

**ASAM SULFAT ( $H_2SO_4$ ) SEBAGAI HIDROLISA ASAM  
DALAM PRETREATMENT PRODUKSI BIOGAS DENGAN  
BAHAN BAKU SERASAH DAUN PISANG**

*(*Tectona grandis*)*

**SKRIPSI**



oleh

**Vivia Lugista Sari  
NIM B42130430**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN  
JURUSAN TEKNIK  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
2017**

**ASAM SULFAT ( $H_2SO_4$ ) SEBAGAI HIDROLISA ASAM  
DALAM PRETREATMENT PRODUKSI BIOGAS DENGAN  
BAHAN BAKU SERASAH DAUN PISANG**

*(*Tectona grandis*)*

**SKRIPSI**



Sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Saint Terapan (SST)  
di Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Jurusang Teknik

oleh

**Vivia Lugista Sari  
NIM B42130430**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ENERGI TERBARUKAN  
JURUSAN TEKNIK  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER  
2017**

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN  
TINGGI POLITEKNIK NEGERI JEMBER

**ASAM SULFAT ( $H_2SO_4$ ) SEBAGAI HIDROLISA ASAM DALAM  
PRETREATMENT PRODUKSI BIOGAS DENGAN BAHAN BAKU  
SERASAH DAUN PISANG (*Tectona grandis*)**

Telah Diuji pada Tanggal : 5 Oktober 2017

Vivia Lugista Sari  
B42130430

Tim Pengujian:

Ketua,

Yuli Harjanto, S.TP., M.Si.  
NIP. 19770722 200212 1 001

Sekertaris,

Anggota,

Dr. Bayu Rudianto, S.T., M.Si  
NIP. 19731221 200212 1 001

Dedy Eko Rahmanto, S.TP., M.Si  
NIDK. 8881500016

Mengetahui,



Dr. Bayu Rudianto, S.T., M.Si  
NIP. 19731221 200212 1 001

## **PERSEMBAHAN**

1. Allah SWT atas pertolongan, petunjuk serta berkah rahmat-Nya dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Junjunganku Nabi Muhammad SAW atas ajaran, syafaat dan cintanya kepada umatnya.
2. Bapak Sugeng dan Ibu Purwati yang telah memberikan segalanya, yang selalu mendoakan, mencurahkan kasih sayang, memberikan perhatian, memberi semangat yang tiada hentinya dan telah memberikan dukungan materi untuk menyelesaikan skripsi ini,
3. Kakakku yang selalu memberikan motivasi saat mulai patah semangat, memberikan dukungan lewat doa dan kesabaran serta menghibur dikala duka.
4. Segenap bapak dan ibu dosen Program Studi Teknik Energi Terbarukan yang selalu menjadi juara dan terbaik bagiku,
5. Teman-teman seperjuangan TET Angkatan 2013 untuk setiap langkah dalam perjalanan, sebuah hati dalam kebersamaan, segenggam mimpi dan harapan, sebuah senyuman dalam kebahagiaan serta setiap air mata dalam kesedihan yang telah dilalui bersama.
6. Terakhir, untuk orang terdekatku yang kehadarinnya selalu membuat semangat terjaga.

## **MOTTO**

“Kerjakanlah segala sesuatu dengan ikhlas dan ketekunan, maka hasil terbaik akan menghampirimu”

**(Vivia Lugista Sari)**

“Hidup ini seperti sepeda, agar tetap seimbang, kau harus tetap bergerak”

**(Albert Einstein)**

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vivia Lugista Sari

NIM : B42130430

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Skripsi saya yang berjudul “Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Sebagai Hidrolisa Asam Dalam Pretreatment Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Serasah Daun Pisang (*Tectona grandis*)” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Laporan Skripsi ini.

