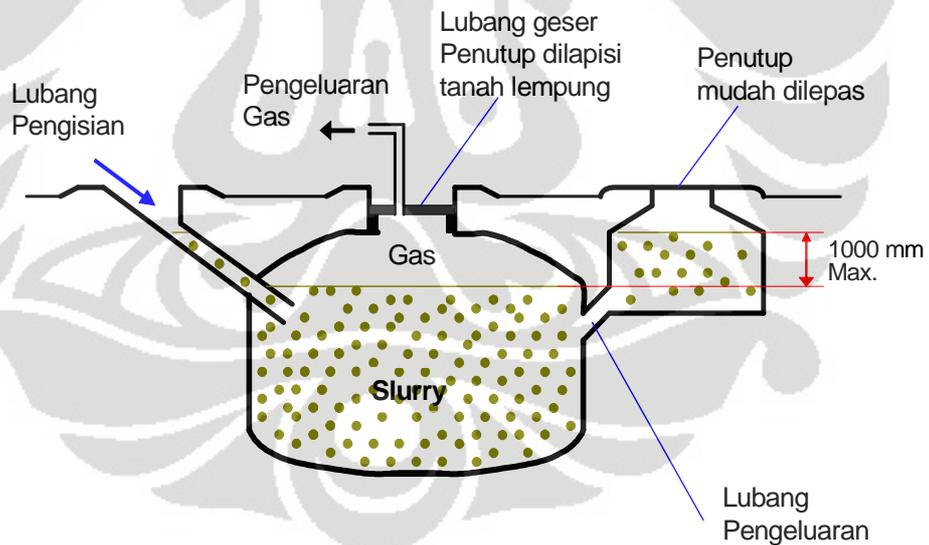
Menurut Karsini (1981) biogas yang dihasilkan dari kotoran hewan mempunyai komposisi 60% - 70% metana, 30%-40% karbondioksida, sejumlah kecil hidrogen sulfida (0,1%), dan gas-gas lain yang terdapat dalam jumlah terbatas seperti hidrogen, amoniak, dan nitrogen oksida.

Biogas sistem anaerob (kedap udara) dapat dibuat dengan mudah. Terdapat dua jenis sistem biogas, yaitu jenis terapung (*floating*) dan jenis kubah tetap (*fixed dome*). Pada tipe terapung, diatas tumpukan bahan bio (*digester*) diletakkan drum terbalik dalam posisi terapung. Pada reaktor biogas jenis kubah tetap, *digester* diletakkan didalam tanah dan bagian atasnya dibuat ruangan dengan atap seperti kubah terbalik. Fungsi drum terbalik atau kubah terbalik ini untuk menampung biogas yang dihasilkan dari *digester*. Gambar-gambar di bawah ini menunjukkan kedua jenis reaktor biogas yang dimaksud ( Ana nurhasanah dkk).



**Gambar 1. Digester tipe *floating dome***

Sumber : Ana Nurhsanah dkk, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian



**Gambar 2. Digester tipe *fixed dome***

Sumber : Ana Nurhsanah dkk, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian

Tumpukan bahan bio diselimuti oleh bahan yang tidak mudah bocor, misalnya plastik yang tahan pada temperatur agak tinggi. Kemudian dibagian luarnya dibuat dinding seperti membuat dinding bangunan rumah. Alternatif lain,

dinding *digester* dapat dibuat dari plat yang agak tebal. Selain *digester*, diperlukan juga saluran masuk untuk bahan baku, saluran keluar lumpur sisa (*slurry*) dan saluran/pipa untuk distribusi biogas yang terbentuk. Berikut contoh pemanfaatan kotoran sapi untuk biogas. Rata-rata dapat diasumsikan bahwa 1 ekor sapi menghasilkan kotoran 5 kg/hari. Dengan 16 ekor sapi akan diperoleh kotoran 80 kg/hari. Kotoran tersebut kemudian dicampur dengan air 80 liter. Hasil yang diperoleh adalah biogas 1 m<sup>3</sup>/hari atau setara dengan 0.65 m<sup>3</sup> gas CH<sub>4</sub> yang mengandung energi sebesar 6.5 kWh. Perlu dicatat bahwa beberapa penelitian bahkan menyebutkan kotoran sapi yang dikeluarkan perharinya di Indonesia bisa mencapai 22 kg/hari. Angka terakhir ini sepertinya terlalu besar kalau hanya memperhitungkan fesesnya saja. Data yang lebih mutakhir menunjukkan bahwa pada peternakan sapi perah, sapi potong dan kerbau diperoleh kotoran rata-rata perhari sebesar 12 kg/ekor.

Jenis *floating drum* di Indonesia dengan kapasitas digester 27 m<sup>3</sup> biaya yang dibutuhkan untuk membangunnya adalah sebesar Rp. 9.000.000. Untuk biodigester skala kecil kapasitas 0,2 m<sup>3</sup> dapat dibuat dari dua drum bekas. Biaya untuk skala kecil ini sekitar Rp. 200.000.

Khusus mengenai gas CH<sub>4</sub> perlu diperhatikan adanya kemungkinan ledakan. Karakteristik lain dari CH<sub>4</sub> murni adalah mudah terbakar. Kandungan metana dengan udara akan menentukan pada kandungan berapa campuran yang mudah meledak dapat dibentuk. Pada LEL (lower explosion limit) 5.4 vol% metana dan UEL (upper explosion limit) 13.9 vol%. Dibawah 5.4% tidak cukup metana sedangkan, diatas 14% terlalu sedikit oksigen untuk menyebabkan ledakan. Temperatur yang dapat menyebabkan ledakan sekitar 650–750°C , percikan api dan korek api cukup panas untuk menyebabkan ledakan.

### **2.3 Proses Pembentukan Biogas**

Menurut C. John Fry (1973) proses degradasi bahan organik baik secara aerobik maupun anaerobik, diperoleh hasil dalam fase gas dan suspensi padat-cair. Proses degradasi secara aerobik dengan cukup oksigen, dapat berlangsung

secara alamiah atau secara tiruan, misalnya dalam proses pembuatan kompos untuk pupuk. Sedangkan proses degradasi secara anaerobik dengan oksigen terbatas, juga dapat berlangsung secara alamiah atau tiruan. Misalnya proses yang berlangsung secara alamiah terjadi dalam perut binatang atau manusia, dan secara tiruan proses degradasi terjadi dalam bak pencerna dengan bahan baku sampah organik.

Noegroho Hadi (1980), mengemukakan bahwa pembentukan biogas merupakan proses biologis. Penggunaan bahan baku yang berupa bahan organik, berfungsi sebagai sumber karbon dan nitrogen merupakan sumber kegiatan dan pertumbuhan mikroorganisme.

Tahapan untuk terbentuknya biogas dari proses fermentasi anaerob dapat dipisahkan menjadi tiga. Tahap pertama adalah tahap hidrolisis. Tahap kedua adalah tahap pengasaman. Tahap ketiga adalah tahap pembentukan gas  $\text{CH}_4$  (Khasristya Amaru, 2004).

Pada umumnya di dalam kotoran hewan seperti kotoran sapi, kuda, kerbau, babi, ayam, dan sebagainya sudah banyak mengandung mikroorganisme yang dapat mengubah limbah organik sampai menjadi biogas. Oleh karena itu proses pembuatan biogas dari kotoran hewan tidak perlu menambahkan mikroorganisme secara khusus, misalnya dengan biakan murni, namun cukup dengan mengatur kondisi operasinya agar pertumbuhan dan proses fermentasinya berlangsung dengan optimal.

