

**ANALISIS EFISIENSI DENGAN PENAMBAHAN URIN SAPI DALAM  
PRODUKSI BIOGAS**

***ANALYSIS OF EFFICIENCY WITH THE ADDITION OF COW URINE IN  
THE BIOGAS PRODUCTION***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

**RANI CAHYA MEGASARI**

**118090005**



**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK FISIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS TELKOM**

**BANDUNG**

**2014**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS EFISIENSI DENGAN PENAMBAHAN URIN SAPI DALAM  
PRODUKSI BIOGAS**

***ANALYSIS OF EFFICIENCY WITH THE ADDITION OF COW URINE IN  
THE BIOGAS PRODUCTION***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**RANI CAHYA MEGASARI**

**1108090005**

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

M. Ramdhan Kirom, M.Si

Amaliyah Rohsari Indah Utami, S.T. M.Si

NIP: 99720116-1

NIP: 13771147-1

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS EFISIENSI DENGAN PENAMBAHAN URIN SAPI DALAM**  
**PRODUKSI BIOGAS**  
*ANALYSIS OF EFFICIENCY WITH THE ADDITION OF COW URINE IN*  
*THE BIOGAS PRODUCTION*  
**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :  
**RANI CAHYA MEGASARI**  
**1108090005**

Tugas akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada  
Tanggal 10 Februari 2014

Penguji I,

Penguji II,

Suwandi, M.Si  
NIP: 94640119-1

Dr. Abrar, S.Si, M.Sc  
NIP: 14821262-2

Mengetahui,  
Ketua Program Studi S1 Teknik Fisika

Indra Chandra, M.Si  
NIP: 08810479-1

## ABSTRAK

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari aktivitas biologi dalam proses fermentasi anaerobik. Telah dilakukan penelitian berdasarkan perbandingan efisiensi mengenai penambahan urin sapi dalam produksi biogas. Bahan pengujian adalah campuran kotoran sapi, air, dan urin sapi dengan variasi volume. Pembentukan kadar metana secara anaerobik dalam reaktor yang memiliki volume 3 liter dan waktu retensi 21 hari. Pengujian kadar metana dilakukan pada hari ke-4,10,14 dan 21.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan urin sapi dapat meningkatkan kadar metana yang terbentuk. Titik optimum hasil efisiensi kadar metana diperoleh dari perbandingan kotoran sapi, air dan urin sapi (60 : 5 : 75) dengan nilai sebesar  $58000 \times 10^{-4}$ , sedangkan hasil efisiensi gas metana pada perbandingan (20 : 5 : 75) sebesar  $32000 \times 10^{-4}$ . Hal ini menandakan bahwa penambahan urin sapi dapat menghasilkan gas metana, tetapi apabila kelebihan urin sapi justru akan menyebabkan laju pertumbuhan bakteri menjadi lebih lamban.

Kata Kunci : Biogas, urin sapi, kotoran sapi.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Sains, Universitas Telkom.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk, dan bimbingan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian tugas akhir ini, oleh karena itu tak lupa penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak M. Ramdhan Kirom, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
2. Ibu Amaliyah Rohsari Indah Utami, ST, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.
3. Dosen - dosen Teknik Fisika yang selalu memberikan dukungan dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Orang tua, kakak, dan adik yang selalu memberi dukungan dan doa hingga terselesaikan tugas akhir.
5. Teman - teman Kosan Pondok Den Ayi dan SMAN 1 Bekasi yang selalu membantu, mengingatkan dan memberikan dukungan agar segera menyelesaikan tugas akhir.
6. Teman - teman Teknik Fisika yang selalu berjuang bersama dan memberikan dukungan dan membantu tugas akhir.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut.

Bandung, 10 Februari 2014

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b>	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	ii
<b>ABSTRAK</b>	iii
<b>KATA PENGANTAR</b>	iv
<b>KATA PERSEMBAHAN</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vi
<b>DAFTAR TABEL</b>	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	ix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Batasan Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat penelitian	2
1.6 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Limbah Sapi	4
2.2 Biogas	4
2.2.1 Prinsip Dasar Pembentukan Biogas	5
2.2.2 Faktor Pendukung Produksi Biogas	7
2.3 Karakterisasi Alat	
2.3.1 Pengukuran Keasaman	9
2.3.2 Pengukuran Suhu	9
2.3.3 Pengukuran Kadar Metana	9
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Studi Literatur	13
3.2 Diagram Alur Perancangan Sistem	14
3.3 Lokasi Penelitian	15
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	
3.4.1 Alat Penelitian	15
3.4.2 Bahan Penelitian	16
3.4.3 Percampuran Kotoran sapi dan Urin sapi	18
3.5 Prinsip Kerja	18
3.6 Pengambilan Data	19
3.7 Pengujian Sampel Kadar Metana	19
3.8 Analisis Data	19

<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Performasi Alat Biogas	20
4.2 Karakterisasi Bahan	22
4.3 AnalisisProduksi Biogas dengan Faktor Pendukung	
4.3.1 Tingkat Keasaman	23
4.3.2 Suhu	23
4.3.3 Nutrisi Bakteri	26
4.4 Analisis Kualitas Gas	29
<b>BAB 5 PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	34
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	35
<b>LAMPIRAN</b>	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Alur Proses Fermentasi Anaerob	7
Gambar 2.2	Tempat Injeksi	10
Gambar 2.3	Kolom	11
Gambar 2.4	Kromatografi Gas	11
Gambar 3.1	Sistematika Pengujian	13
Gambar 3.2	Pengaduk Bahan dan Rancangan Digester Anaerob Digester Anaerob	16
Gambar 4.1	Reaktor Anaerob	20
Gambar 4.2	Hubungan pH dengan waktu (hari) pada limbah kotoran sapi, urin sapi dan air : S1, S2, S3, S4, dan S5	26
Gambar 4.3	Hubungan suhu dengan waktu (hari) pada limbah kotoran sapi, urin sapi dan air : S1, S2, S3, S4, dan S5	25
Gambar 4.4	Grafik kadar metana	30



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi limbah sapi yang terkandung dalam biogas	5
Tabel 4.1	Perbandingan Komposisi dengan volume	21
Tabel 4.2	Karakterisasi bahan	27
Tabel 4.3	Karakterisasi C/N	28
Tabel 4.4	Kadar Metana	29
Tabel 4.4	Hasil Efisiensi Kadar Metana	29



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Setiap tahun populasi di Indonesia mengalami peningkatan. Peningkatan populasi tersebut berdampak terhadap peningkatan kebutuhan dan pemakaian energi terutama energi minyak bumi. Pemakaian energi yang berlebihan menyebabkan semakin menipisnya cadangan minyak bumi dunia. Menurut Gde Pradnyana, cadangan minyak Indonesia hanya sebesar 4 miliar barel. Dan produksi minyak saat ini sebesar 830.000 – 850.000 barel per hari, separuh dari puncak produksi 1.6 juta barel per hari. Oleh karena itu, pemerintah menghimbau masyarakat untuk menghemat pemakaian minyak bumi dan menciptakan energi alternatif yang bermanfaat (Kompas, 2008). Salah satu sumber energi alternatif dengan teknologi sederhana adalah biogas. Biogas memiliki banyak keuntungan yaitu mengurangi bau yang tidak sedap, mencegah penyebaran penyakit, menghasilkan panas, dan menghasilkan daya listrik. Kandungan yang terdapat dalam biogas adalah Gas metana ( $\text{CH}_4$ ), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas lainnya seperti hidrogen, hidrogen sulfida ( $\text{H}_2$ ) dan senyawa silika organik. Gas metana yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk penerangan dan memasak.

Biogas adalah gas hasil dari penguraian bahan organik yang mengalami proses fermentasi seperti kotoran hewan, manusia dan tumbuhan. Biogas dapat diproduksi dengan melakukan berbagai metode salah satunya metode *digesti anaerob*. Metode ini memiliki peluang besar dalam menghasilkan energi alternatif sehingga mengurangi penggunaan minyak bumi. Selain itu, proses ini juga ekonomis dan dapat mengurangi limbah kotoran sapi yang dibuang ke sungai ataupun dibiarkan begitu saja. Keuntungan dari digester anaerob juga dapat diperbaharui serta bahannya mudah ditemukan.

Dalam penelitian akan dihasilkan kadar metana yang berasal dari pencampuran kotoran dan urin sapi dengan penambahan air lalu dimasukkan ke dalam reaktor biogas. Tidak hanya kotoran sapi yang dapat dimanfaatkan untuk produksi gas metana, urin sapi juga diprediksi berpotensi dalam memproduksi

biogas. Menurut Lingga (1991) kandungan kimia yang terdapat dalam urin sapi sebesar N = 1.00 % , P = 0.5 % , dan K= 1.50 % , dengan kandungan demikian urin sapi baik untuk menambah nutrisi dalam pertumbuhan bakteri karena apabila nutrisi kurang pertumbuhan bakteri akan terhambat. Pemanfaatan urin kuda sebagai bahan untuk memproduksi gas metana menjadi salah satu faktor penelitian ini agar dapat mengembangkan urin hewan lainnya yaitu urin sapi. Dengan demikian akan dijelaskan mengenai efisiensi gas metana dengan penambahan urin sapi dalam produksi biogas dengan perbandingan volume.

## **1.2 Batasan Masalah**

Beberapa hal yang akan dijadikan batasan masalah dalam pengerjaan penelitian adalah :

1. Substrat yang digunakan berasal dari kotoran dan urin sapi dengan penambahan air.
2. Merancang reaktor biogas skala laboratorium yang memiliki volume total 3 liter.
3. Penelitian dilakukan selama 21 hari .
4. Tidak dilakukan pengontrolan keasaman dan suhu.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dijabarkan rumusan masalah pada penelitian adalah

1. Efisiensi kadar metana yang terkandung dengan penambahan urin sapi dalam produksi biogas.
2. Pengaruh efisiensi penambahan urin sapi terhadap tingkat keasaman (pH).
3. Pengaruh efisiensi penambahan urin sapi terhadap suhu.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian tugas akhir adalah

1. Mengidentifikasi efisiensi kadar metana yang terkandung dalam produksi biogas dengan penambahan urin sapi.

2. Mengetahui efisiensi pengaruh penambahan urin sapi terhadap tingkat keasaman (pH).
3. Mengetahui efisiensi pengaruh penambahan urin sapi terhadap suhu.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dalam penelitian diharapkan setelah mengetahui bagaimana efisiensi penambahan urin dalam produksi biogas, dapat memberikan kontribusi dalam meminimalisasi krisis energi. Dan mengoptimalkan penggunaan kotoran dan urin sapi sehingga tidak terbuang sia-sia yang menyebabkan polusi.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### **BAB 1 : Pendahuluan**

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

#### **BAB 2 : Dasar Teori**

Pada bab ini berisi tentang prinsip dasar pengolahan kotoran hewan dan urin sapi, analisis sistem tekstur kotoran dan reaktor biogas.

#### **BAB 3 : Metodologi Penelitian**

Berisi perencanaan pembuatan reaktor biogas skala laboratorium, tahap pengambilan data dan tahap penelitian.

#### **BAB 4 : Hasil dan Pembahasan**

Berupa data kuantitatif produksi biogas, dari percampuran urin sapi dalam digesti anaerob.