Jember, 10 Oktober 2017

Vivia Lugista Sari

NIM B42130430

**Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Sebagai Hidrolisa Asam Dalam Pretreatment Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Serasah Daun Pisang (*Tectona grandis*) (*Sulfuric Acid ( $H_2SO_4$ ) As Acid Hydrolysis In Pretreatment Of Biogas Production With Raw Banana Leaf (*Tectona grandis*) Raw Material*)**

**Vivia Lugista Sari**

*Renewable Energy Engineering Study Program  
Department of Engineering*

**ABSTRACT**

*Biogas is an anaerobic microbiological generated gas from organic waste. The banana leaf litter is potentially quite dominant in Indonesian territory, so this research is done for biogas production with initial treatment using sulfuric acid solution, the preparation using sulfuric acid solution is more effective and economical than other type of solution. From the results of research conducted biogas the most volume on the control or without the initial treatment of 14,801 ml, but the concentration of sulfuric acid of 1 M is able to accelerate the growth rate of the largest gas. From this research is expected to add insight in the processing of banana leaf litter as biogas with the initial treatment of acid hydrolysis using  $H_2SO_4$ .*

**Keywords :** Biogas, Banana leaf litter

**Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Sebagai Hidrolisa Asam Dalam Pretreatment Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Serasah Daun Pisang (*Tectona grandis*)**

**Vivia Lugista Sari**  
Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Jurusran Teknik

**ABSTRAK**

Biogas adalah gas yang dihasilkan secara mikrobiologi anaerobik dari limbah organik. Serasah daun pisang berpotensi yang cukup dominan di wilayah Indonesia maka penelitian ini dilakukan untuk produksi biogas dengan perlakuan awal menggunakan larutan asam sulfat, preperlakuan menggunakan larutan asam sulfat lebih efektif dan ekonomis dibandingkan jenis larutan lain. Dari hasil penelitian yang dilakukan biogas yang paling banyak volumenya pada kontrol atau tanpa perlakuan awal yaitu sebesar 14.801 ml, namun konsentrasi asam sulfat sebesar 1 M mampu mempercepat laju pertumbuhan gas paling besar. Dari adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dalam pengolahan serasah daun pisang sebagai biogas dengan perlakuan awal hidrolisa asam menggunakan  $H_2SO_4$ .

**Kata Kunci :** Biogas, Serasah Daun Pisang

## RINGKASAN

**Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Sebagai Hidrolisa Asam dalam Pretreatment Produksi Biogas dengan Bahan Baku Serasah Daun Pisang (*Tectona grandis*)** Vivia Lugista Sari, NIM B42130430, Tahun 2017, 50 hlm, Teknik, Politeknik Negeri Jember, Yuli Hananto, S.TP,M.Si (Pembimbing I) dan Dr. Bayu Rudyanto, ST., M.Si (Pembimbing II).

Biogas adalah gas yang dihasilkan secara mikrobiologi anaerobik dari limbah organik (Khorsidi dan Arika, 2008). Biogas terdiri dari campuran metana  $CH_4$  (55-70%),  $H_2O$  (1-5%),  $N_2$  (0-5%) dan  $NH_3$ (0-0,05%) (Deublein dan Steinhauser, 2008). Sumber energi dari biogas ini ada beberapa macam yakni kotoran ternak (sapi, kambing, kerbau), jerami padi, enceng gondok, limbah industri tahu, bungkil jarak pagar, limbah kelapa sawit, sampah organik dan berbagai sumber yang lain (Wahyuni, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pretreatment menggunakan asam sulfat pada perubahan kandungan lignoselulosa pada serasah daun pisang dan mengetahui laju produksi gas yang dihasilkan dengan perlakuan awal menggunakan larutan asam sulfat. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 11 Juni 2017 sampai 11 September 2017 di Politeknik Negeri Jember.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biogas serasah daun pisang dan kotoran sapi yang paling optimal laju produksinya adalah konsentrasi Asam Sulfat 1 M dan volume biogas yang paling besar yaitu pada kontrol sebesar 14.801 ml. Berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi  $H_2SO_4$  akan mempercepat laju produksi gas, namun tidak dapat menambah volume biogas, dengan rata-rata suhu lingkungan selama 21 hari pada pukul 07:00 adalah 25°C-28°C, pukul 13:00 adalah 28°C-31°C, pukul 19:00 adalah 28°C-31°C.

## **PRAKATA**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat serta karunia-Nya sehingga penulisan skripsi berjudul “Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Sebagai Hidrolisa Asam dalam Pretreatment Produksi Biogas dengan Bahan Baku Serasah Daun Pisang (*Tectona grandis*)” dapat diselesaikan dengan baik.