Bahan Organik dalam penghasil gas bio (digester) akan dirombak oleh bakteri dan kemudian menghasilkan gas metan ( $\text{CH}_4$ ) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan sedikit gas lainnya. Campuran gas-gas inilah yang disebut gas bio.

Keluaran dari penghasil gas bio (yang selain gas), berbentuk cair maupun yang kering, dapat dipakai sebagai pupuk untuk tanaman darat atau tanaman air. Supernatan adalah cairan dalam isian yang telah mengalami proses pencernaan, berguna untuk pupuk yang sama baiknya jika berbentuk padat. Skum adalah campuran serat-serat kasar, yang tersisa dalam cairan dan gas yang semula

terkandung dalam kotoran segar. Dalam jumlah kecil skum ini dapat berguna sebagai isolator, dan berfungsi juga untuk pupuk.

## **2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Biogas**

Menurut Simamora, S. et al (2006), menyatakan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan produksi biogas. Faktor pendukung untuk mempercepat proses fermentasi adalah kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan bakteri perombak. Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap produksi biogas yakni sebagai berikut:

### **2.4.1 Kondisi Anaerob atau Kedap Udara**

Biogas dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik oleh mikroorganisme anaerob. Instalasi pengolahan biogas harus kedap udara.

### **2.4.2 Bahan Baku Isian**

Bahan baku isian berupa bahan organik seperti kotoran ternak, limbah pertanian, sisa dapaur, dan sampah organik yang terhindar dari bahan anorganik. Bahan isian harus mengandung 7 – 9 % bahan kering dengan pengenceran 1 : 1 (bahan baku : air).

### **2.4.3 Imbangan C/N**

Imbangan C/N yang terkandung dalam bahan organik sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme dengan imbangan C/N optimum 25 – 30 untuk mikroorganisme perombak.

### **2.4.4 Derajat Keasaman (pH )**

Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap kehidupan mikroorganisme. Derajat keasaman yang optimum bagi kehidupan mikroorganisme adalah 6,8 – 7,8.

### **2.4.5 Temperatur**

Produksi biogas akan menurun secara cepat akibat perubahan temperatur yang mendadak di dalam instalasi pengolahan biogas. Untuk menstabilkan

temperatur kita dapat membuat instalasi biogas di dalam tanah. Temperatur ini akan berhubungan dengan kemampuan bakteri yang ada dalam reaktor. Bakteri psychrophilic 0 – 7°C, bakteri mesophilic pada temperatur 13 – 40°C sedangkan thermophilic pada temperatur 55–60°C. Temperatur yang optimal untuk digester adalah temperatur 30 – 35°C, kisaran temperatur ini mengkombinasikan kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan produksi methana di dalam digester dengan lama proses yang pendek. Massa bahan yang sama akan dicerna dua kali lebih cepat pada 35°C dibanding pada 15°C dan menghasilkan hampir 15 kali lebih banyak gas pada waktu proses yang sama. Selain temperatur, masih terdapat beberapa parameter penting yang perlu diperhatikan dan akan diuraikan pada bagian selanjutnya.

Temperatur operasi optimal untuk proses digester adalah 30-35°C dimana pertumbuhan bakteri dan produksi CH<sub>4</sub> umumnya optimum. Namun begitu, dengan rancangan tanpa memperhitungkan tahanan termal bahan dinding, akan diperoleh temperatur digester sebesar 19-20°C. Dengan kondisi ini, kemampuan bakteri untuk mencerna bahan bio akan berkurang dua kali lipat.

#### **2.4.6 Starter**

Diperlukan untuk mempercepat proses perombakan bahan organik hingga menjadi biogas. Starter merupakan mikroorganisme perombak yang telah dijual komersil dapat juga digunakan lumpur aktif organik atau cairan rumen.

Anonim (1977) mengemukakan bahwa selain faktor-faktor terdahulu seperti yang dikatakan Simamora, ada beberapa faktor lain yang mempengaruhi produksi biogas yaitu:

- **Bahan Baku Isian**

Unsur karbon untuk pembentukan gas metana digunakan sampah, limbah pertanian, dan kotoran hewan. Sedangkan unsur nitrogen diperlukan oleh bakteri untuk pembentukan sel. Perbandingan unsur karbon dan nitrogen (C/N) paling baik untuk pembentukan biogas adalah 30:1. Menurut Hadi dkk. (1982) rasio C/N

untuk sampah mendekati nilai 12:1. Rasio C/N kotoran kuda dan babi adalah 25:1 lebih besar daripada sapi dan kerbau (18:1).

- Pengenceran Bahan Baku Isian

Isian yang paling baik untuk penghasil biogas mengandung 7-9% bahan kering. Nilai rata-rata bahan kering dari beberapa kotoran hewan berkisar dari 11-25%. Oleh karena itu untuk setiap jenis kotoran hewan, pengenceran isian berbeda-beda agar diperoleh isian dengan kandungan bahan kering yang optimum.

Ternyata setiap jenis kotoran ternak mempunyai kandungan bahan kering yang berbeda-beda. Oleh karena itu, pengenceran bahan baku dengan air dilakukan berbeda-beda pula, dengan perhitungan perbandingan tertentu agar diperoleh bahan isian dengan kandungan bahan kering yang optimum. Kandungan bahan kering beberapa kotoran dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 Kandungan bahan kering beberapa kotoran

Jenis kotoran	Bahan Kering (%)
Manusia	11
Babi	11
Sapi	18
Ayam/Burung	25

Sumber: Filino Harahap, dkk,1980

Sebagai contoh, kotoran sapi segar mengandung bahan kering sebanyak 18%. Agar diperoleh kandungan bahan isian sebesar 7-9% bahan kering, maka

perlu diencerkan dengan menambahkan air dengan perbandingan 1 bagian bahan baku dicampur 1 bagian air (Harahap, dkk, 1980:20).

Kotoran yang akan dipergunakan sebaiknya kotoran yang masih baru, karena dengan menggunakan kotoran yang baru akan dihasilkan kandungan biogas yang lebih tinggi daripada menggunakan kotoran sudah lama. Jadi, dalam hal ini ada baiknya hubungan langsung suatu kandang ternak dengan suatu bak pencerna, supaya kotoran dapat segera diproses.

- Jenis Bakteri

Bakteri yang berpengaruh pada pembuatan biogas ada dua macam yaitu bakteri-bakteri pembentuk asam dan bakteri-bakteri pembentuk gas metana. Bakteri pembentuk asam antara lain: *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, dan *Alcaligenes* yang mendegradasi bahan organik menjadi asam-asam lemak. Selanjutnya asam-asam lemak didegradasi menjadi biogas yang sebagian besar adalah gas metana oleh bakteri metana antara lain: *Methanobacterium*, *Methanosarcina*, dan *Methanococcus*.

## 2.5 Pemanfaatan Biogas dan Hasil Sampingnya

Seperti yang telah diketahui, bahwa biogas sangat bermanfaat bagi kebutuhan manusia. Dalam hal ini, pemanfaatan biogas dikelompokkan menjadi dua bagian, yaitu pemanfaatan terhadap biogas dan pemanfaatan terhadap *slurry*. Hal ini akan dijelaskan sebagai berikut.