#### **BAB 5 : Kesimpulan dan Saran**

Memberikan kesimpulan hasil tugas akhir serta saran pengembangan tugas akhir ke depan.

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

Peningkatan sektor peternakan menyebabkan sumber masalah kesehatan dan lingkungan. Kotoran hewan dapat menjadi sumber penyakit, baik dari hewan ke hewan ataupun dari hewan ke manusia (Soejoedono, 2004). Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya penanganan kotoran hewan secara tepat. Salah satu cara dengan mengoptimalkan penggunaan kotoran hewan sebagai sumber energi dengan cara proses biogas. Kotoran hewan adalah bahan yang baik untuk biogas salah satunya dari sapi.

#### **2.1 Limbah sapi**

Limbah sapi adalah limbah peternakan yang merupakan buangan dari usaha peternakan sapi yang bersifat padat dan dalam proses pembuangannya sering bercampur dengan urin dan gas seperti metana dan amoniak. Kandungan unsur hara dalam kotoran sapi bervariasi tergantung pada keadaan tingkat produksinya, macam, jumlah makanan yang dimakannya, serta individu ternak sendiri (Abdulgani 1988). Kotoran sapi adalah yang paling baik untuk pemanfaatan biogas. Substrat dalam kotoran sapi mengandung bakteri penghasil gas metana yang terdapat di dalam perut hewan ruminansia. Keberadaan bakteri di dalam usus besar ruminansia tersebut membantu proses fermentasi, sehingga proses pembentukan biogas pada reaktor dapat dilakukan lebih cepat. Selain itu kotoran dalam kondisi segar lebih mudah diproses dibandingkan dengan kotoran yang lama dan atau dikeringkan, disebabkan karena hilangnya substrat volatil solid selama waktu pengeringan (Gunnerson dan Stuckey, 1986).

#### **2.2 Biogas**

Biogas adalah sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable*) sehingga tidak perlu ada kekhawatiran akan semakin menipisnya sumber energi (Indartono, 2006). Tetapi teknologi biogas ini masih belum berkembang secara luas, hanya segelintir orang saja yang mengetahui dan memahaminya. Menurut Suyitno dkk

(2001:1) menyatakan bahwa biogas adalah gas yang berasal dari bakteri yang mengalami fermentasi dalam reaktor biogas dengan kondisi anaerob (tanpa udara) maupun aerob (udara) akan tetapi untuk mendapatkan hasil yang optimum biogas dapat berkembang dengan baik dengan kondisi anaerob yaitu tanpa udara.

Bahan organik dimasukkan ke dalam reaktor anaerob, kemudian bakteri yang membusuk karena berada dalam kedap udara atau tidak ada oksigen akan menghasilkan gas yang dikenal sebagai biogas. Selanjutnya, gas yang sudah terkumpul di dalam reaktor dialirkan melalui pipa penyalur gas menuju tabung penyimpanan gas atau langsung kepenggunaannya (Dyah Purwaningsih). Hasil gas dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar LPG.

<b>Komponen</b>	<b>%</b>
Metana ( CH <sub>4</sub> )	40 – 70
Karbon dioksida ( CO <sub>2</sub> )	25 – 45
Nitrogen ( N <sub>2</sub> )	0 – 0,3
Hidrogen ( H <sub>2</sub> )	1 – 5
Hidrogen Sulfida ( H <sub>2</sub> S )	0 – 3
Oksigen ( O <sub>2</sub> )	0,1 – 0,5

Tabel 2.1 Komposisi limbah sapi yang terkandung dalam biogas

Sumber : Juangga, 2007

### 2.2.1 Prinsip Dasar Pembentukan Biogas

Proses pembentukan biogas berasal dari proses fermentasi anaerobik. Fermentasi anaerobik melibatkan bakteri dalam pembentukan biogas. Pembentukan biogas meliputi 3 tahapan yaitu :

a. Tahap Hidrolisis

Pada tahap hidrolisis ini, mikroorganismenya yang berperan adalah bakteri fermentasi seperti selulose, amilase, protease, dan lipase menjadi glukosa.

b. Tahap Asidifikasi (Pengasaman)

Pada tahap ini, terjadinya proses pengasaman dengan merubah proses hidrolisis menjadi asam seperti asam asetat, hidrogen, karbon dioksida, format, alkohol, dan amonnia. Asam organik dioksidasi menjadi asam asetat, sedangkan hidrogen oleh bakteri asetogenetik.

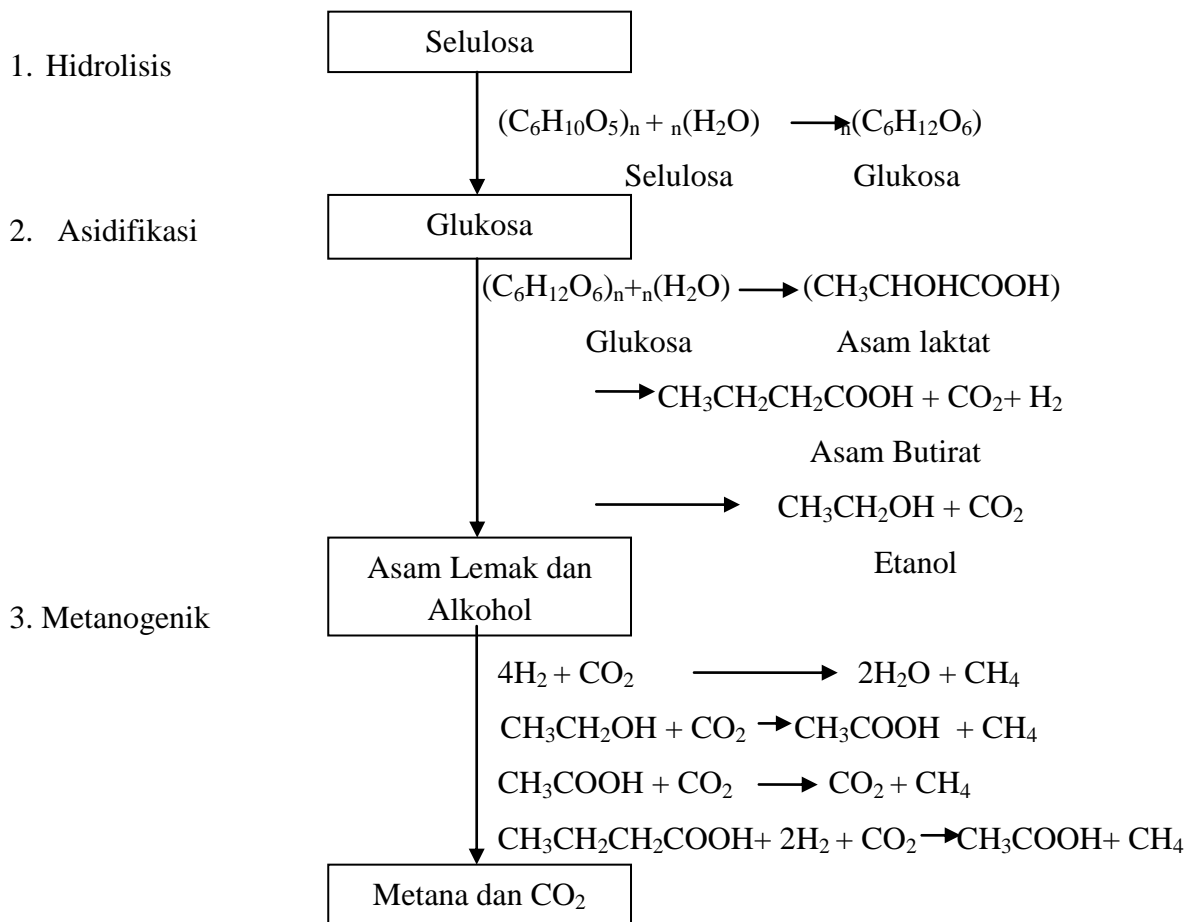
c. Tahap Pembentukan Gas Metana ( Metanogenik )

Tahap terakhir adalah tahap metanogenik yaitu tahap pembentukan  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$ .

Bakteri yang pertama kali bekerja dalam proses pengubah polimer yang kompleks seperti karbohidrat adalah bakteri selulolitik. Bakteri selulolitik mengubah selulosa menjadi glukosa. Glukosa tersebut kemudian difermentasi menjadi asam laktat, asam asetat, hidrogen, karbon dioksida, format, alkohol, dan amonnia. Hasil hidrogen dari fermentasi segera digunakan bakteri metanogenik dalam memproduksi metana.

Bakteri metanogenik merupakan bakteri terpenting dalam perombakan anaerobik. Bakteri metanogenik membutuhkan kondisi yang bebas cahaya dan udara. Bakteri metanogenik dapat berkembang biak dengan baik pada kondisi suhu yang berada pada kondisi 25 - 30 °C, serta pH yang berada pada kondisi 6,6 – 7. Kelompok bakteri metanogenik sangat sensitif terhadap perubahan pH dan oksigen. Kecepatan tumbuh bakteri metanogenik lebih lambat terhadap lingkungan yang terlalu ekstrim. (Milano,1981).





Gambar 2.1 Diagram alur proses fermentasi anaerob

Sumber : Tuti Haryati, 2006

### 2.2.2 Faktor Pendukung Produksi Biogas

Banyak faktor yang mendukung dalam keberhasilan produksi biogas, faktor yang paling berpengaruh diantaranya :

a. Suhu

Salah satu yang berpengaruh terhadap produksi biogas adalah suhu, karena bakteri metanogenik sensitif terhadap perubahan suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah. Gas metana dapat dihasilkan dengan kondisi suhu mesofilik sekitar  $25^{\circ}C - 30^{\circ}C$ . Suhu optimum dalam pembentukan metana berada suhu  $35^{\circ}C$  (Ratnaningsih, H. Widyatmoko, 2009).

b. Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu yang berpengaruh dalam pembentukan biogas. Bakteri pengasaman pada awal reaksi pH akan rendah yang terlihat pada pHmeter, selanjutnya bakteri metanogenik akan menggunakan asam tersebut untuk menaikkan pH sehingga pH menjadi normal. Dengan demikian, dalam proses produksi biogas terjadi pengaturan pH yang alami ( Amaliyah Rohsari, 2010 ). Bakteri dapat berkembang dengan baik pada keadaan yang agak asam sekitar 6,6 – 7,0.

c. Konsorsium Bakteri

Bakteri merupakan peranan penting dalam produksi biogas. Terjadi empat tahapan pembentukan bakteri dalam produksi biogas. Pertama bakteri fermentasi yang menghidrolisis bahan organik menjadi gula, asam amino dan asam lemak. Kedua, bakteri mengubah gula, asam amino, dan asam lemak menjadi asam organik. Ketiga bakteri asidogenik yaitu bakteri yang menghasilkan asam asetat, CO<sub>2</sub> (karbondioksida), dan H<sub>2</sub> (hidrogen). Keempat, bakteri metanogenik yaitu bakteri yang mengubah senyawa-senyawa menjadi gas metana. (Tuti Haryati, 2006).

d. Rasio C/N

Rasio C/N berpengaruh terhadap pembentukan CH<sub>4</sub>. Rasio C/N adalah perbandingan antara kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu bahan. Rentang rasio C/N antara 25-30 dapat menghasilkan gas metana yang optimum (Herlina Dewi Mayasari, 2010). Jika rasio C/N terlalu tinggi, maka akan menghasilkan nitrogen yang sangat cepat oleh bakteri-bakteri metanaogen sehingga tidak ada lagi reaksi dengan sisa karbonnya. Oleh sebab itu, kadar gas metana akan rendah. Tetapi, jika rasio rendah maka nitrogen akan dibebaskan dan terkumpul dalam bentuk NH<sub>4</sub>OH. Tingkat C/N dalam suatu substrat dapat dihitung dengan persamaan (2.1) sebagai berikut :

$$\sum C_n = \frac{(C_{n1} \times W_1) + (C_{n2} \times W_2)}{(W_1 + W_2)} \quad (2.1)$$

## **2.3 Karakterisasi Alat**

### **2.3.1 Pengukuran pH**

Pengukuran pH dapat menggunakan pHmeter. Data pengukuran pH diambil setiap hari.