Skripsi ini adalah laporan hasil penelitian yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Saint Terapan (SST) di Program Studi Teknik Energi Terbarukan. Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan segenap ucapan terimakasih atas segala dukungan, bantuan dan kerjasama kepada :

1. Dr. Ir. Nanang Dwi Wahyono, MM. selaku Direktur Politeknik Negeri Jember.
2. Dr. Bayu Rudiyanto, ST, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik,
3. Mochammad Nuruddin, ST, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan.
4. Yuli Hananto,S.TP, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Dr. Bayu Rudiyanto, ST, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Anggota.
6. Deddy Eko Rahmanto, S.TP., M.Si. sekalu Dosen Pengaji
7. Bapak dan Ibu beserta keluarga besarku yang selalu memberikan do'a dan semangat.
8. Teman seperjuangan mahasiswa D-IV Teknik Energi Terbarukan serta semua pihak yang telah membantu pelaksanaan maupun penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Penulis berharap laporan ini akan bermanfaat bagi banyak pihak, khususnya bagi penulis serta bagi civitas akademik Teknik Energi Terbarukan Politeknik Negeri Jember di kemudian hari.

Jember, 23 Oktober 2017

Penulis



## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

**Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:**

**Nama : Vivia Lugista Sari**  
**NIM : B42130430**  
**Program Studi : Teknik Energi Terbarukan**  
**Jurusan : Teknik**

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Karya Ilmiah **berupa Laporan Skripsi saya yang berjudul :**

**Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) Sebagai Hidrolisa Asam dalam Pretreatment Produksi Biogas dengan Bahan Baku Serasah Daun Pisang (*Tectona grandis*)**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di Internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

**Dibuat di : Jember  
Pada Tanggal: 23 Oktober 2017  
Yang menyatakan,**

**Nama : Vivia Lugista Sari  
NIM. : B42130430**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	ii
<b>HALAMAN PERSEMPAHAN .....</b>	iii
<b>MOTTO .....</b>	iv
<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	v
<b>ABSTRACT .....</b>	vi
<b>ABSTRAK .....</b>	vii
<b>RINGKASAN .....</b>	viii
<b>HALAMAN PRAKATA .....</b>	ix
<b>SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI .....</b>	xi
<b>HALAMAN DAFTAR ISI .....</b>	xii
<b>HALAMAN DAFTAR TABEL .....</b>	xiv
<b>HALAMAN DAFTAR GAMBAR.....</b>	xv
<b>HALAMAN DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	1
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	1
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	3
<b>1.5 Batasan Masalah .....</b>	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	4
<b>2.1 Biogas .....</b>	4
<b>2.2 Serasah Daun Pisang (<i>Tectona grandis</i>) .....</b>	7
<b>2.3 Pretreatment .....</b>	8

<b>BAB 3. METODOLOGI.....</b>	10
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....</b>	10
<b>3.2 Alat dan Bahan.....</b>	10
<b>3.3 Langkah Kerja .....</b>	11
<b>3.4 Prosedur Penelitian.....</b>	14
<b>3.5 Metode Perlakuan Bahan Baku.....</b>	15
 <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	 18
<b>4.1 Karakteristik Bahan Baku Biogas.....</b>	18
<b>4.2 Pre-Perlakuan Bahan Baku Sebelum Pembuatan Biogas.....</b>	20
<b>4.3 Proses Pembuatan Biogas.....</b>	22
<b>4.4 Pengaruh Konsentrasi Bahan Baku Isian.....</b>	24
<b>4.5 Pengaruh Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> .....</b>	24
<b>4.6 Laju Produksi Gas .....</b>	32
<b>4.7 Uji Nyala Api .....</b>	34
 <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	 35
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	35
<b>5.2 Saran .....</b>	35
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 36
<b>LAMPIRAN.....</b>	38