### 2.5.1 Pemanfaatan Biogas

Biogas dipakai sebagai energi, karena mudah terbakar, sebagaimana halnya gas lain, misalnya LPG. Setiap gas mempunyai bahan-bahan sendiri yang harus diperhatikan, agar tercapai pembakaran yang efisien. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi pembakaran meliputi :

- Aliran campuran udara dan gas;

- Kecepatan nyala;
- Temperature pembakaran; dan
- Tekanan gas, mengikuti volume aliran gas per satuan waktu.

Kecepatan nyala biogas relatif lambat, lebih rendah dibandingkan dengan LPG. Karena itu, kecepatan aliran harus dikurangi, untuk menghindari agar api pada kompor tidak mati. Kecepatan aliran, ditentukan oleh total volume gas (biogas dan udara) dan ukuran pembuka gas (kran) yang dilewatinya.

Biogas yang telah diperoleh dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia untuk sumber energi, seperti :

- Penerangan rumah tangga dan
- Memasak makanan rumah tangga, dll.

Penggunaan gas untuk kedua keperluan diatas, dapat menciptakan kenyamanan serta menghemat biaya pengeluaran pemakainya. Penggunaan gas untuk memasak dapat menjaga kebersihan perkakas dapur. Sedangkan penggunaan gas untuk lampu penerangan dapat mempercepat penyediaan lampu serta mempermudah perawatan.

Selain bermanfaat bagi manusia, biogas juga bermanfaat bagi hewan ternak, diantaranya :

- Penerangan kandang hewan ternak dan
- Penetas telur ayam.

Keuntungan lain dari pemakaian biogas, yaitu:

- 1) Panas yang dihasilkan lebih tinggi daripada gas buatan lainnya, seperti gas batubara dan gas cair
- 2) Tidak beracun, tidak berbau (sebagai bahan bakar), dan nyala api biru
- 3) Bahan dasar merupakan bahan buangan (limbah) dan

- 4) Mudah diproduksi atau diproses, sehingga dapat membantu mencegah pencemaran lingkungan.

### 2.5.2 Pemanfaatan Slurry

Dalam prakteknya istilah *slurry* digunakan untuk isian *digester* (reaktor biogas) atau bahan yang diolah dan mengalir keluar dari *digester*. Dalam *digester* terdapat beberapa partikel (zat) yang berbeda-beda, antara lain :

- Bahan ringan atau bagian lapisan atas agak padat. Biasanya berupa jerami atau bahan serat-seratan yang mengambang di bagian atas permukaan. Bahan ini merupakan sampah
- Lapisan berair yang berada dihamparan tengah-tengah *digester*. Bahan ini sangat cair
- Lapisan kental pada bagian bawah, yaitu *slurry* yang sebenarnya atau lumpur dan
- Padatan berat, sebagian besar terdiri dari pasir dan partikel-partikel tanah yang terdapat di bagian dasar.

Apabila komposisi material bahan sama, dan kadar *total solid (TS)* tinggi, maka proses pemisahan *slurry* akan berlangsung dengan lambat. Pencampuran yang intensif dengan perbandingan yang sesuai antara kotoran dan air sebelum dimasukkan ke dalam *digester*, akan menghasilkan *slurry* yang homogen.

*Slurry* atau limbah pada unit biogas yang keluar dari tangki pencerna terdiri dari dua komponen, yaitu :

- 1) Komponen cair (pupuk cair) dan
- 2) Komponen padat (pupuk padat).

Pemisahan komponen padat dan cair dapat dilakukan setelah *slurry* keluar dari lubang keluaran. Pemisahan ini memerlukan kolam penyaring dan bahan penyaring.

## 2.6 Unit Biogas

Pada umumnya unit biogas terdiri atas tangki pencerna sebagai fermentor, tangki penampung gas dan tangki penampung *slurry* (Junus 1995 : 15-18) berdasarkan tata letak dalam penempatan tangki pencerna, unit biogas dibagi menjadi tiga macam, hal ini diuraikan seperti berikut:

### 2.6.1 Seluruh Tangki Pencerna Berada di Permukaan Tanah

Model kebanyakan terbuat dari tangki-tangki bekas miyak tanah atau aspal walaupun terdapat model lain yang terbuat dari karet ban dalam. Kesemua model ini hanya mampu menampung dengan volume yang relatif kecil, kecuali yang terbuat dari karet bisa diatur sesuai pesanan. Volume tangki pencerna tersebut akan menghasilkan biogas sedikit, sehingga tidak mampu mencukupi kebutuhan keluarga. Lebih-lebih biogas mengandung asam sulfida yang akan mempermudah tangki pencerna yang terbuat dari tangki bekas menjadi berkarat.

### 2.6.2 Sebagian Tangki Pencerna Berada di Permukaan Tanah.

Unit biogas pada sistem ini, bentuk dan tata letaknya sudah mengalami modifikasi. Tangki pencerna terbuat dari semen, pasir, kerikil dan kapur yang dibentuk seperti sumuran dan diberi penutup yang terbuat dari plat baja. Volume tangki pencerna dapat diperbesar ataupun di perkecil sesuai dengan kebutuhan produksi lebih stabil bila dibandingkan dengan pencerna yang seluruhnya berada di permukaan tanah. Hanya masalahnya sistem tersebut banyak menghabiskan biaya untuk pengadaan tutup tangki yang terbuat dari plat baja, disamping itu banyak menghabiskan tempat. Sistem ini kurang cocok untuk daerah dengan temperatur dingin yang diterima oleh penutup tangki pencerna yang terbuat dari plat baja akan merambat ke dalam bahan isian (subtrat), sehingga mikroba pembentuk gas metana tidak aktif.

Model lain dari sistem ini, adalah tangki pencerna yang berbentuk setengah bola yang berada didalam tanah. Gas yang terbentuk ditampung didalam kubah.

Sehingga tekanan gas yang telah terbentuk kurang mempengaruhi mikroba pembentuk gas metana, oleh karena itu biogas dapat terbentuk optimal.

Kedua model diatas, hasil sampingnya berupa lumpur dapat ditampung dalam bak penampung atau pemisah padatan dan cairan. Selanjutnya aliran limbahnya dapat diproses sesuai dengan rencana yang dikehendaki.

### **2.6.3 Seluruh Tangki Pencerna Berada di Bawah Permukaan Tanah**

Model ini merupakan model yang paling sering digunakan oleh masyarakat. Tangki pencerna model ini bentuknya seperti belahan bola yang ditelungkupkan dan didasari dengan fondasi yang berbentuk irisan bola. Belahan dan irisan bola yang saling menutup dapat membentuk tangki pencerna di dalam tanah. Tanah yang dipakai untuk menutup akan menekan permukaan dinding tangki pencerna bagian luar, sedangkan bahan isian akan menekan permukaan dinding tangki pencerna bagian dalam. Dengan cara ini dinding tangki pencerna seolah-olah tidak menanggung beban atau beban yang ada relatif kecil, sehingga bisa mencapai umur panjang, kecuali jika terjadi gempa bumi yang kuat.

Selain itu, temperature dibawah permukaan tanah relatif tetap dan lebih tinggi. Akibatnya mikroba yang hidup dan mencerna substrat berkembang dengan cepat, sehingga produksi biogas menjadi lebih banyak dan kontinyu. Ketinggian suatu daerah tidak mempengaruhi terbentuknya biogas apabila menggunakan unit ini, karena tangki pencerna berada di bawah permukaan tanah, sehingga mikroba dapat menghasilkan gas metana secara optimal.

## **2.7 PROSEDUR PERANCANGAN BIODIGESTER**

Urutan perancangan fasilitas biodigester dimulai dengan perhitungan volume biodigester, penentuan model biodigester, perancangan tangki penyimpan dan diakhiri dengan penentuan lokasi (Junus, M., 1987).