### **2.3.2 Pengukuran Suhu.**

Suhu lingkungan diukur dengan menggunakan termometer. Pengukuran suhu dalam reaktor dengan menggunakan termometer batang. Data pengukuran suhu diambil setiap hari.

### **2.3.3 Pengukuran Kadar Metana**

Kadar Metana yang terbentuk dalam biogas dapat diketahui menggunakan kromatografi gas. Kromatografi adalah suatu teknik pemisah atas perbedaan distribusi dari komponen campuran antara dua fase yaitu fase gerak berupa gas dan fase diam berupa padat. Kromatografi gas digunakan untuk memisahkan campuran dimana semua komponen campuran tersebut mempunyai tekanan uap. Tekanan uap memungkinkan komponen menguap dan bergerak bersama-sama dengan fase gerak yang berupa gas (Bonita Nugroho, 2012). Kromatografi gas terdiri dari 2 macam yaitu :

1. Kromatografi Gas Cair (KGC) adalah kromatografi jenis ini memiliki teknik pemisahan perbedaan partisi komponen-komponen sampel diantara fase diam dan fase geraknya.
2. Kromatografi Gas Padat (KGP) adalah kromatografi jenis ini memiliki teknik pemisahan komponen sampel adalah perbedaan fisik *adsorpsi* oleh fase diam. Prinsip pemisahan fase gerak atau fase diam dalam kromatografi gas sesuai dengan perbedaan analisis kecepatan dan waktu. Komponen yang terdapat dalam kromatografi gas sebagai berikut :

- a. Gas pengangkut / pemasok gas

Gas pengangkut berada di dalam silinder dengan tekanan tinggi. Tekanan tersebut adalah 150 atm.

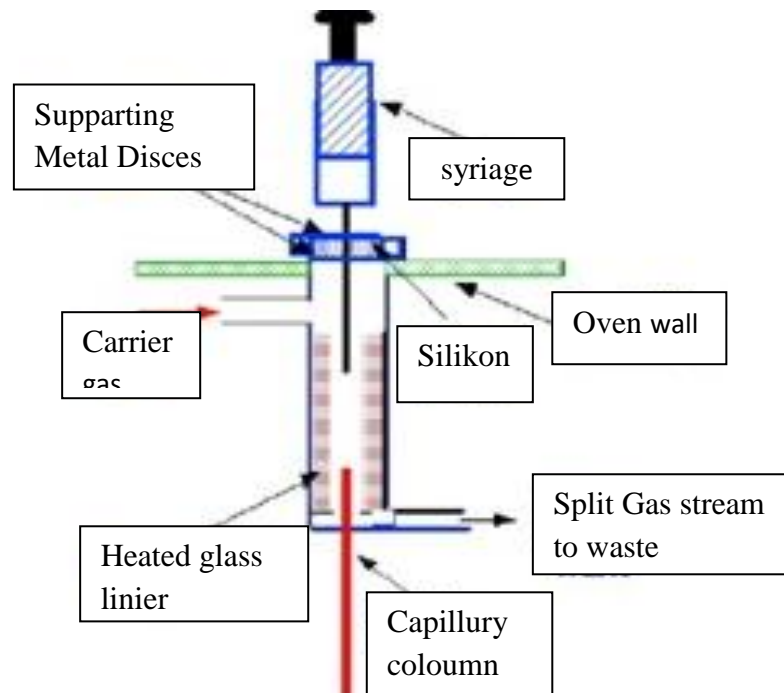
Gas pengangkut harus memenuhi persyaratan berupa:

1. Bersifat inert, tidak bereaksi dengan cuplikan pelarut dan material di dalam kolom.
  2. Bersifat gas murni dan murah.
  3. Sesuai dengan detektor yang tersedia.
  4. Dapat mengurangi difusi gas.
- b. Pengatur aliran dan pengatur tekanan.

Pengaturan aliran disebut dengan *drager*. Optimasi *drager* bekerja dengan baik pada tekanan 2.5 atm.

c. Tempat injeksi (*The injection Port*)

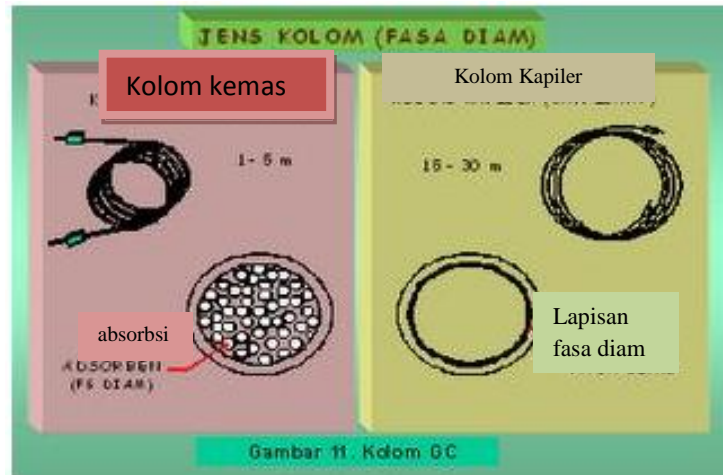
Pemisahan GLC cuplikan yang masuk harus berupa fase uap. Jika cuplikan yang disuntikan ke dalam injektor berupa gas dan uap dapat dimasukkan secara langsung. Lain halnya, jika terdapat senyawa berbentuk cairan atau padatan harus diuapkan terlebih dahulu.



Gambar 2.2 Tempat injeksi  
Sumber : Yunekasaristiana, 2012.

d. Kolom

Kolom merupakan hal penting dalam kromatografi gas. Kolom merupakan kumparan yang dapat berbentuk lurus, bengkok, huruf “w”, spiral, dan huruf “v”. Kolom terbuat dari tembaga, teflon, baja, dan aluminium.



Gambar 2.3 Jenis kolom Detektor

Sumber : Yunekasaristiana, 2012.

e. Detektor

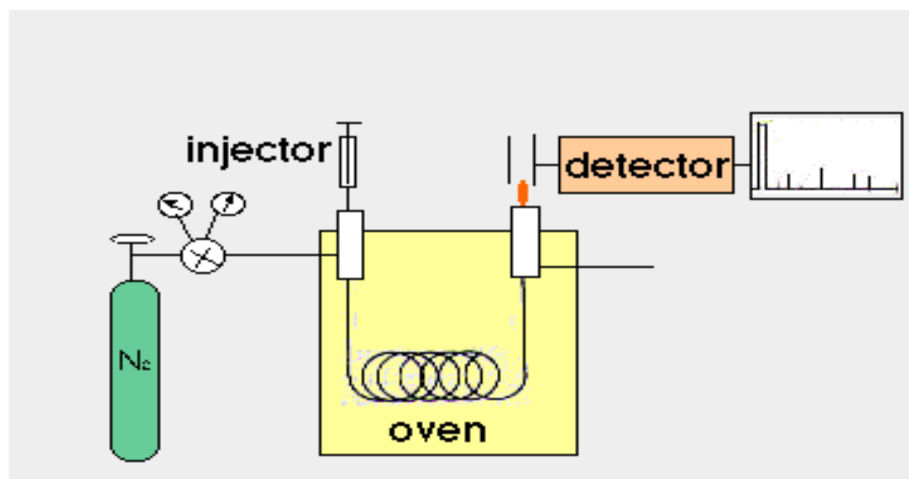
Detektor merupakan pendeteksi komponen yang telah dipisahkan secara terus-menerus, cepat, dapat dilakukan dengan suhu yang tinggi, dan akurat. Fungsi detektor adalah sebagai peubah sifat-sifat molekul dari senyawa organik menjadi arus listrik.

f. Oven Kolom

Oven merupakan tempat diletakkan kolom. Suhu oven kolom harus diatur agar stabil dan dibawah titik didih sampel. Jika suhu terlalu tinggi, maka cairan fase diam akan teruap, apabila suhu terlalu rendah maka cairan fase diam bisa mengalir lebih cepat dalam kolom sehingga menjadi terpisah.

g. Rekorder

Rekorder merupakan instrumen yang akan merubah sinyal listrik menjadi sinyal mekanik yang ditampilkan dalam bentuk data.



Gambar 2.4 Kromatografi Gas  
 Sumber : Yesy Distira, 2013.

#### 2.3.4 Efisiensi Kadar Metana

Hasil gas dari biogas tidak murni gas metana, terdapat kandungan lain seperti karbon dioksida, nitrogen, hidrogen dan lain-lain. Kadar gas metana yang dihasilkan biogas antara 40 - 70%. Pada limbah sapi menghasilkan metana, karbon dioksida, nitrogen, oksigen, hidrogen sulfida, dan propena. Gas-gas selain metana tidak diinginkan di dalam biogas karena dapat mengurangi efisiensi gas metana. Penambahan urin sapi diharapkan dapat meningkatkan efisiensi gas metana. Urin sapi memiliki nutrisi yang baik untuk pembentukan gas metana. Pengukuran efisiensi akan dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian gas metana pada kromatografi terhadap perbandingan bahan substrat yang diteliti.