## **DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Komposisi Biogas .....	4
2.2 Rasio Karbon dan Nitrogen dari Beberapa Bahan .....	7
2.3 Komposisi Daun Pisang.....	8
2.4 Jenis Proses Preperlakuan Biomassa Lignoselulosa .....	9
4.1 Komposisis Daun Pisang.....	18
4.2 Analisa Kandungan Hemiselulosa, Sellulosa dan Lignin Serasah Daun Pisang Sebelum Pre-Treatment.....	19
4.3 Analisa Kandungan Hemiselulosa, Sellulosa dan Lignin Serasah Daun Pisang Sesudah Pre-Treatment .....	19
4.4 Rata-Rata Volume Biogas.....	29

## **DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian .....	14
3.2 Alat Pembuatan Biogas .....	16
4.1 Proses Penjemuran Bahan .....	20
4.2 Proses Penghalusan Bahan .....	21
4.3 Proses Pengolahan Bahan dan Pemanasan Bahan .....	21
4.4 Proses Penetralan Ph dan Pemisahan Bahan dan Air.....	21
4.5 Proses Perancangan Biogas.....	22
4.6 Proses Persiapan Bahan.....	23
4.7 Proses Pencampuran Bahan Baku Biogas.....	24
4.8 Grafik Volume Biogas Kontrol .....	25
4.9 Grafik Volume Biogas Konsentrasi Asam Sulfat 0,5 M.....	26
4.10 Grafik Volume Biogas Konsentrasi Asam Sulfat 0,75 M.....	27
4.11 Grafik Volume Biogas Konsentrasi Asam Sulfat 1 M.....	28
4.12 Grafik Rata-Rata Volume Biogas .....	30
4.13 Grafik Laju Produksi Biogas.....	32
4.14 Warna Nyala Api.....	34

## **DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
Lampiran 1. Kadar Air Serasah Daun Pisang .....	38
Lampiran 2. Massa Jenis Serasah Daun Pisang .....	39
Lampiran 3. Perhitungan C/N Rasio .....	40
Lampiran 4. Perhitungan Tiap-Tiap Larutan Pretreatment Serasah Daun Pisang .....	41
Lampiran 5. Volume Biogas yang Dihasilkan .....	42
Lampiran 6. Laju Produksi Gas .....	43
Lampiran 7. Standart Deviasi Volume Biogas.....	44
Lampiran 8. Standart Deviasi Laju Produksi Biogas .....	45
Lampiran 9. Suhu Lingkungan.....	46
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian.....	47

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Biogas adalah gas yang dihasilkan secara mikrobiologi anaerobik dari limbah organik (Khorsidi dan Arika, 2008). Biogas terdiri dari campuran metana CH<sub>4</sub> (55-70%), H<sub>2</sub>O (1-5%), N<sub>2</sub> (0-5%) dan NH<sub>3</sub>(0-0,05%) (Deublein dan Steinhauser, 2008). Sumber energi dari biogas ini ada beberapa macam yakni kotoran ternak (sapi, kambing, kerbau), jerami padi, enceng gondok, limbah industri tahu, bungkil jarak pagar, limbah kelapa sawit, sampah organik dan berbagai sumber yang lain (Wahyuni, 2009).

Dekomposisi bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa dan lignin berlangsung sangat lambat. Taherzadeh dan Karimi (2008) menyatakan untuk mempercepat proses degradasi bahan organik mengandung lignoselulosa perlu dilakukan *pretreatment* bahan baku. Sidiras dan Koukios, (1989) menunjukkan bahwa untuk menurunkan kristalinitas dengan penggilingan bahan serasah dengan sejumlah kecil gula akan memudahkan hidrolisis dan Biodegradabilitas.

Biodegradabilitas menjadi penting terutama bila biomassa dari tanaman digunakan sebagai substrat dalam digester anaerobik seperti misalnya jerami padi, kulit kopi, fraksi organik sampah, dan limbah industry pertanian. Penguraian biomassa- biomassa tersebut umumnya lambat dan memerlukan waktu yang lama di dalam digester. Hal ini terutama karena kandungan lignosellulosa yakni polimer-polimer yang resisten terhadap proses degradasi biologik dari bahan-bahan tersebut. Lignosellulosa merupakan komponen yang cukup besar dalam fraksi organic sampah. Lignosellulosa tersusun atas sellulosa, hemisellulosa, lignin, bahan-bahan ekstraktif dan beberapa bahan inorganik. Daun pisang memiliki kandungan lignin, sellulosa, dan hemisellulosa berturut-turut 24,3, 20,4; dan 32,1% (Yadvika et al., 2004; Mohaputra et al., 2010). Sellulosa, hemisellulosa, dan lignin membentuk struktur yang disebut dengan mikrofibril yang memediasi stabilitas secara struktural sel tanaman (Mtui, 2009).