### 2.7.1 Perhitungan volume biodigester

Perhitungan ini menggunakan data-data:

- Jumlah kotoran sapi per hari yang tersedia. Untuk mendapatkan jumlah kotoran sapi perhari, digunakan persamaan:

$$\text{Jumlah kotoran sapi} = n \times 28 \text{ kg/hari} \quad (2.1)$$

dimana n adalah jumlah sapi (ekor), 28 kg/hari adalah jumlah kotoran yang dihasilkan oleh 1 (satu) ekor sapi dalam sehari.

- Komposisi kotoran padat dari kotoran sapi. Komposisi kotoran sapi terdiri dari 80% kandungan cair dan 20% kandungan padat. Dengan demikian, untuk menentukan berat kering kotoran sapi adalah:

$$\text{Bahan kering} = 0,2 \times \text{Jumlah kotoran sapi} \quad (2.2)$$

- Perbandingan komposisi kotoran padat dan air. Bahan kering yang telah diperoleh tadi harus ditambahkan air sebelum masuk biodigester agar bakteri dapat tumbuh dan berkembang dengan optimum. Perbandingan komposisi antara bahan kering dengan air adalah 1:4. Dengan demikian, jumlah air yang ditambahkan adalah:

$$\text{Air yang harus ditambahkan} = 4 \times \text{Bahan kering} \quad (2.3)$$

Hasil perhitungan di atas menunjukkan massa total larutan kotoran padat (mt).

- Waktu penyimpanan (HRT) kotoran sapi dalam biodigester. Waktu penyimpanan tergantung pada temperatur lingkungan dan temperatur biodigester. Dengan kondisi tropis seperti Indonesia, asumsi waktu penyimpanan adalah 30 hari

Dari data-data perhitungan di atas, maka diperoleh volume larutan kotoran yang dihasilkan adalah sebesar:

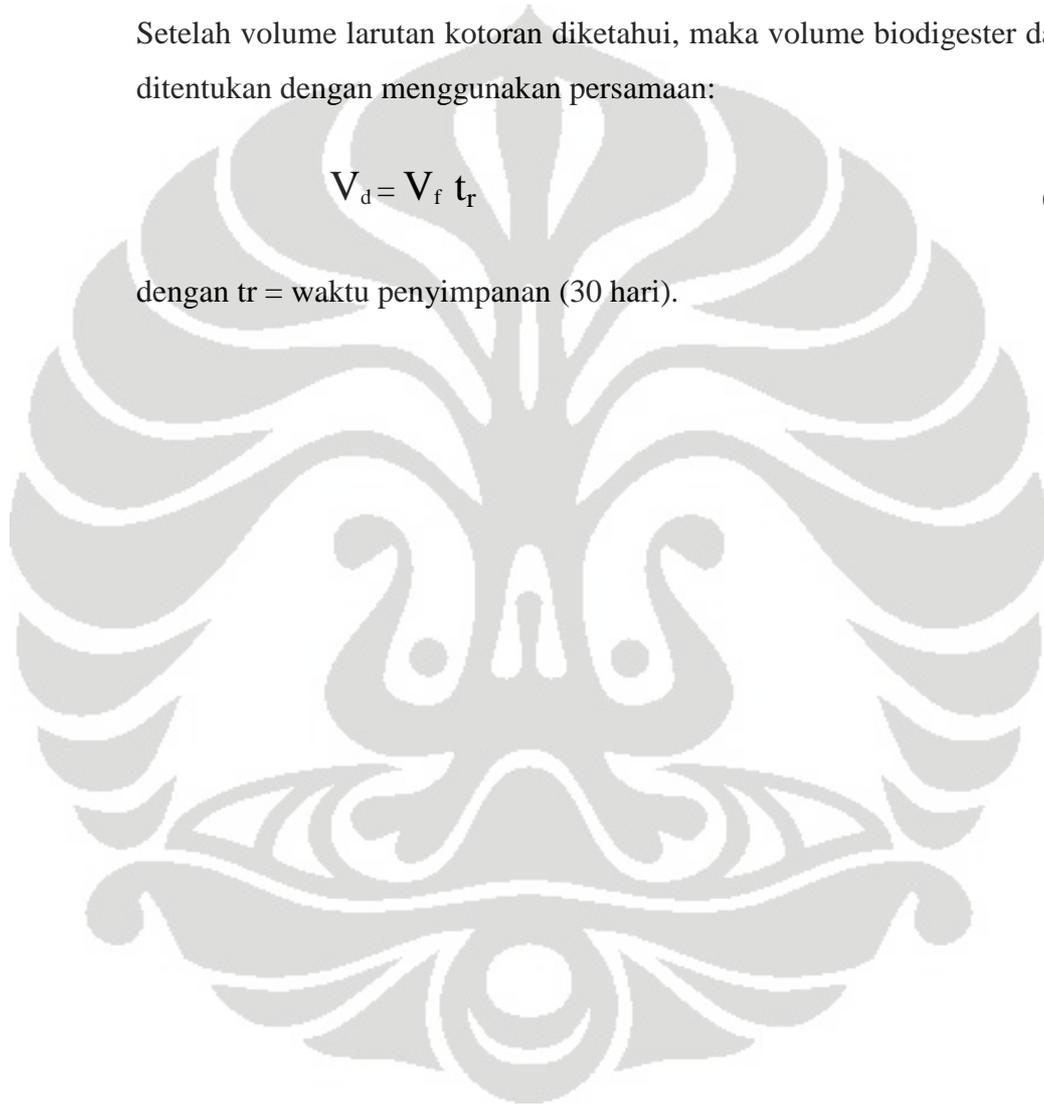
$$V_f = m_t / \rho_m \quad (2.4)$$

dengan  $\rho_m$  = massa jenis air (1000 kg/m<sup>3</sup>).

Setelah volume larutan kotoran diketahui, maka volume biodigester dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$V_d = V_f t_r \quad (2.5)$$

dengan  $t_r$  = waktu penyimpanan (30 hari).



## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian ini meliputi tahap-tahap Pembuatan biodigester berpengaduk, pembuatan feed awal, proses fermentasi, analisa komposisi biogas, pengamatan laju alir gas. Diagram alir pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada gambar 3. Bab ini juga menjelaskan tentang peralatan, bahan yang digunakan dalam penelitian, serta prosedur yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Penelitian ini dilaksanakan di work shop PT Cognis Indonesia dan laboratorium departemen teknik kimia.