## **BAB 3**

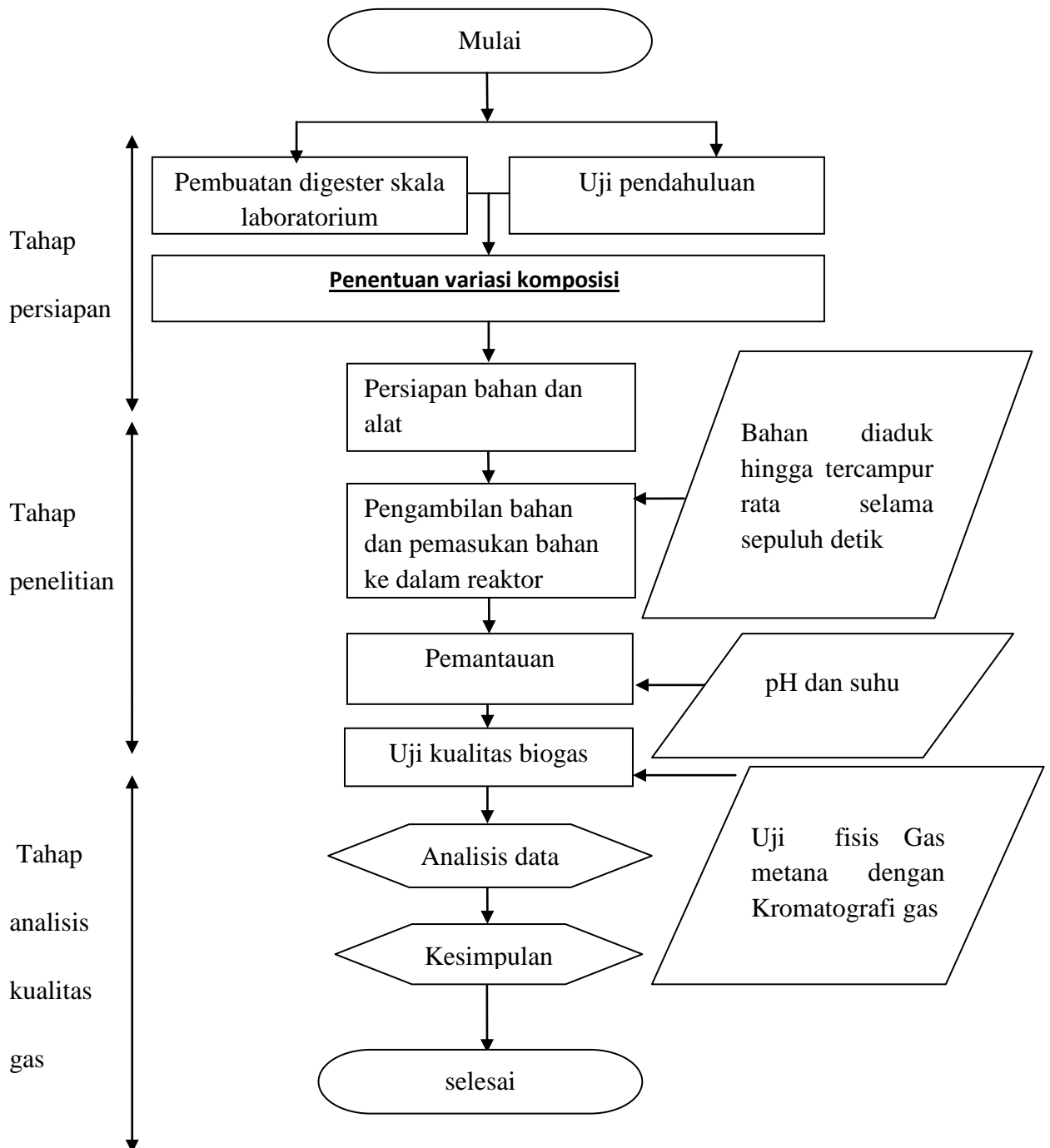
### **PERANCANGAN SISTEM**

Terdapat tiga tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian. Tahap pertama adalah tahap persiapan, yaitu penyediaan kotoran sapi, air dan urin sapi, pembuatan reaktor anaerob skala laboratorium, serta penentuan perbandingan ukuran komposisi bahan substrat yang akan dilakukan pengujian. Tahap kedua adalah tahap penelitian yaitu, tahap penghasil biogas dengan mencampurkan kotoran sapi, urin sapi, dan air. Bahan dicampur melalui proses mengaduk kotoran, urin sapi, dan air secara alami selama sepuluh detik. Tahap ketiga adalah tahapan terakhir dalam pengujian ini yaitu menganalisis kualitas gas yang terbentuk dengan menggunakan metode kromatografi gas. Tujuannya adalah untuk mengetahui kadar metana yang terbentuk dari hasil proses pencampuran kotoran dan urin sapi dengan air.

#### **3.1 Studi Literatur**

Studi literatur adalah proses dalam mencari dan mempelajari referensi yang berhubungan dengan landasan teori tugas akhir. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa penggunaan kotoran sapi sebagai bahan pencerna untuk produksi biogas mencapai 40-70% (Juangga, 2007). Hasil studi literatur tentang urin sapi juga menunjukkan bahwa urin sapi berpotensi memproduksi metana (Lingga, 1991). Produksi biogas berupa kadar gas metana diharapkan meningkat dengan upaya pencampuran kotoran sapi dengan urin sapi. Beberapa tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 dilakukan untuk mendapatkan efisiensi gas metana dengan penambahan urin sapi.

### 3.2 Diagram Alur Perancangan Sistem



Gambar 3.1 sistematis pengujian



Proses yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir dijelaskan dalam diagram alur perancangan sistem seperti berikut :

1. Mulai
2. Pembuatan reaktor skala laboratorium, yaitu pembuatan lima reaktor sebagai wadah penempatan bahan pencerna yang memiliki volume tiga liter.
3. Karakterisasi pendahuluan, yaitu melakukan karakterisasi terhadap bahan-bahan penelitian yang meliputi kadar rasio C/N dari kotoran sapi, urin dan air.
4. Menentukan perbandingan komposisi bahan, berupa komposisi bahan yang diamati dalam penelitian.
5. Persiapan alat dan bahan.
6. Pembuatan biogas skala laboratorium, yaitu proses pembuatan biogas dengan menggunakan kotoran sapi, urin dan air. Pengadukan campuran ketiga bahan tersebut dilakukan terlebih dahulu agar homogenik, sebelum dimasukkan ke dalam reaktor biogas.
7. Pemantauan, yaitu proses pemantauan dilakukan setiap hari.
8. Pengujian kualitas gas.  
Pengujian kualitas gas dilakukan untuk mengetahui kandungan gas sebagai hasil proses pembuatan biogas.
9. Analisis data, yaitu proses pengolahan data yang diperoleh dalam pengujian dan pemantauan selama penelitian.
10. Kesimpulan, yaitu proses yang mencakup semua proses yang terjadi selama penelitian.
11. Selesai.

### **3.3 Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di daerah Universitas Telkom Bandung. Suhu lingkungan penelitian adalah 25 °C. Peletakkan reaktor ditempatkan di ruangan yang telah tersedia. Beberapa proses penelitian ini dilakukan diluar kawasan Universitas Telkom diantaranya pengambilan substrat, pengujian kromatografi dan pengujian kadar C/N substat.

### **3.4 Alat dan Bahan Penelitian**

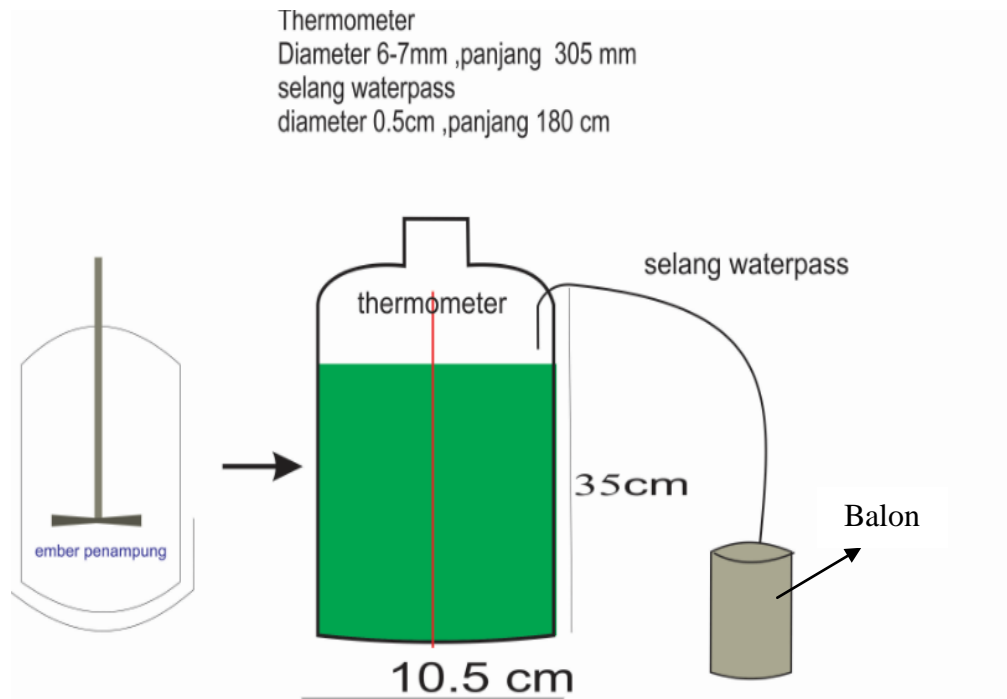
#### **3.4.1 Alat Penelitian**

Penelitian ini menggunakan reaktor anaerob skala laboratorium. Reaktor menggunakan pipa PVC yang memiliki volume sebesar tiga liter sebagai wadah penyimpanan substrat biogas. Gas hasil fermentasi disalurkan ke dalam balon dengan menggunakan selang.

#### **3.4.2 Bahan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan kotoran dalam perut dan urin sapi sebagai bahan dasar pengujian. Kotoran dan urin sapi diperoleh di pemotongan sapi di daerah Ciwastra dengan perbandingan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1. Bahan yang dibutuhkan adalah :

- a. Reaktor berbahan PVC dengan kapasitas volume tiga liter sebanyak lima buah.
- b. Balon sebagai penampung gas sebanyak lima buah.
- c. Selang berukuran panjang 180cm, diameter 1.5 cm sebagai penyalur gas reaktor ke balon sebanyak lima buah.
- d. Kayu untuk pengaduk panjang 100 cm, tebal 2 - 4 cm sebagai alat pengaduk campuran bahan substrat.
- e. Plastisin sebagai penyumbat reaktor sebanyak tiga buah.
- f. Ember berkapasitas volume sembilan liter sebagai wadah pengaduk kotoran sapi, urin sapi, dan air.
- g. Gelas ukur.



Gambar 3.2 Pengaduk Bahan dan Reaktor Anaerob

### 3.4.3 Pencampuran Kotoran sapi dengan urin sapi

Kotoran sapi dan urin sapi dicampur dengan air dalam reaktor dengan menggunakan perbandingan antara padat (kotoran dari perut sapi) dan cair (urin dan air). Campuran diaduk hingga rata, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor anaerobik. Hal ini dilakukan agar substrat menjadi homogen.

### 3.5 Prinsip Kerja

Proses kerja penelitian ini cukup sederhana. Pertama yang perlu dilakukan adalah membuat isian dari kotoran sapi, urin sapi, dan air dengan ukuran tertentu. Bahan yang telah dicampur dimasukkan ke dalam reaktor anaerob yang memiliki volume berkapasitas tiga liter. Langkah - langkah secara lengkap adalah sebagai berikut:

1. Mencampurkan bahan kotoran sapi dan urin sapi dengan air sesuai ukuran tertentu pada Gambar 3.1 dalam ember pengaduk dengan kapasitas sembilan liter.
2. Bahan diaduk hingga rata, pantau suhu dan pH awal.

3. Hasil campuran tersebut dimasukkan ke dalam reaktor anaerob yang tertutup rapat tanpa cahaya dan oksigen dengan volume tiga liter.
4. Reaktor dibiarkan beberapa hari hingga gas terbentuk. Gas terbentuk dapat dilihat pada kondisi balon yang mengembang.
5. Selama pendiaman dilakukan pemantauan terhadap pH dan Suhu.
6. Hari ke - 4, 10, 14 dan 21 dilakukan pengujian kadar metana di kromatografi.
7. Hari ke - 21 dilakukan pemantauan pH dan suhu akhir.
8. Pengolahan dan analisis data.
9. Kesimpulan.

### **3.6 Pengambilan Data**

Rentang waktu pengambilan data dalam penelitian adalah 21 hari. Pemantauan suhu dan tingkat keasaman (pH) dilakukan setiap hari, sedangkan pengukuran kadar gas metana dilakukan pada hari tertentu.