Oleh karena itu, tidak seperti stark dan sukrosa yang dapat dibiodegradasi dengan mudah menjadi monosakarida, pemanfaatan bahan-bahan legnoseellulosik dalam proses biokonversi memerlukan pengolahan awal.

Pisang adalah tanaman buah yang berasal dari kawasan di Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Indonesia merupakan Negara yang memproduksi pisang terbesar kelima sedunia yaitu sebesar 3,6 juta ton atau 5 persen dari produksi dunia (Departemen Pertanian, 2006). Potensi produksi buah pisang di Indonesia memiliki daerah sebaran yang luas, hampir seluruh wilayah merupakan tempat produksi pisang, ditanam di pekarangan maupun di ladang, dan sebagian telah membudidayakannya menjadi sebuah perkebunan. Namun sampai saat ini daun pisang yang sudah kering dan menguning belum dimanfaatkan secara nyata, hanya dibuang sebagai limbah organik. Mengingat potensi serasah daun pisang cukup dominan di wilayah indonesia maka penilitian ini dilakukan untuk produksi biogas dengan perlakuan awal menggunakan larutan  $H_2SO_4$ , preperlakuan menggunakan larutan asam sulfat lebih efektif dan ekonomis dibandingkan jenis larutan lain (Monavari dkk, 2011)

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah yang dibahas dalam hal ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh pre-treatment asam menggunakan  $H_2SO_4$  pada perubahan kandungan lignoselulosa pada serasah daun pisang?
2. Bagaimana laju produksi gas yang dihasilkan dengan perlakuan awal menggunakan larutan  $H_2SO_4$ ?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh pre-treatment asam menggunakan  $H_2SO_4$  pada perubahan kandungan lignoselulosa pada serasah daun pisang.
2. Mengetahui laju produksi gas yang dihasilkan dengan perlakuan awal menggunakan larutan  $H_2SO_4$ .

### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Memberikan nilai lebih dalam pemanfaatan serasah daun pisang sebagai bahan baku produksi biogas.
- 2) Memberikan wawasan dalam pengolahan serasah daun pisang sebagai biogas dengan perlakuan awal hidrolisa asam menggunakan  $H_2SO_4$ .
- 3) Dapat menanggulangi krisis energi yang semakin meningkat.
- 4) Sebagai referensi untuk penelitian dan pengembangan biogas selanjutnya.

### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Seberapa banyak volume gas yang dihasilkan.
- 2) Hari keberapa gas mulai dihasilkan.
- 3) Tidak mengkaji Tekno Ekonomi biogas.
- 4) Tidak menguji kandungan gas.

## BAB 2 . TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Biogas

Biogas adalah campuran gas yang dihasilkan oleh bakteri metanogenik yang terjadi pada material-material yang dapat terurai secara alami dalam kondisi *anaerob*. Biogas merupakan salah satu jenis bahan bakar yang dapat dibuat dari banyak jenis bahan buangan dan bahan sisa diantaranya kulit singkong, jerami, kotoran ternak, enceng gondok, sayur-sayuran dan banyak bahan-bahan yang lainnya.

Biogas sebagian besar mengandung ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) serta beberapa kandungan diantaranya hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ammonia ( $\text{NH}_3$ ), serta hidrogen ( $\text{H}_2$ ) dan Nitrogen yang kandungannya sangat kecil.komponen utama biogas adalah gas metan, disamping gas-gas lain (Widarto dan Sudarto, 1997: 10), yang komposisinya dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Biogas

No	Komponen	Rumus Kimia	Jumlah (%)
1	Methana	$\text{CH}_4$	54 -74
2	Karbondioksida	$\text{CO}_2$	27- 45
3	Nitrogen	$\text{N}_2$	3 -5
4	Hidrogen	$\text{H}_2$	0 -1
5	Karbonmonoksida	CO	0,1
6	Oksigen	$\text{O}_2$	0,1
7	Hidrogen sulfida	$\text{H}_2\text{S}$	Sedikit