#### **3.1 Peralatan dan Bahan Penelitian**

##### **3.1.1 Bahan Penelitian**

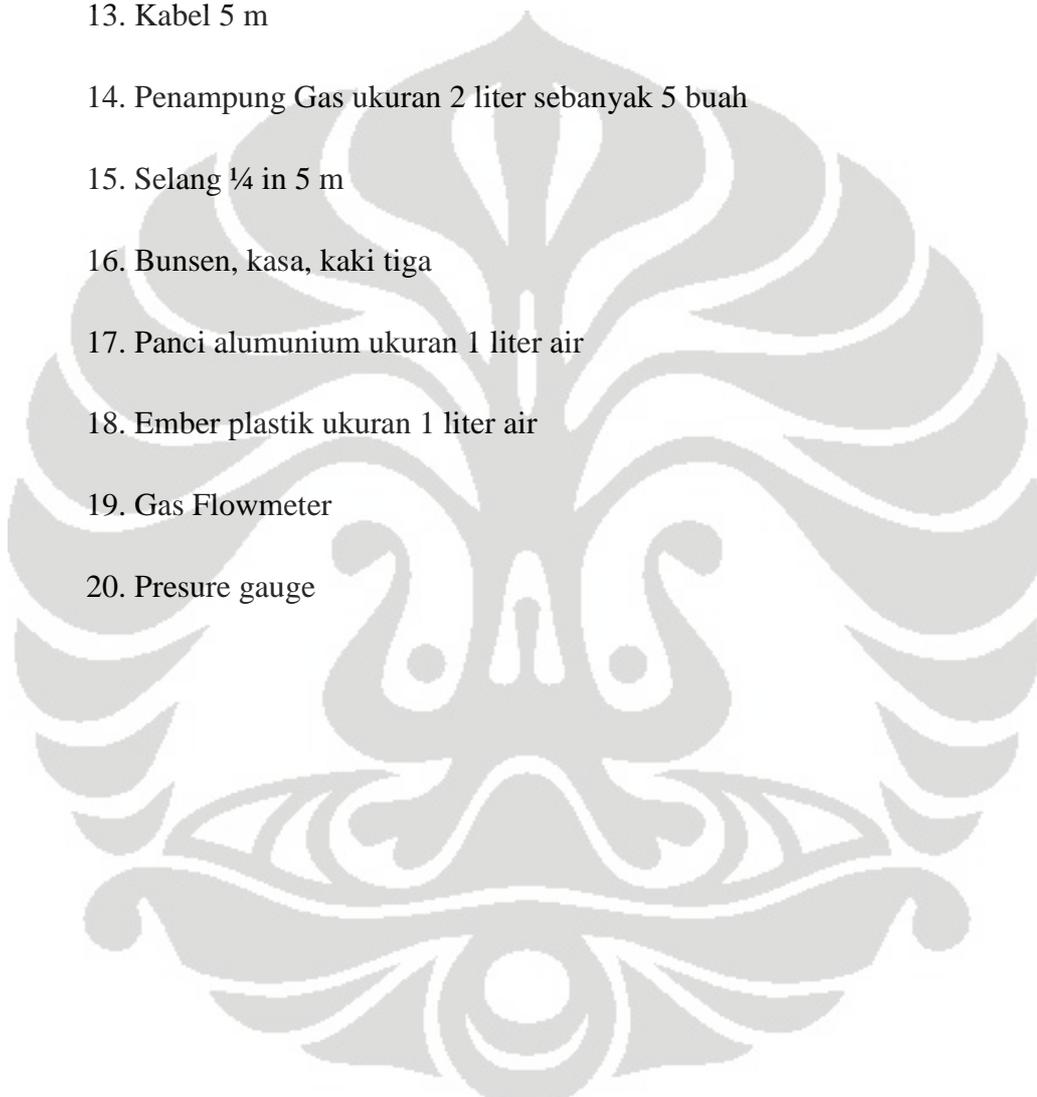
Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah kotoran sapi, rumen dan air.

##### **3.1.2 Peralatan Penelitian**

Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini terdiri dari :

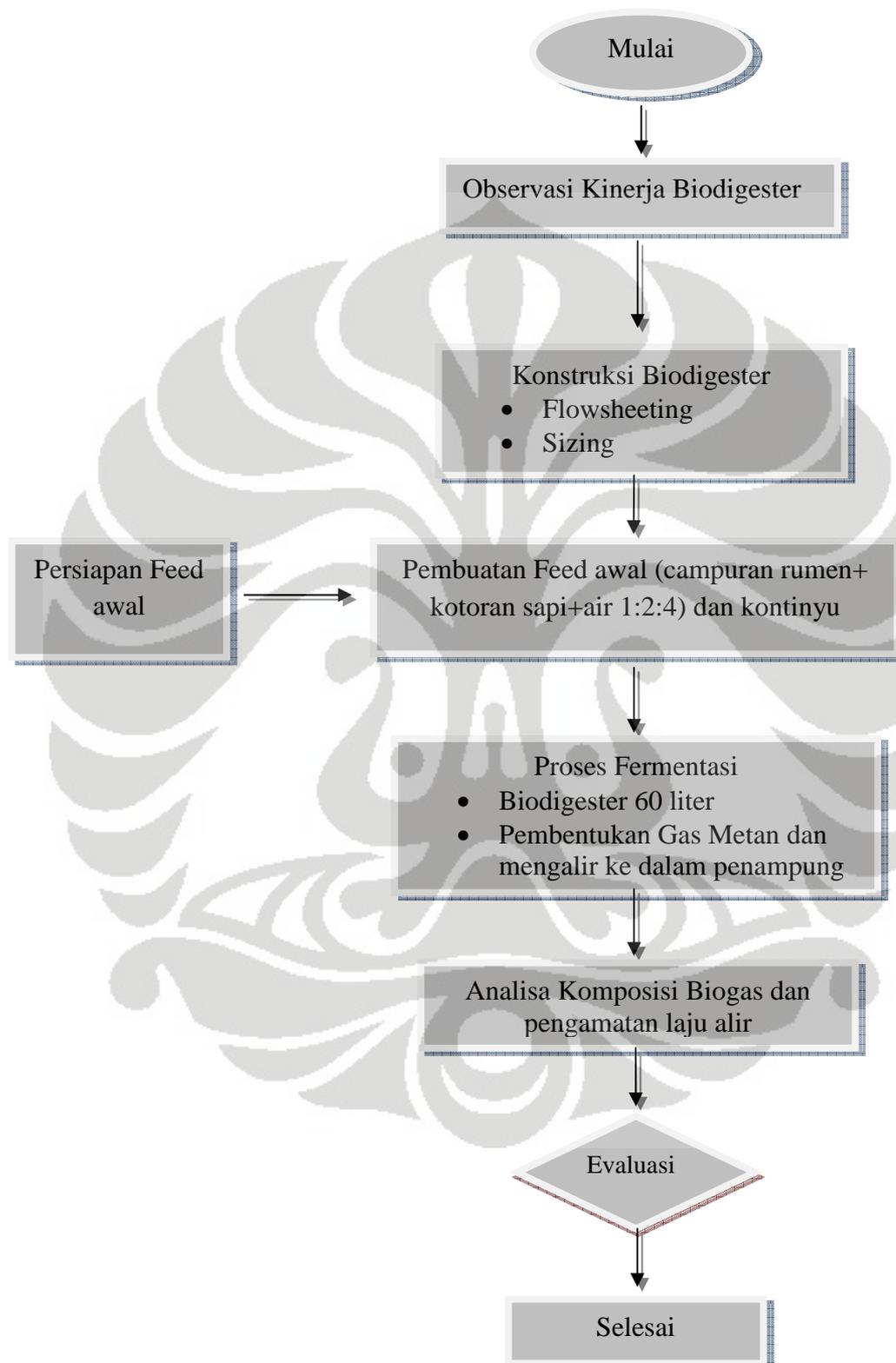
1. Drum ukuran 60 liter
2. Motor gear bock (AC) 40 watt
3. Pengaduk ( $d = 0.5$  in,  $p = 53$  cm)
4. Oil seal ukuran 10x22x7 sebanyak 3 buah
5. Pipa 2 in ukuran 50 cm
6. Doble neple ukuran 2 in sebanyak 1 buah
7. Dop drat ukuran 1.5 in sebanyak 1 buah
8. Stop kran ukuran 1 in sebanyak 1 buah

9. Stop kran ukuran 0.5 in sebanyak 1 buah
10. Elbow 0.5 in sebanyak 1 buah
11. Dimer
12. Stop kontak
13. Kabel 5 m
14. Penampung Gas ukuran 2 liter sebanyak 5 buah
15. Selang  $\frac{1}{4}$  in 5 m
16. Bunsen, kasa, kaki tiga
17. Panci alumunium ukuran 1 liter air
18. Ember plastik ukuran 1 liter air
19. Gas Flowmeter
20. Pressure gauge



### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 3. Diagram alir Penelitian

### 3.3 Prosedur Penelitian

#### 3.3.1 Observasi Kinerja Biodigester

Observasi kinerja biodigester dilakukan dengan peninjauan ke LIPI bogor, kelompok ternak sapi bogor dan peternakan sapi perah di lembang-bandung. Observasi tersebut dilakukan untuk mengetahui proses biogas dan kinerja biodigester serta mekanisme pengoperasian biodigester.