### **3.7 Pengujian Sampel Kadar Metana**

Pengujian gas metana dilakukan pada hari ke - 4, 10, 14, dan 21. Pengujian tersebut dilakukan dengan menggunakan alat kromatografi gas.

### **3.8 Analisis Data**

Analisis data hasil eksperimen meliputi produktifitas biogas pengaruh dari urin sapi. Analisis ini akan dilakukan dengan menghitung kualitas biogas berdasarkan kadar metana yang terbentuk melalui pengujian kromatografi gas. Pengolahan data dilakukan berdasarkan perbedaan kadar metana pada hari ke - 4, 10, 14, dan 21. Hasil pengolahan dan analisis data tersebut menghasilkan kesimpulan yang berupa efisiensi gas metana dengan penambahan urin dalam produksi biogas.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

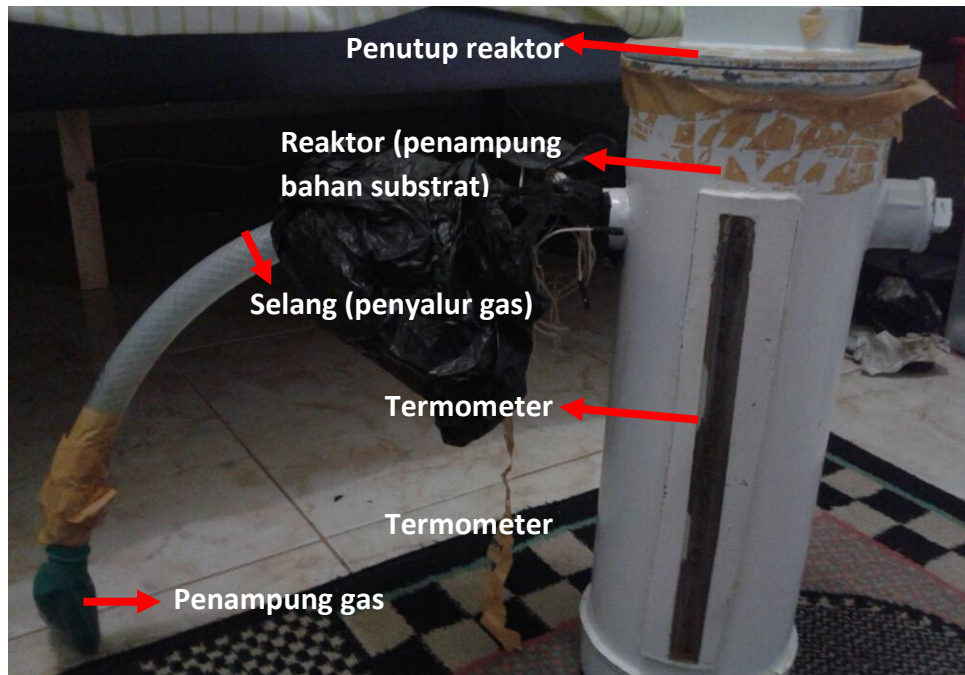
Dalam bab ini akan diuraikan tentang hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil penelitian akan diuraikan berupa data, tabel dan gambar. Hasil dan pembahasan akan diuraikan menjadi 4 sub bab. Penelitian dilakukan tiga kali untuk melakukan perbandingan hasil dari pengujian pertama hingga ketiga. Pengujian pertama dimulai pada pukul 01.00 WIB pada tanggal 14 September 2013. Pengujian kedua dilakukan pada pukul yang sama 01.00 WIB pada tanggal 7 Oktober 2013 dan pengujian terakhir dilakukan pada tanggal 29 Oktober 2013 pada pukul yang sama.

#### **4.1 Performansi Reaktor**

Wadah bahan biogas menggunakan bahan yang murah dan mudah ditemukan, yaitu terbuat dari pipa pvc yang biasa digunakan sebagai pipa yang kedap oksigen dan bebas bocor. Alat ini memiliki tiga komponen utama yaitu :

- a. Tangki pencerna (bioreaktor).
- b. Tutup yang anti korosi.
- c. Balon sebagai penampung gas.

Reaktor penelitian memiliki volume sebesar tiga liter, berdimensi diameter = 4 inchi dan tinggi = 35 cm. Reaktor memiliki dua lubang yaitu pembuangan dan penyalur gas ke balon. Tutup reaktor anti korosi terbuat dari bahan pipa pvc, tutup diisolasi agar tidak terjadi kebocoran. Pengukur suhu yaitu termometer diletakkan di dalam reaktor yang dapat dilihat melalui sekat kaca yang ditutupi oleh isolasi hitam. Hal ini dilakukan agar tidak ada cahaya yang masuk. Apabila terjadi tentu akan menghambat produksi biogas.



Gambar 4.1 Reaktor anaerob

Reaktor ini bekerja dengan cara memasukkan bahan substrat yaitu kotoran sapi, urin sapi, dan air dengan perbandingan komposisi. Campuran kotoran sapi, urin sapi dan air dimasukkan melalui saluran pemasukan ke dalam reaktor. Campuran bahan harus diaduk terlebih dahulu selama sepuluh detik agar homogen selain itu, agar pemasukan bahan ke dalam wadah substrat dapat berlangsung dengan mudah. Wadah ditutup untuk pengkondisian secara anaerobik (Dr. Ing. Sudarno ST, MSc). Balon dalam kondisi terpasang dengan baik. Pengujian dilakukan selama 21 hari. Hal ini dikarenakan tingkat produksi biogas pada hari ke - 14 sudah mengalami penurunan dan pada hari ke - 21 kadar metana sudah tidak berproduksi.

Dalam penelitian ini, produksi gas hasil fermentasi anaerob berlangsung selama 21 hari. Selama proses penelitian berlangsung, setiap hari akan dilakukan pemantauan. Pemantauan berupa suhu dan pH. Hal ini dilakukan karena proses biogas dipengaruhi oleh suhu dan pH. Pengujian metana di kromatografi dilakukan pada hari ke - 4, 10, 14, dan 21.

## 4.2 Karakterisasi Bahan

Bahan dasar substrat yang digunakan dalam penelitian adalah urin sapi yang dicampur dengan kotoran sapi dan air. Kotoran dan urin sapi yang digunakan dalam penelitian diperoleh di daerah Ciwastra, Penjagalan sapi, Bandung. Pengambilan bahan substrat dilakukan malam hari pada saat pemotongan terjadi. Bahan yang digunakan berasal dari perut sapi.

Penelitian dilakukan dengan melakukan perbandingan massa dan percampuran bahan menggunakan sistem pengadukan sepuluh detik dengan perbandingan massa yang dapat dilihat dalam Tabel 4.1.

Sampel	Kotoran Sapi (%)	Air (%)	Urin Sapi (%)
1	20	5	75
2	30	5	65
3	40	5	55
4	50	5	45
5	60	5	35

Tabel 4.1 Perbandingan Komposisi dalam volume.

Pada perbandingan tersebut, air berada pada kondisi volume yang tetap. Air tetap digunakan dalam penelitian karena mikroorganisme selalu membutuhkan air dalam kehidupannya. Kadar air yang terkandung dalam bahan harus tepat. Air berperan penting dalam pembuatan biogas. Air digunakan untuk pestabilan pH pada substrat agar tidak terlalu basa maupun asam. Penggunaan kotoran sapi karena bakteri metanaogen sudah menghuni di dalam rumen sapi.

Lima buah reaktor sudah disiapkan ketika pengambilan bahan substrat. Setelah sapi dipotong, kotoran dan urin sapi dipisahkan dan disimpan di wadah yang telah disiapkan. Pengambilan kotoran sapi, urin sapi dan air dimasukkan ke dalam gelas ukur untuk diukur sesuai komposisi yang terdapat pada Tabel 4.1. Masing-masing bahan dilakukan pengukuran berupa pH dan suhu, hasil campuran dimasukkan ke dalam ember pengaduk dan dilakukan pengadukan selama sepuluh

detik. Campuran substrat yang sudah diaduk dimasukkan ke dalam reaktor. Reaktor ditutup dan dibawa ke lokasi penelitian biogas.

### **4.3 Analisis Produksi Biogas dengan Faktor Pendukung**

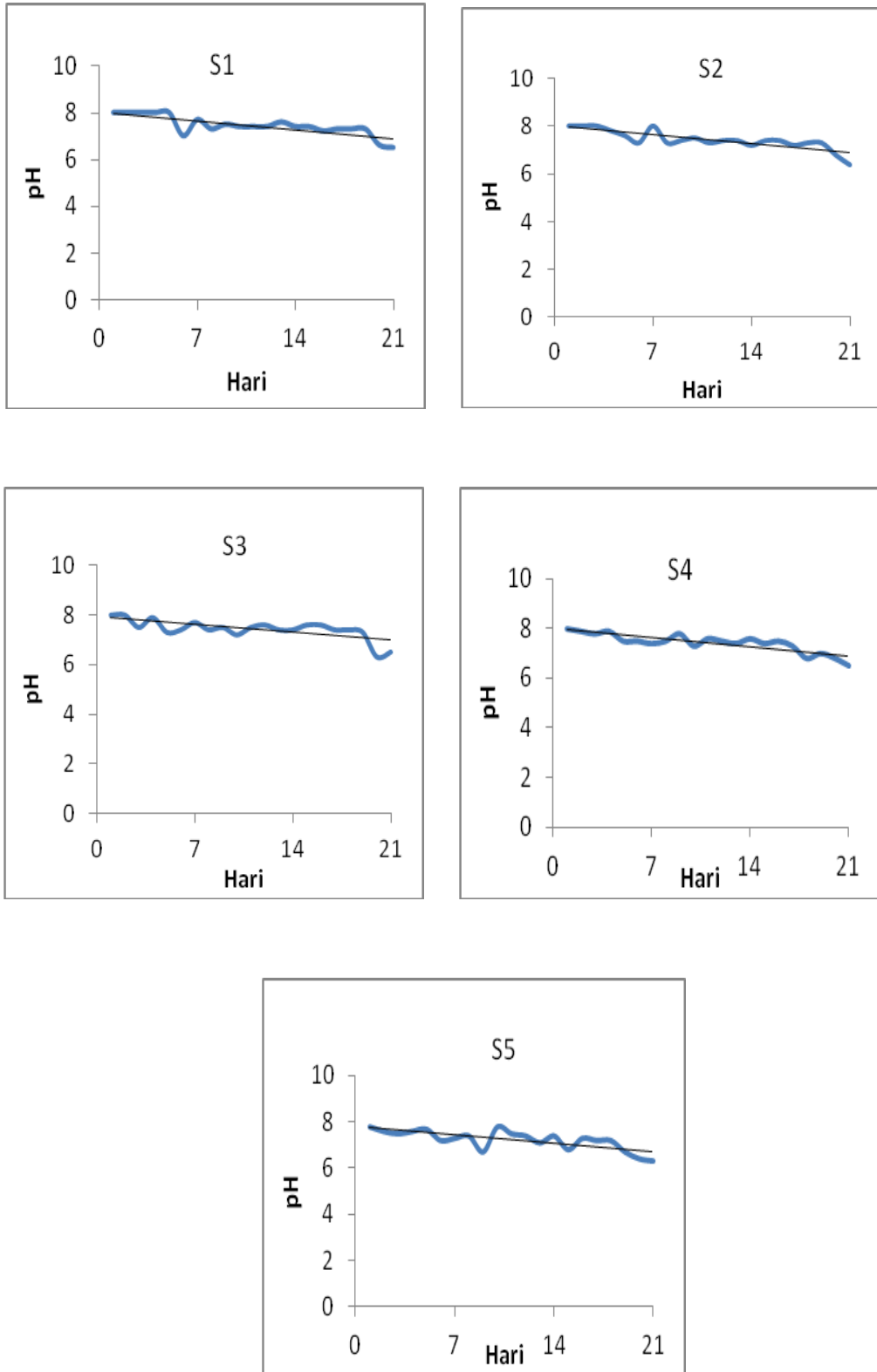
Produksi biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor tersebut adalah faktor tingkat keasaman (pH), faktor suhu dan nutrisi bakteri. Faktor tersebut merupakan salah satu yang mempengaruhi terbentuknya gas. Berikut akan diuraikan tiga faktor tersebut.