Sumber: Tanuwira (2005)

Kandungan energi dalam biogas tergantung dari konsentrasi metana ( $\text{CH}_4$ ). Semakin tinggi kandungan metana maka semakin besar kandungan energi (nilai kalor) pada biogas, dan sebaliknya semakin kecil nilai kalor. Kualitas biogas dapat ditingkatkan dengan memperlakukan beberapa parameter yaitu menghilangkan hidrogen sulfur, karbon dioksida dan kandungan air (Pambudi, 2008).

Laju proses fermentasi anaerob sangat ditentukan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi mikroorganisme, faktor-faktor tersebut diantaranya adalah (Amaru, 2004) :

### a. Ukuran Bahan

Bahan yang berukuran kecil lebih cepat didekomposisi melalui peningkatan luas permukaan untuk aktifitas mikroba perombak. Ukuran bahan yang terlalu besar menyebabkan luas permukaan yang dimetabolisme lebih sempit sehingga proses berlangsung metabolisme oleh bakteri menjadi semakin lambat atau terhenti sama sekali.

### b. Temperatur (Suhu)

Mikroorganisme seperti halnya sistem biologis lainnya mempunyai respon terhadap perubahan suhu yang mempengaruhi perubahan laju reaksi atau perubahan populasi. Kecepatan fermentasi akan menurun pada suhu di bawah 20°C, sedangkan suhu 40°C untuk kebanyakan bakteri mesofilik merupakan suhu optimum, tetapi untuk bakteri termofilik kondisi optimum dicapai pada suhu 60°C. Temperatur efektif pada suhu 60°C. Temperatur efektif pada pengoperasian digester ditentukan pula oleh berbagai faktor antara lain iklim, kecepatan konversi, konversi nutrien dan pembentukan substrat tertentu dari pemecahan substrat asal, (Judoamijojo dan Darwis, 1990). Menurut Sahidu (1983), temperatur optimum pertumbuhan bakteri antara 30-35°C, sedangkan menurut Kadir (1987), suhu yang baik untuk proses fermentasi anaerob berkisar antara 20-40°C.

### c. Macam Bakteri

Pada proses pembuatan biogas, bakteri yang berpengaruh ada dua macam yaitu bakteri-bakteri pembentuk asam dan bakteri-bakteri pembentuk gas methan. Bakteri-bakteri yang berperan dalam perombakan bahan organik menjadi asam antara lain *pseudomonas*, *flavobacterium*, *alcaligenes*, *escherichia* dan *aerobacter*, sedangkan bakteri yang berperan dalam pembentukan gas methan antara lain *Methanobacterium*, *Methanosarcina*, dan *Methanococcus*. Selain kedua jenis bakteri di atas, ada kelompok bakteri lain yaitu Desulvobrio yang memanfaatkan unsur sulfur dan membentuk gas H<sub>2</sub>S.

#### d. Derajat Keasaman (pH)

Pertumbuhan mikroba dalam fermentor sangat dipengaruhi oleh perubahan Ph. Apabila senyawa yang bersifat asam mudah menguap diproduksi dalam laju yang cepat melebihi kebutuhan, maka kondisi fermentasi tidak stabil. Menurut Buren (1979), kestabilan ph fermentasi dapat dijaga dengan menggunakan kapasitas penyangga (*buffer capacity*). Menurut Yani dan Darwis (1990), nilai pH terbaik untuk suatu digester yaitu 7,0. Bila nilai pH di bawah 6,5 maka aktivitas akan menurun, sedangkan nilai pH di bawah 5,0 fermentasi akan terhenti.

#### e. Kandungan Air

Bentuk bubur hanya dapat diperoleh apabila bahan yang dihancurkan mempunyai kandung air yang tinggi. Apabila sampah tersebut memiliki kandungan air yang sedikit maka bisa ditambahkan air supaya pembentukan biogas bisa optimal.