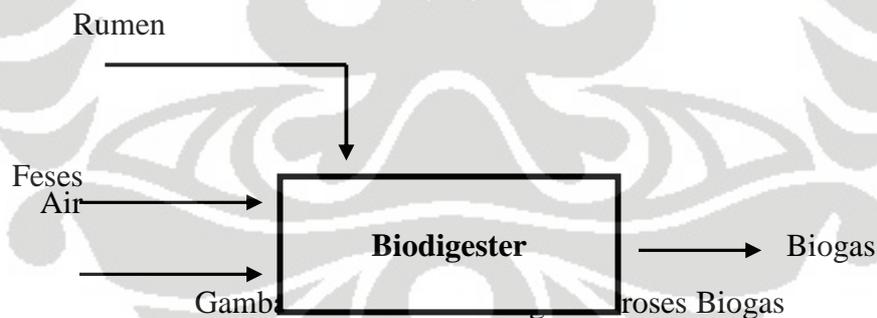
#### 3.3.2 Konstruksi Biodigester

Dalam konstruksi biodigester kami melakukan beberapa tahapan yaitu *flowsheeting* dan *sizing*.

##### 3.3.2.1 Flowsheeting

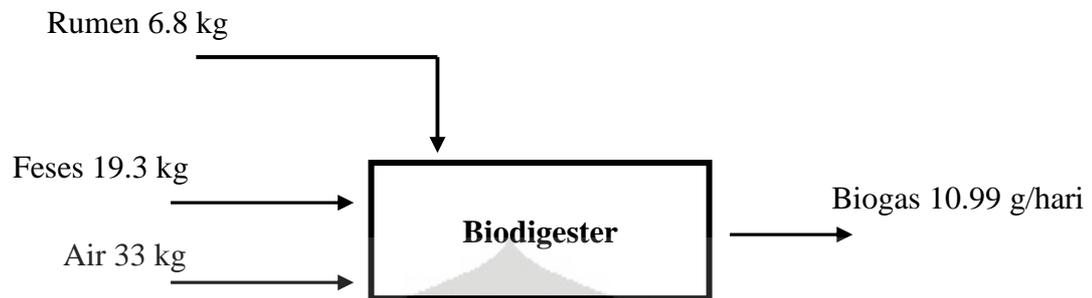
###### 3.3.2.1.1 Block Flow Diagram Proses

Proses produksi biogas dapat digambarkan dengan block flow diagram berikut.



###### 3.3.2.1.2 Neraca Massa

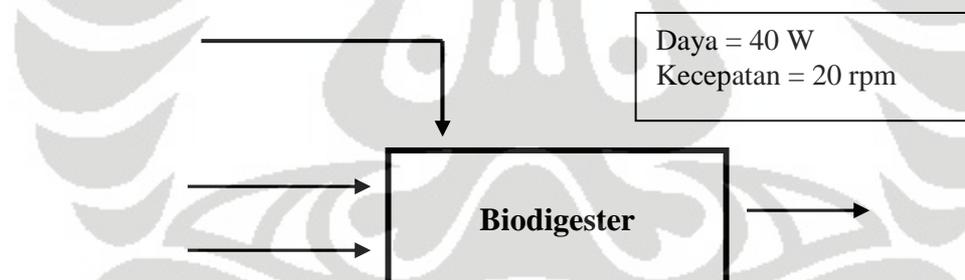
Pada proses produksi biogas terjadi proses fermentasi dari campuran umpan menjadi biogas sehingga komposisi volume umpan yang masuk berbeda dengan komposisi volume akhir. Berikut adalah komposisi volume umpan dalam proses produksi biogas. Kapasitas produksi biogas : 10.99 g/hari.



Gambar 5. Neraca massa proses produksi biogas

### 3.3.2.1.3 Neraca Energi

Aliran Energi pada proses produksi biogas hanya pada biodigester, energi tersebut bersumber dari motor agitator/pengaduk dapat dilihat dari gambar 6 berikut.



Gambar 6. Neraca energia proses produksi biogas

### 3.3.2.2 Sizing

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai spesifikasi peralatan utama. Untuk konstruksi biodigester kami menggunakan material dari drum campuran baja yang harganya relatif murah. Namun, dinding didalamnya sudah dilapisi bahan antikorosi karena proses fermentasi berkondisi asam dan bersifat korosif. Untuk pengadukan direaktor digunakan impeller berjenis turbin berinklinasi. Jenis ini mampu memberikan arah aliran aksial dan radial sehingga pencampuran menjadi lebih baik. Jenis impeller ini juga mampu mencegah timbulnya endapan di dasar biodigester. Spesifikasi biodigester dan agitator dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Spesifikasi Biodigester

<b>Biodigester</b>	
<b>V(liter)</b>	60
<b>L(cm)</b>	48
<b>D(cm)</b>	40
<b>Material</b>	Baja campuran
<b>Agitator</b>	
<b>Tipe</b>	Turbin Berinklinasi
<b>Kecepatan (rpm)</b>	20
<b>Diameter (in)</b>	0.5
<b>Panjang (cm)</b>	53
<b>Daya (W)</b>	20

Proses Desain, assembling dan perakitan dilakukan di workshop PT Cognis Indonesia. Berikut gambar reaktor biogas:



Gambar 4. Biodigester

Untuk penampung gas kami menggunakan penampung bermaterial plastik dengan volume 2 liter. Penampung tersebut sudah dilengkapi selang plastik dengan diameter  $\frac{1}{4}$  in dan panjang 1 meter yang dapat menghubungkan dari output biodigester ke penampung.

### 3.3.3 Pembuatan Feed awal dan Kontinyu

Volume feed awal 48 kg yang terdiri dari campuran rumen+kortoran sapi+air dengan perbandingan 1:2:4. Dengan volume masing-masing 6.8 kg, 13.7 kg dan 27.4 kg. Feed awal dicampur dan diaduk sampai homogen sebelum masuk ke reaktor biodigester. Setelah gas terbentuk pada hari ke-18, feed kontinyu dimasukan dengan volume campuran kotoran sapi : air (1:1). Berikut perhitungan volume feed kontinyu (Andreas Wiji):

$$\text{Total Feed awal : 30 hari} = \text{volume feed kontinyu} \quad (3.1)$$

$$48 \text{ kg} : 30 \text{ hari} = 1.6 \text{ kg/hari}$$

### 3.3.4 Proses Fermentasi Pembentukan Gas Methan

Bahan baku yang sudah dibuat dimasukkan kedalam reaktor biodigester sampai terisi  $\frac{2}{3}$  volumenya. Gas methan akan terbentuk setelah 18 hari didalam reaktor tersebut.