#### **4.3.1 Tingkat Keasaman (pH)**

Kondisi awal masing-masing bahan memiliki tingkat keasaman pada kotoran sapi menunjukkan angka 6,4, urin sapi 7,68, dan air 7,00. Percampuran bahan dengan masing - masing komposisi memiliki tingkat keasaman perbedaan yang signifikan. Data pengukuran pH ditunjukkan pada Tabel 4.2. Hasil pengamatan pada proses fermentasi berkisar antara 6 – 8. Hasil yang didapat menunjukkan hasil yang fluktuatif. Pertumbuhan bakteri metanogenik menjadi lebih lambat, sehingga populasi bakteri metanogenik tidak mampu untuk berkembang biak. Hal ini disebabkan ketidakmampuan bakteri untuk merombak bahan substrat. Penurunan kadar pH yang signifikan menuju tahap pengasaman menyebabkan bakteri di dalam reaktor mati sehingga kadar metana tidak berkembang.

Pengukuran pH tahap pertama dilakukan dengan melakukan pemantauan bahan substrat dalam reaktor awal dan akhir. Pada pengukuran pH semua sampel mengalami penurunan pH yang signifikan menunjukkan kondisi asam. Bakteri yang seharusnya dapat berkembang dengan baik mengalami pembusukan terlebih dahulu. Pada hari ke - 21 balon menunjukkan tidak adanya proses pengembangan gas metana. Kondisi pH dalam reaktor semakin menurun menunjukkan pengasaman menjadikan konsentrasi bakteri berkurang. Hasil kadar metana yang dilakukan dengan pengujian kromatografi menunjukkan angka 0.



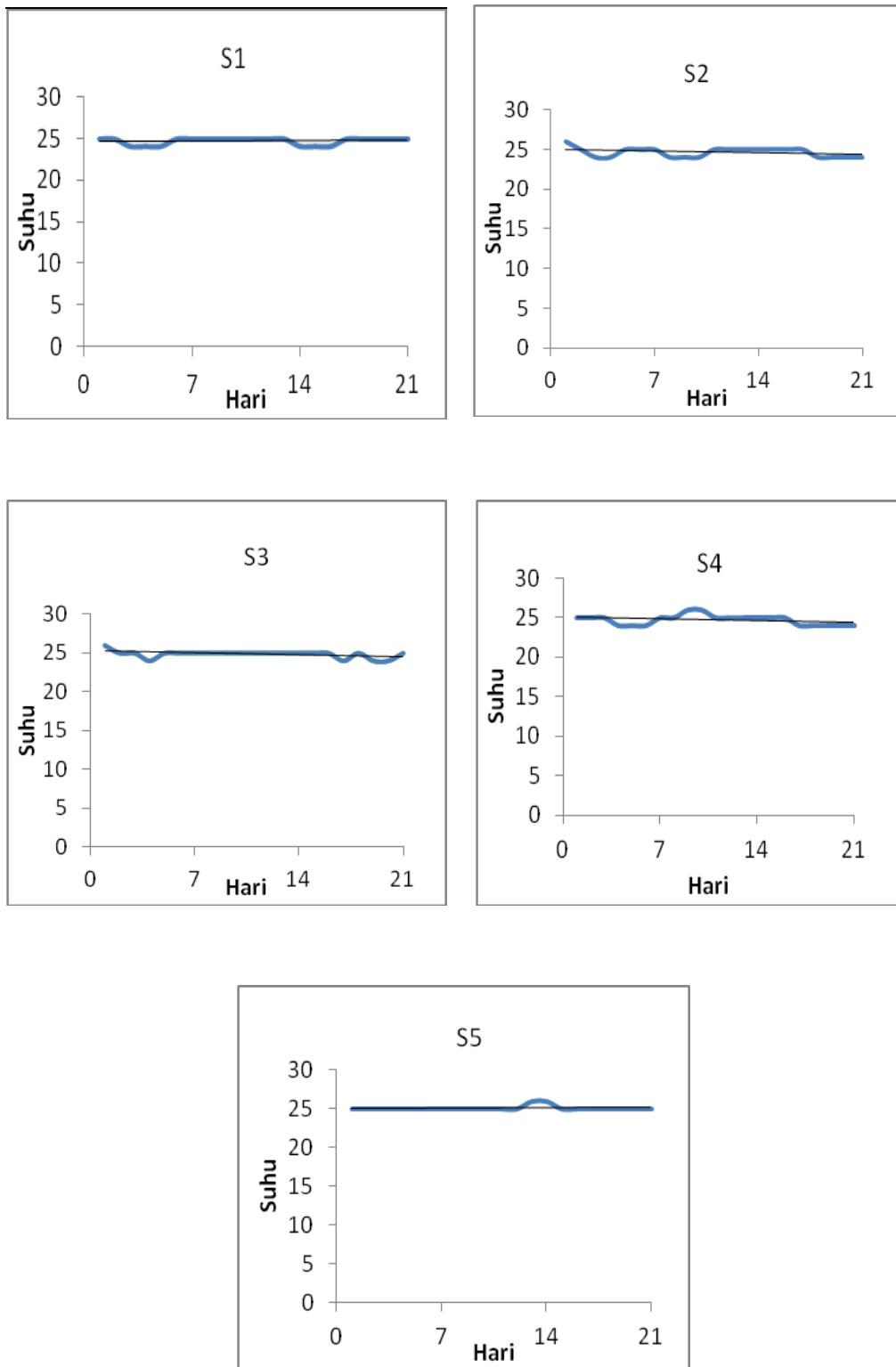


Gambar 4.2 Hubungan pH dengan waktu (hari) pada limbah kotoran sapi, urin sapi dan air : S1, S2, S3, S4, dan S5.

Berdasarkan hasil pengamatan, pada Gambar 4.2 pengukuran pH menunjukkan hasil yang relatif stabil dengan kecenderungan menurun. Hasil pengukuran pH awal pada sampel S0 adalah 6,7, S1, S2, S3, S4 menunjukkan hasil yang sama sebesar 8, S5 sebesar 7,8. Sedangkan S6 sebesar 8,2. Pada hari ke - 4 hasil pengukuran pH pada S0 menunjukkan peningkatan yaitu sebesar 7,3. Pada sampel S1 hasil pH menunjukkan angka yang sama sebesar 8, pada sampel S2 hingga S6 menunjukkan penurunan yaitu berkisar 7,6 – 8,0. Dari hari ke - 5 sampai ke - 14 semua sampel menunjukkan kondisi penurunan pH berkisar 6,5 – 7,8. Hasil pengukuran pada semua sampel kecenderungan menurun menjadi asam. Kondisi asam membuat proses fermentasi tidak optimal. Mengingat kondisi optimal bakteri metanogenik hidup dengan baik pada pH berkisar 6,6 – 7,0.

#### **4.3.2 Suhu**

Suhu memiliki peran penting dalam proses biogas, baik suhu lingkungan maupun suhu dalam reaktor. Suhu mempunyai andil terjadinya proses mikroorganisme. Tinggi rendahnya suhu lingkungan sangat mempengaruhi kondisi suhu dalam reaktor, maksudnya apabila suhu lingkungan menurun maka akan menurunkan suhu di dalam reaktor. Rentang suhu terbentuknya biogas yang optimal adalah 25 °C - 30 °C. Dengan demikian, apabila suhu dibawah 25 °C aktivitas mikroorganisme mengalami penurunan sehingga produksi gas metana akan menurun. Suhu diatas 25 °C akan meningkatkan aktivitas mikroba sebagaimana mestinya. Deublein dan Steibhauser (2008) mengatakan bahwa suhu yang ideal untuk proses biogas berkisar 32°C - 42°C. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu berkisar antara 24°C - 26°C. Dengan demikian, penambahan urin sapi dalam pembentukan biogas tidak terlalu mempengaruhi hasil suhu yang signifikan. Hal ini diketahui berdasarkan perbandingan suhu yang tidak jauh berbeda.



Gambar 4.3 Hubungan Suhu dengan waktu (hari) pada limbah kotoran sapi, urin sapi dan air : S1,S2,S3,S4, dan S5.

Hasil pengukuran suhu yang diperoleh berada pada kisaran 24-26 °C dapat dilihat pada Gambar 4.3, berdasarkan hasil demikian proses terjadinya kadar metana menjadi lambat dan kurang baik. Suhu rendah akan menyebabkan membran sel menjadi padat. Hal ini berkaitan dengan struktur membran yang terdiri dari lapisan lemak dan protein yang akan mengeras pada suhu rendah sehingga proses pemasukan makanan melalui lapisan membran sel tidak terjadi, maka dapat menyebabkan kematian dari sel mikroorganisme (Agustian, 2005). Penempatan reaktor yang berada pada lingkungan yang tidak bebas matahari serta tidak adanya pengontrolan suhu yang menyebabkan hasil suhu tidak konstan dan dapat berubah-ubah, menjadi faktor bakteri mati.

### 4.3.3 Nutrisi Bakteri

Nutrisi adalah faktor utama yang berpengaruh terhadap mikroorganisme dalam memproduksi biogas. Pada dasarnya semua mikroorganisme memerlukan karbon sebagai sumber aktivitasnya. Unsur nitrogen dan fosfor harus berada pada rasio yang tepat agar pertumbuhan bakteri mencapai tingkat optimal.

Bahan urin sapi mengandung protein, karbon dan nitrogen. Syarat optimasi dalam produksi biogas kandungan nutrisi untuk C/N adalah 25 - 30, apabila hasil rasio C/N terlalu tinggi menandakan konsumsi yang cepat oleh bakteri metanogenik. Kadar nitrogen akan menghambat proses pembentukan bakteri. Sebaliknya, apabila C/N terlalu rendah menyebabkan akumulasi ammonia yang dapat menghalangi perkembangbiakan bakteri. Dalam penelitian ini urin sapi dipilih sebagai sumber nutrisi dalam mikroorganisme. Hasil penelitian menunjukkan urin sapi memiliki C/N yang tinggi sehingga nitrogen meningkat dan kadar metana sedikit. Menurut Samiadi (1987), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa rasio C/N pada kotoran sapi sebesar 26%.