#### f. Bahan baku isian

Bakteri anaerob membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi. Level nutrisi harus lebih dari konsentrasi optimal yang dibutuhkan oleh bakteri metanogenik, karena apabila terjadi kekurangan nutrisi akan menjadi penghambat bagi pertumbuhan bakteri. Penambahan nutrisi dengan bahan yang sederhana seperti glukosa, buangan industri, dan sisa tanaman diberikan dengan tujuan untuk menambah pertumbuhan di dalam digester. Unsur nitrogen adalah unsur yang paling penting, disamping adanya selulosa sebagai sumber karbon. Bakteri penghasil metana menggunakan karbon 30 kali lebih cepat daripada nitrogen. Pada bahan yang memiliki jumlah karbon 15 kali dari jumlah nitrogen akan memiliki C/N ratio 15 berbanding 1, C/N ratio dengan nilai 30 ( $C/N = 30/1$  atau karbon 30 kali dari jumlah nitrogen) akan menciptakan proses pencernaan pada tingkat yang optimal, bila kondisi yang lain juga mendukung. Kemudian, untuk mengetahui rasio karbon dan nitrogen dari beberapa bahan jenis organik dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rasio Karbon dan Nitrogen dari beberapa bahan

Bahan	Kandungan C/N
Kotoran bebek	8
Kotoran manusia	8
Kotoran ayam	10
Kotoran kambing	12
Kotoran babi	18
Kotoran domba	19
Kotoran sapi/kerbau	24
Eceng gondok	25
Kotoran gajah	43
Batang jagung	60
Jerami padi	70
Jerami gandum	90
Serbuk gergaji	Diatas 200
Ampas tebu	220

Sumber : Haryati dan Tuti, 2006

## 2.2 Serasah Daun Pisang (*Tectona Grandis*)

Tanaman pisang merupakan salah satu tanaman tropika yang cukup banyak ditemui di berbagai tempat. Menurut data statistik, hasil produksi tanaman pisang di Indonesia mencapai 2.382.933 ton (BPS, 2000). Daun pisang (*musa acuminata*) adalah jenis daun tunggal dan termasuk daun sempurna karena bagian daunnya lengkap terdiri dari pelepah daun, tangkai daun, dan helaian daun. Daun pisang memiliki ujung daun (*apex folli*) yang membulat, pangkal daun (*basis folli*) yang berlekuk, tepi daun (*margo folli*) yang rata, bangun daun (*circum scroipto*) berupa lanset, daging daun (*intervenium*) seperti kertas, pertulangan daun (*nervatio*) yang menyirip, warna daun pada bagian atas berwarna hijau tua dan bagian bawahnya berwarna hijau muda yang mengkilat, serta bagian bawahnya 10 berselaput lilin. Daun pisang atau klaras pisang merupakan bagian tanaman pisang yang penggunaannya masih terbatas sebagai bahan pembungkus saja dan salah

satu bagian dari pohon pisang yang jarang diperhatikan keberadaannya dan mempunyai kandungan zat nutrisi cukup tinggi. Terbatasnya pemanfaatan daun pisang ini disebabkan sifat kimianya yang sulit untuk dicerna karena kandungan serat kasar yang tinggi. Berdasarkan penelitian Harto (1991), daun pisang memiliki kandungan protein relatif tinggi berkisar antara 11,65% sampai 15,65% dan juga mengandung serat kasar berkisar antara 19,29% sampai 24,46%. Peningkatan nilai nutrisi bahan ini, dapat dilakukan dengan proses hidrolisa selulosa secara enzimatik dengan menggunakan mikroorganisme selulolitik. Komposisi Kimia daun pisang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2.3 Komposisi daun pisang

No	Senyawa	Kandungan (g/100g berat kering)
1	Protein Kasar	9,24
2	Lemak	11,36
3	Serat Kasar	11,74
4	BETN	45,15
5	Abu	15,52
6	Ca	0,19
7	F	0,33