### 3.3.5 Analisa Komposisi Biogas

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui komposisi atau kandungan gas yang dihasilkan dari reaktor biogas. Analisa gas tersebut menggunakan alat GC MS (Gas Chromatography Mass Spectrometer). Analisa ini dilakukan di laboraorium Lemigas.

### 3.3.6 Pengamatan Laju Alir Gas

Pada prosedur ini, pengamatan laju alir gas dilakukan pada titik *output* penampung gas. Pengamatan laju alir ini menggunakan *gas flowmeter*.

### 3.3.7 Perhitungan Jumlah Gas yang dihasilkan

Perhitungan jumlah gas yang dihasilkan reaktor biogas dengan cara yang sederhana yaitu :

$$W_{\text{gas}} - W_{\text{kosong}} = \text{Jumlah Gas} \quad (3.2)$$

Keterangan:

$W_{\text{gas}}$  = Bobot penampung berisi gas

$W_{\text{kosong}}$  = Bobot penampung kosong

### 3.3.8 Perhitungan Nilai Kalor Bersih Biogas

Perhitungan nilai kalor biogas dilakukan dengan percobaan untuk memanaskan air sebanyak 1 liter. Nilai kalori bersih dapat dihitung dari persentase metana seperti berikut (Meynel, 1976):

$$Q = k \times m \quad (3.3)$$

Keterangan :

$Q$  = nilai kalor bersih ( joule/cm<sup>3</sup> )

$k$  = konstanta ( 0.33 )

$m$  = persentase metana ( % )

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Unit Biogas dan Pembahasan

#### 4.1.1. Unit Biogas

Berdasarkan tata letaknya, tipe unit biogas yang digunakan adalah seluruh reaktor berada di atas permukaan tanah, karena tipe ini sangat cocok digunakan untuk penelitian. Reaktor diletakkan secara vertikal, di atas permukaan lantai.

Sebelum feed awal dimasukkan, valve keluaran ditutup terlebih dahulu. Feed awal yang berupa campuran antara rumen+kotoran sapi+air dimasukkan ke dalam reaktor biogas sebanyak 80% dari volume tangki, sehingga terdapat ruang pembentukan gas 20 % volume reaktor.

Setelah feed awal dimasukkan, valve keluaran gas ditutup, hal ini agar bakteri dapat bekerja secara anaerob dan biogas yang terbentuk terperangkap dalam reaktor. Setelah proses fermentasi berlangsung sekitar kurang lebih empat belas hari gas akan terbentuk. Biogas yang terbentuk kemudian diambil sampelnya, untuk dianalisa komposisi gasnya dengan menggunakan Gas Chromatografi Mass Spectrometer (GCMS).

Tekanan reaktor biogas diukur menggunakan pressure gauge yang terdapat pada reaktor. Dan untuk mengetahui banyaknya gas yang dihasilkan, valve keluaran gas dihubungkan pada penampung gas berbahan plastik volume 2 liter, sehingga banyaknya gas dapat terukur dari besarnya penampung.

#### 4.1.2. Evaluasi Unit Biogas

Kelebihan unit biogas ini dibandingkan tipe yang lain adalah tidak membutuhkan tempat yang luas dalam penempatan, karena selain mudah dipindahkan unit ini juga tidak terlalu besar. Mudah dalam perawatan, karena unit biogas ini dapat dibongkar pasang. Unit biogas ini dilengkapi dengan pengaduk yang akan memudahkan untuk menghilangkan kerak dan endapan yang terbentuk pada bagian dalam reaktor. Pengaduk ini juga berfungsi untuk mempercepat proses fermentasi.

Namun dibalik kelebihanannya reaktor ini juga mempunyai kekurangan, karena disain reaktor tersebut banyak menggunakan baut pada pemasangan motor pengaduknya sehingga memungkinkan untuk terjadi kebocoran sehingga biogas yang dihasilkan bisa saja berkurang. Untuk pengaduk awalnya hanya dipasang satu impeller karena sampai hari ke-18 tidak menghasilkan gas maka pengaduk kami modifikasi dengan penambahan impeller dengan posisi tepat di permukaan cairan, hasilnya lebih efektif setelah hari ke-19 gas yang dihasilkan lebih banyak dari sebelumnya. Sampai hari ke-25 gas sudah terisi 6 penampung dengan total volume 76.9 g.

#### 4.1.3 Hasil analisa komposisi biogas

Komposisi biogas bervariasi tergantung dengan asal proses *anaerobic* yang terjadi. Gas landfill memiliki konsentrasi metana sekitar 50%, sedangkan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan 55-75% CH<sub>4</sub>. Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil analisa komposisi biogas yang terdapat pada tabel 4 dibawah ini.

**Tabel 4. Komposisi Biogas**

COMPONENT	KANDUNGAN %
Methan	19.5447
CO <sub>2</sub>	51.6756
O <sub>2</sub>	0.0000
N <sub>2</sub>	28.7547
H <sub>2</sub> S	0.0000

Dari hasil data analisa biogas dapat dilihat bahwa komposisi gas metan yang dihasilkan dari biodigester 60 liter hanya sebesar 19.5447 %. Hal tersebut dapat terlihat kemungkinan adanya kebocoran pada biodigester sehingga gas metan yang diharapkan masih sedikit.

#### 4.1.5 Pengamatan laju Alir

Pengamatan laju alir gas menggunakan alat ukur flow meter gas tipe rotameter. Pada penelitian ini ukuran (volume) reaktor yang digunakan kecil

sehingga biogas yang dihasilkannya pun juga sedikit sehingga data pengamatan pada laju alir biogas tersebut tidak dapat terbaca.

#### 4.1.6 Perhitungan Jumlah Gas yang dihasilkan

Dari hasil penimbangan didapatkan jumlah gas yang dihasilkan dari enam penampung sebesar :

$$W_{\text{gas}} - W_{\text{kosong}} = \text{Jumlah Gas}$$

$$188.62 \text{ g} - 111.72 \text{ g} = 76.9 \text{ g}$$

Dari hasil perhitungan maka rata-rata berat penampung masing-masing sebesar 12.82 g.

#### 4.1.7 Perhitungan Nilai Kalor Bersih Biogas

Dari hasil analisa yang terdapat pada tabel 4 menunjukkan analisa gas yang dilakukan dengan menggunakan GCMS (Gas Chromatograph Mass Spectrometer), pada analisa tersebut dapat dilihat persentase metana sebesar 19.5447 %. Nilai kalor bersih didapat dari persentase gas metan dari rumus 2.1.

$$\begin{aligned} \text{Nilai Kalor bersih} &= 0,33 \times 19.5447 \% \text{ metana Joules /cm}^3 \\ &= 6.45 \text{ Joules /cm}^3 \end{aligned}$$