No	Bahan	Kandungan Nutrisi (%)			
		Protein	Karbon	Nitrogen	kadar air
1	Urin Sapi	27.38	42.53	1.02	96.66

Tabel 4.2 Karakterisasi bahan

Pengujian karakterisasi kandungan bahan dilakukan dengan menggunakan metode *Khejal*. Berdasarkan data tersebut, perbandingan C/N yang diatas 25 - 30 akan menyebabkan menurunnya kadar metana (Herlina Dewi Mayasari, 2010). Dengan perhitungan C/N dari masing-masing komposisi dapat dilihat pada komposisi berapa yang dapat menghasilkan kadar metana yang baik.

Dengan menggunakan rumus pada persamaan (2.1) dapat dihitung pada komposisi berapa kadar metana dapat terbentuk dengan baik.

Sampel	Kadar C/N
1	38
2	37
3	35
4	33
5	31

Tabel 4.3 Karakterisasi C/N(%)

Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat, hasil rasio C/N berada pada kondisi diatas 30. Hasil perbandingan karbon dan nitrogen yang tinggi menyebabkan proses degradasi berlangsung lebih lambat karena nitrogen akan menjadi faktor penghambat (Alexander, 1994). Hasil rasio perbandingan urin dan kotoran menandakan perbandingan rasio C/N berada pada kondisi rasio dari C/N berada diatas rentang titik optimum dari produksi gas metana.

#### 4.4 Analisis Kualitas Gas

Analisis kualitas gas yang dilakukan dengan uji kromatografi gas. Dalam penelitian yang telah dilakukan, hasil produksi biogas disertai dengan analisis terhadap berbagai parameter yang berpengaruh dalam proses pembentukan gas metana. Pembentukan gas metana setiap hari memiliki hasil yang bervariasi. Pemantauan gas metana dikromatografi gas dilakukan pada hari ke - 4, 10, 14, dan 21 dengan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.4.

Sampel	kadar metana(%) hari ke - -			
	4	10	14	21
1	0	0.64	0.17	0
2	0	1.22	0.48	0
3	0	1.57	0.22	0
4	0	2.61	0.51	0
5	0.05	3.5	1.72	0.07

Tabel 4.4 Hasil Kadar Metana

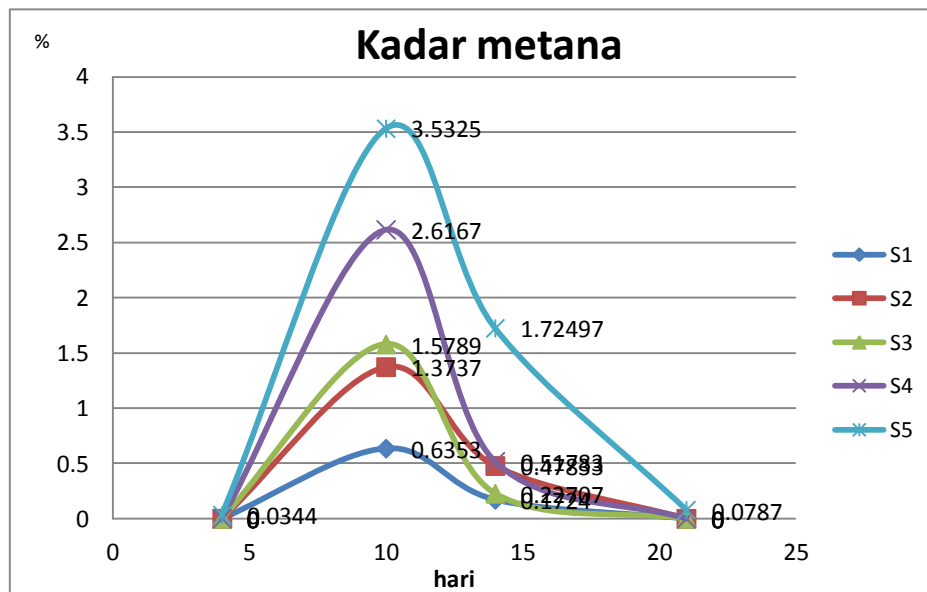
S	Kotoran Sapi	Air	Urin Sapi	Efisiensi kadar metana(%) hari ke -				C/N
				4	10	14	21	
1	20	5	75	0	$32000 \times 10^{-4}$	$8000 \times 10^{-4}$	0	38
2	30	5	65	0	$40000 \times 10^{-4}$	$16000 \times 10^{-4}$	0	37
3	40	5	55	0	$40000 \times 10^{-4}$	$5000 \times 10^{-4}$	0	35
4	50	5	45	0	$50000 \times 10^{-4}$	$10200 \times 10^{-4}$	0	33
5	60	5	35	$8 \times 10^{-4}$	$58000 \times 10^{-4}$	$28000 \times 10^{-4}$	$1200 \times 10^{-4}$	31

Tabel 4.5 Kadar metana dari perbandingan sampel

Berdasarkan hasil pengujian, pada Tabel 4.4 produksi kadar metana menunjukkan spesifikasi kumulatif. Mengacu pada analisa data dan pembahasan maka peran bahan substrat urin dapat ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi, kecenderungan perbandingan urin sapi yang lebih banyak dibandingkan kotoran sapi menunjukkan penurunan. Perbandingan kotoran sapi, air, dan urin sapi (20 : 5 : 75) menunjukkan efisiensi gas metana sebesar  $8000 \times 10^{-4}$ %. Hasil efisiensi perbandingan kotoran sapi : air : urin sapi (60 : 5 : 35) sebesar  $28000 \times 10^{-4}$ . Hasil perhitungan efisiensi tersebut menunjukkan apabila perbandingan urin sapi lebih banyak dibandingkan kotoran sapi menyebabkan rasio C/N semakin tinggi. Kandungan rasio C/N tinggi akan menyebabkan bakteri kekurangan nutrisi. Salah satu faktor bakteri kekurangan nutrisi karena kandungan

urin memiliki protein. Bakteri sulit untuk menguraikan protein karena protein memiliki ikatan rantai rangkap (Amaliyah, 2010). Kandungan protein dan karbohidrat yang tercampur dalam kotoran sapi ini dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan polisakarida yang akan membuat lamanya laju pembentukan gas metana.

Kondisi pH yang tidak berada direntang 6,8 - 7 menyebabkan aktivitas bakteri sebagai penghasil metana terhambat dikarenakan bakteri matanogenik akan optimal berada pada pH 6,8 - 7, serta kondisi suhu yang berada dikisaran 24 – 26 °C menjadikan faktor bakteri sulit untuk berkembang biak. Suhu yang rendah akan menyebabkan membran sel menjadi padat sehingga proses pemasukan makanan melalui lapisan membran sel tidak terjadi, selanjutnya dapat menyebabkan kematian dari sel mikroorganisme (Agustian, 2005). Penambahan air menyebabkan kondisi menjadi lebih encer. Substrat yang terlalu encer akan mengakibatkan laju pertumbuhan menjadi lambat dan sulit untuk membelah diri (Agustian, 2005).



Gambar 4.4 Grafik kadar metana

Tahap pertumbuhan mikroorganisme dapat dibagi menjadi 4 fase, yaitu fase pertumbuhan lamban (*lag fase*), fase eksponensial, fase stasioner dan fase kematian. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya waktu produksi metana semakin meningkat dan pada hari ke - 14 dan 21 mengalami penurunan aktifitas bakteri.

Pada awal percobaan hari pertama hingga hari ke - 4, peningkatan kadar metana tidak terlihat secara signifikan dikarenakan bakteri berada pada fase pertumbuhan lamban sehingga peningkatan kadar metana lamban. Pada fase ini bakteri masih dalam kondisi beradaptasi. Pada hari ke - 5 sampai hari ke - 10, gas metana mengalami peningkatan yang tinggi. Mikroorganisme berada pada kondisi fase eksponensial. Bakteri pada fase eksponensial mengalami kondisi pertumbuhan seimbang. Bakteri dapat berkonsentrasi untuk melakukan penguraian zat organik. Setelah itu, bakteri berada pada kondisi kecenderungan tetap disebabkan karena berada di fase statis dimana fase ini terjadi penumpukan produk beracun atau kehabisan nutrisi. Beberapa jumlah sel mati sedangkan yang lain tumbuh dan membelah sehingga jumlah sel hidup tetap. Pada hari ke - 11 dan seterusnya, hasil gas metana mengalami penurunan bahkan mencapai nol atau tidak ada gas metana disebabkan laju kematian dari bakteri lebih cepat dibandingkan laju pembentukan sel, dengan demikian kondisi bakteri sudah berada pada fase kematian. Penurunan laju zat organik menyebabkan gas metana mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat dengan balon sebagai penghasil gas, yang tidak mengembang.

Dengan kondisi demikian, penambahan urin sapi dengan perbandingan urin sapi lebih banyak daripada kotoran sapi menyebabkan efisiensi gas metana menjadi lebih kecil. Hal ini ditunjukkan dengan perhitungan rasio C/N dengan penambahan urin sapi yang lebih banyak dibandingkan kotoran sapi, maka akan menyebabkan rasio C/N menjadi lebih besar. Rasio C/N yang besar berdampak bakteri sulit untuk membelah dirinya. Oleh sebab itu, data efisiensi gas metana berdasarkan perbandingan komposisi volume, diperoleh nilai efisiensi tertinggi berada pada perbandingan kotoran sapi, air dan urin sapi (60 : 5 : 35) sebesar  $58000 \times 10^{-4} \%$ .



## **BAB 5**

### **Kesimpulan Dan Saran**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dalam tugas akhir ini dapat ditarik kesimpulan yaitu :

1. Perbandingan efisiensi urin sapi dengan kotoran sapi dan air dapat membuat laju pengembangan gas metana menjadi lebih lambat. Hal ini dikarenakan urin sapi memiliki kandungan protein. Protein sulit untuk diuraikan oleh bakteri sehingga apabila semakin banyak kadar urin sapi menyebabkan gas metana semakin sedikit. Perhiyungan rasio dari C/N yang semakin meningkat dengan mencapai 38. Berdasarkan hasil penelitian, perbandingan efisiensi dari kotoran sapi, air dan urin sapi menunjukkan hasil tertinggi pada perbandingan (60 : 5 : 35) yaitu sebesar  $58000 \times 10^{-4}\%$ , sedangkan perbandingan (20 : 5 : 75) menghasilkan gas metana sebesar  $8000 \times 10^{-4}\%$ . Dengan demikian, efisiensi perbandingan kotoran sapi dengan urin sapi menghasilkan gas metana lebih tinggi.
2. Kondisi suhu yang berada pada 24 °C, menyebabkan produktivitas metana tidak terjadi. Pada hari ke pada hari ke - 10 suhu mengalami peningkatan sehingga efisiensi hasil gas metana dapat terlihat pada semua sampel.
3. Kondisi asam menyebabkan produktivitas metana mengalami penurunan. Penurunan pH melampaui batas pH optimum sebesar 6,8 menyebabkan efisiensi gas metana berkurang karena bakteri tidak dapat berproduksi pada kondisi asam.