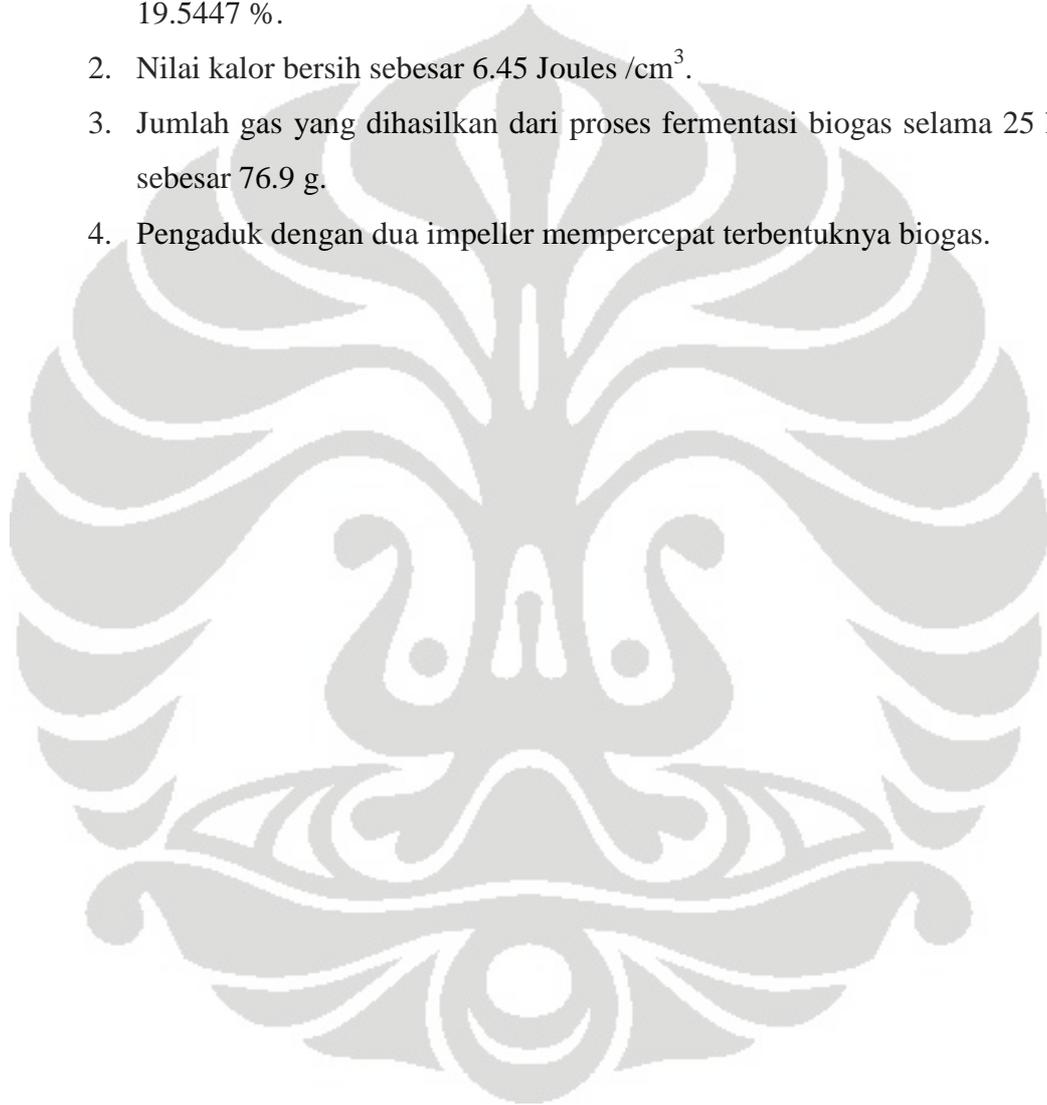
Dari hasil perhitungan diatas didapatkan nilai kalor bersih biogas sebesar 6.45 Joules /cm<sup>3</sup>.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil pengamatan dan pembahasan yang telah dipaparkan pada bagian sebelumnya, adapun kesimpulannya sebagai berikut :

1. Kandungan gas metan pada biodigester dengan volume 60 liter sebesar 19.5447 %.
2. Nilai kalor bersih sebesar 6.45 Joules /cm<sup>3</sup>.
3. Jumlah gas yang dihasilkan dari proses fermentasi biogas selama 25 hari sebesar 76.9 g.
4. Pengaduk dengan dua impeller mempercepat terbentuknya biogas.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Ana Nurhasanah, Teguh, W., Widodo, Ahmad, Asari, dan Elita Rahmarestia, *Perkembangan Digester Biogas di Indonesia*, Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian.
2. Anonymous, (1977), *Digester Gas Bio*, Program Badan Urusan Tenaga Kerja Sukarela Indonesia, Departemen Tenaga Kerja, Bandung.
3. Fuad Maarif dan Januar Arif. *Absorpsi Gas karbondioksida dalam Biogas dengan Larutan NaOH secara kontinyu*. Fakultas Teknik Nima, UNDIP, Semarang
4. Fry, C.J. dan R. Mevil, 1973, *Methane Digester for Fuel Gas and Fertilizer*, Fakultas Teknik Kimia, ITS, Surabaya.
5. Hadi, Asmara, dan Ariono, 1982, *Prarencana Pabrik Biogas dari Kotoran Sapi*, Fakultas Teknik Kimia, ITS, Surabaya.
6. Harahap, f., dan S., Ginting. (1984). Pusat Teknologi Pembangunan. ITB. Bandung.
7. Karsini, 1981, *Biogas dari Limbah*, Departemen Perindustrian Balitbang Industri Proyek Balai Pendidikan Industri, Jakarta.
8. Khasristya Amaru, 2004, *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethilene Skala Kecil* (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisarupan, Kab. garut), Tugas, Akhir, Fakultas Pertanian, UNPAD, Indonesia. [HTTP://Kajian-Energi.Blogspot.com/2007/07/BIOGAS-2.HTML](http://Kajian-Energi.Blogspot.com/2007/07/BIOGAS-2.HTML)
9. Noegroho Hadi Hs., 1980, *Teknologi Gas Bio sebagai Sumber Energi dan Pengembangan Desa*, LPL, No. IV tahun XIII, LEMIGAS, Jakarta.
10. Muhammad, Junus, 1995. *Teknik Membuat dan Memanfaatkan Unit Gas Bio*. Universitas Brawijaya.

11. Meynell, P. J., 1976. , *Fuel Gas Production From Biomass*, Volume 1, CRC Press, Boca Raton, Florida.
12. Simamora, S. et al. 2006. *Membuat Biogas Pengganti Bahan Bakar Minyak Dan Gas Dari Kotoran Ternak*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
13. [www.petra.ac.id](http://www.petra.ac.id)
14. [www.Re-energy.Ca/t-i\\_biomassbuild.Html](http://www.Re-energy.Ca/t-i_biomassbuild.Html)



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Gambar Konstruksi Biodigester



Biodigester



Control Panel



Biodigester



Penampung Gas



Bunsen



Bunsen

Lampiran 2. Gambar-gambar Biodigester dari Hasil Observasi di peternakan sapi di kebon pedes-bogor.



1



2



3



4

Keterangan :

1. Feed dari feses sapi
2. Saluran feed dari kandang sapi menuju biodigester (sistem kontinyu)
3. Biodigester jenis *fixe dome*
4. Kompor biogas yang sudah di modifikasi menghasilkan api biru yang dihasilkan dari gas metan



1



2



3



4

Keterangan :

1. Feed dari feses sapi
2. Proses pengadukan secara manual menggunakan bambu pada saluran feed di biodigester (sistem kontinyu)
3. Biodigester jenis *floating dome*
4. Api biru yang dihasilkan dari gas metan

## Lampiran 3. Gambar-gambar Biodigester dari Hasil Observasi di LIPI Bogor



1



2



3

Keterangan :

1. Feed dari feses sapi
2. Biodigester jenis plastik *polyetylen*
3. Penampung gas dari plastik *polyetylen*