#### **5.2 Saran**

1. Tidak perlu menambahkan air karena akan menyebabkan substrat menjadi lebih encer.
2. Perlu dilakukan mengontrol suhu (30 – 40 °C), pH (6.6 -8) dan pengadukan agar kadar metana mencapai lebih tinggi.
3. Perlu dilakukan percobaan dengan salah satu variabel dibuat tetap.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hardyanti, Nurandani, dan Sutrisno, Endro, (2007), Uji Pembuatan Biogas Dari Kotoran Gajah Dengan Variasi Penambahan Urin Gajah Dan Air, *Jurnal Presipitasi Vol 3 No 2 ISN 1907-187 X. Hal 73-77.*
- [2] Kadarwati, Sri, Studi Pembuatan Biogas dari Kotoran Kuda dan Sampah Organik Skala Laboratorium, Publikasi P3TEK Vol. 2, No.1, 2003.
- [3] Kealey, D and Haines, P.J., 2002, Instant Notes: Analytical Chemistry, BIOS Scientific Publishers Limited, New York.
- [4] Mayasari, Herlina Dewi, dkk, 2010, Pembuatan Bioreaktor dengan uji coba kotoran sapi sebagai bahan baku. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [5] M. Shamsul Haque and M. Naimul Haque,(2006), Studies on the Effect of Urin on Biogas Production. *Institute of Fuel Research & Development, BCSIR, Dhaka-1205, Bangladesh. Institute of Fuel Research & Development, BCSIR, Dhaka-1205, Bangladesh*
- [6] I Made Mara, dkk, 2011, Analisa Kualitas dan Kuantitas Biogas dari Kotoran Ternak. Teknik Mesin Universitas Mataram, NTB.
- [7] Nandha, Riveri Sesunan, Pengaruh Variasi Konsentrasi Substrat, Ph Dan Temperatur Pada Fermentasi Asam Sitrat Dari Kulit Nenas Menggunakan Aspergillus Niger. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. 2012
- [8] Nugroho, Bonita, dkk, Kromatografi Gas. Universitas Muhamadiyah Semarang. 2011-2012
- [9] Rasi, Saija, Biogas Composition and Upgrading to Biomethane Studies in Biological and Environmental
- [10] Ratnaningsih, H. Widyatmoko, Potensi pembentukan biogas pada proses biodegradasi campuran sampah organik segar dan kotoran sapi dalam *batch* reaktor anaerob, Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti, Jakarta, 2009.
-

[11]Trisno Saputra,dkk,2010, Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi Dan Ampas Tebu (*Bagasse*) Dengan Rasio C/N Yang Berbeda. Perternakan Universitas Gadjra Mada, Yogyakarta.

[12] Utami, Amaliyah Rohsari Indah,( 2010), *Analysis Of Ther Role Of Additives In Biogas Production*. ITS, Surabaya.

## LAMPIRAN

Data pengujian rata-rata suhu 3 kali percobaan

Hari ke-	Temperatur (°C) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	25	26	26	25	25
2	25	25	25	25	25
3	24	24	25	25	25
4	24	24	24	24	25
5	24	25	25	24	25
6	25	25	25	24	25
7	25	25	25	25	25
8	25	24	25	25	25
9	25	24	25	26	25
10	25	24	25	26	25
11	25	25	25	24	25
12	25	25	25	25	25
13	25	25	25	25	26
14	24	25	25	25	26
15	24	25	25	25	25
16	24	25	25	25	25
17	25	25	24	24	25
18	25	24	25	25	25
19	25	24	24	24	25
20	25	24	24	24	25
21	25	24	25	24	25

Data pengujian pertama suhu

Hari ke-	Temperatur (°C) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	26.5	28	27	27	25.5
2	25	26	25	26	25
3	24	25.5	25	25	25
4	25	24	24	24	25
5	25	25	25	24	25
6	25	25	25	24	25
7	25	25	25	25.5	25
8	25	25	25	26.5	25
9	25	25	25	28	25
10	25.5	25.5	25	28	25.5
11	25	26	25	24.5	26
12	25	26	25	25	25.5
13	25	26	25	24.5	26
14	25	26	25	26	26
15	24.5	26	25	26	25.5
16	24.5	25	25	25	25
17	24.5	25	25	24	25
18	25	25	25	25	25
19	25	25	25	24	25
20	25	25	25	24	25
21	25	25	25	24	25

Data pengujian kedua suhu

Hari ke-	Temperatur (°C) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	25	25	25	25	25
2	25	25	25	25	25
3	25	25	25	25	25
4	25	25	25	25	25
5	25	25	25	25	25
6	25	25	25	25	25
7	25	25	25	25	25
8	25	25	25	25	25
9	25	25	25	25	25
10	25	25	25	25	25
11	25	25	25	25	25
12	25	25	25	25	25
13	25	25	25	25	25
14	24	25	25	25	25
15	24	25	25	25	25
16	24	25	25	25	25
17	25	25	25	25	25
18	25	25	25	25	25
19	25	25	25	25	25
20	25	25	25	25	25
21	25	25	25	25	25

Data pengujian ketiga suhu

Hari ke-	Temperatur (°C) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	25	25	25.5	25	25
2	25.5	24	24.5	25	25
3	24	23.5	25	25	25
4	23.5	24	25	25	26
5	24	25	25	25	26.5
6	25	25	25.5	25	25
7	25	24.5	25	25	25
8	25.5	24	25.5	26	25
9	25	24	25	26	24
10	23.5	24.5	25	25	25
11	25	25	25	24	26
12	25	25	25	24	25
13	24	25	25	24	27
14	24	24.5	25	25	27
15	24	24.5	25	25	25
16	24	25	24	25	25
17	24	25	25	24.5	25
18	25	24	25	25	25
19	25	24	24	24	25
20	25	24	24	24	25
21	24.5	24	25	24	25

Data pengujian rata-rata pH

Hari ke-	pH sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	8	8	8	8	7.8
2	8	8	8	7.9	7.6
3	8	8	7.5	7.8	7.5
4	8	7.8	7.9	7.9	7.6
5	8	7.6	7.3	7.5	7.7
6	7	7.3	7.4	7.5	7.2
7	7.7	8	7.7	7.4	7.3
8	7.3	7.3	7.4	7.5	7.4
9	7.5	7.4	7.5	7.8	6.7
10	7.4	7.5	7.2	7.3	7.8
11	7.4	7.3	7.5	7.6	7.5
12	7.4	7.4	7.6	7.5	7.4
13	7.6	7.4	7.4	7.4	7.1
14	7.4	7.2	7.4	7.6	7.4
15	7.4	7.4	7.6	7.4	6.8
16	7.21	7.4	7.6	7.5	7.3
17	7.3	7.2	7.4	7.3	7.2
18	7.3	7.3	7.4	6.8	7.2
19	7.3	7.3	7.3	7	6.7
20	6.6	6.8	6.3	6.8	6.4
21	6.5	6.4	6.5	6.5	6.3



Data percobaan pertama pH

Hari ke-	Tingkat Keasaman (Ph) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	9.47	8.87	8.91	8.98	8.5
2	9.3	8.89	8.95	8.85	8.15
3	9.17	8.87	8.1	8.39	8.13
4	8.95	8.32	8.5	8.75	8.18
5	8.94	8.14	8.69	8.19	8.29
6	7.27	7.17	7.3	7.64	7.43
7	7.92	7.92	7.73	7.43	7.32
8	7.8	7.52	7.99	7.21	7.29
9	7.66	7.06	7.89	7.78	6.65
10	7.64	7.67	7.66	7.38	8.98
11	7.59	7.76	7.38	7.5	7.28
12	7.36	7.37	7.68	7.78	7.38
13	7.34	7.55	7.8	7.66	7.45
14	7.33	7.44	7.36	7.71	6.45
15	7.59	7.68	7.41	7.72	6.57
16	7.29	7.29	7.73	7.48	7.13
17	7.14	7.68	7.23	7.28	7.17
18	7.29	7.59	7.21	7.22	7.26
19	7.21	7.65	7.16	7.16	7.18
20	6.52	6.89	6.89	6.67	6.72
21	6.01	6.69	6.33	6.7	6.22

Data pengujian kedua pH

Hari ke-	Tingkat Keasaman (Ph) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	7	7.81	7.89	7.11	7.89
2	7.01	7.66	7.67	7.33	7.65
3	7.05	7.89	7.53	7.62	7.11
4	7.16	7.51	7.73	7.42	7.45
5	7.22	7.34	7.69	7.3	7.54
6	7.1	7.27	7.31	7.45	7.28
7	7.21	7.98	7.13	7.32	7.65
8	7.22	7.24	7.45	7.9	7.57
9	7.3	7.45	7.22	8	7.1
10	7.25	7.5	7.34	7.24	7.01
11	7.39	7.18	7.12	7.9	7.89
12	7.48	7.5	7.5	7.13	7.34
13	7.4	7.3	7.8	7.1	7.45
14	7.67	7.25	7.56	7.65	7.56
15	7.21	7.28	7.4	7.19	7.3
16	7.12	7.6	7.54	7.67	7.45
17	7.4	7.2	7.23	7.5	7.15
18	7.05	7.18	7.45	7.41	7.3
19	7.2	7.1	7.34	7.18	7.21
20	6.22	7.12	7.12	6.45	7.16
21	7.12	6.79	6.89	6.7	6.24

Data pengujian ketiga pH

Hari ke-	Tingkat Keasaman (Ph) sampel ke-				
	1	2	3	4	5
1	7.23	7.51	7.41	7.98	7.5
2	7.12	7.5	7.95	7.65	7.15
3	7.05	7.7	7.15	7.59	7.43
4	7.37	7.59	7.5	7.7	7.38
5	7.23	7.4	7.69	7.19	7.34
6	7.13	7.5	7.5	7.56	7.12
7	7.23	7.89	7.53	7.47	7.18
8	7.34	7.15	7.89	7.43	7.34
9	7.05	7.75	7.25	7.67	6.55
10	7.28	7.54	7.5	7.56	7.9
11	7.35	7.18	7.23	7.54	7.58
12	7.34	7.34	7.48	7.67	7.54
13	7.47	7.44	7.38	7.5	6.5
14	7.57	7.2	7.35	7.56	7.45
15	7.25	7.3	7.54	7.45	6.8
16	7.2	7.56	7.53	7.38	7.43
17	7.3	7.2	7.27	7.38	7.43
18	7.05	7.18	7.78	7.26	7.1
19	7.2	7.17	7.22	7.22	7.21
20	6.5	6.52	6.59	6.45	6.34
21	6.89	6.79	6.45	6.52	6.45

Data rata-rata pengujian kadar metana

Sampel	kadar metana(%) hari ke - -			
	4	10	14	21
1	0	0.63	0.17	0
2	0	1.22	0.42	0
3	0	1.58	0.22	0
4	0	2.61	0.51	0
5	0.03	3.53	1.72	0.07

Data pengujian pertama kadar metana

Sampel	kadar metana(%) hari ke - -			
	4	10	14	21
1	0	0.7456	0.1724	0
2	0	1.5965	0	0
3	0	3.3483	0.3617	0
4	0	1.596	1.2448	0
5	0.041	38.282	2.1671	0.2058

Data pengujian kedua kadar metana

Sampel	kadar metana(%) hari ke - -			
	4	10	14	21
1	0	0.0295	0	0
2	0	0.5815	0.0255	0
3	0	0.0378	0.0272	0
4	0	4.7048	0.174	0
5	0	3.5325	2.9542	0.0303

Data pengujian ketiga kadar metana

Sampel	kadar metana(%) hari ke -			
	4	10	14	21
1	0	1.131	0	0
2	0	1.499	0.855	0
3	0	0.9231	1.3506	0
4	0	1.5493	0.1347	0
5	0.0622	2.2301	0.0536	0