Sumber : Liwe dkk., 2014

### 2.3 Pre-Treatment

Adanya lignin yang membentuk struktur pada dinding lignoselulosa. Struktur lignin ini menyebabkan porositas bahan tersebut kecil. Sehingga lignoselulosa yang diolah langsung menjadi bahan baku biogas akan menghasilkan nilai yield yang kecil. Pre-treatment menyebabkan struktur lignoselulose lebih terbuka dengan mendegradasi lignin. Porositas yang besar akan memudahkan bakteri/bahan lain melakukan degradasi selulose dan hemiselulose. Jenis-jenis pre-treatment dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.4 Jenis Proses Preperlakuan Biomassa Lignoselulosa

No	Metode Preperlakuan	Jenis Peralatan
1	Secara Fisika	Menghancurkan, radiasi, dengan gelombang mikro, dengan termal, dengan suhu tinggi, dengan proses termokimia
2	Secara Kimiaawi	Dengan alkali, dengan asam encer, dengan amonia, oksidasi basah, delignifikasi dengan peroksida, kondisi superkritis, cairan ionik
3	Secara Biologi	Dengan mikroba (jamur pelapuk putih seperti <i>Phanerochaete chrysosporium</i> , <i>Trametes versicolor</i> ) dan enzim (seperti peroxidase dan laccase)

Sumber: Walker, 2010

Preperlakuan secara kimiawi Asam encer biasanya yang digunakan adalah asam sulfat, asam klorida, atau asam nitrat. Banyak digunakan asam sulfat 0,3-1,2% pada suhu 80-120 °C (Redding dkk, 2011)

## **BAB 3. METODE PENELITIAN**

### **3.1 Waktu dan Tempat**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Energi Terbarukan Politeknik Negeri Jember. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada 11 Juni 2017 sampai 11 September 2017.

### **3.2 Alat dan Bahan**

#### **1. Alat**

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya :

- a. Neraca
- b. pH meter
- c. Baskom
- d. Kompor
- e. Jurigen 10 liter 12 buah
- f. Balon plastik
- g. Selang Kecil
- h. Pastisin
- i. Bak 20 liter
- j. Ember 10 liter
- k. Timba
- l. Corong
- m. Ceret ukur
- n. Gelas Ukur
- o. Termometer
- p. Karet

## 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

### a. Bahan baku

Bahan baku yang digunakan yaitu serasah daun pisang yang telah di *pretreatment* menggunakan  $H_2SO_4$  dan kotoran sapi.

### b. Bahan pendukung

Bahan pendukung merupakan bahan tambahan yang dipakai dalam proses pembuatan biogas yaitu air.

## 3.3 Langkah Kerja

Dalam proses penelitian ini terdapat beberapa tahapan penelitian yang dilakukan dengan langkah awal perlakuan awal bahan baku untuk mempercepat proses degradasi dengan asam sulfat, tahap berikutnya pembuatan instalasi biogas, kami menggunakan jerigen sebagai digester biogas. Digester dibuat dengan volume 10 liter yang akan di isi campuran kotoran sapi dengan serasah daun pisang seberat 7,5 liter. Berikut adalah beberapa tahap penelitian yang di lakukan :

### 1. Analisa kadar selulosa,hemiselulosa dan lignin

a. Penentuan kadar hemiselulosa : 1-2 gram sampel ditambahkan air 150 ml, dipanaskan pada suhu 100 °C selama 2 jam, difitrasikan dengan kertas saring, membilas dengan larutan  $H_2O$ , mengeringkan bagian padat pada suhu 105 °C, menambahkan beratnya sebagai sampel kering (a). Tahap berikutnya pembutakan sampel kering sebagai (b), menambahkan 150 ml  $H_2SO_4$  1 N, memanaskan larutan pada suhu 100 °C selama 1 jam, memfiltrasi dengan kertas saring, membilas dengan air destilat, mengeringkan bagian padat pada suhu 150 °C, menambahkan beratnya. Penentuan kadar hemiselulosa dengan menggunakan rumus : Kadar Hemiselulosa =  $\frac{a - b}{berat\ awal} \times 100\%$

b. Penentuan kadar selulosa : Pembuatan sampel kering sebagai (c) menambahkan  $H_2SO_4$  70% sebanyak 10 ml pada sampel kering (b), merendam selama 4 jam, menambahkan  $H_2SO_4$  1N sebanyak 150 ml, memanaskan 100 °C selama 2 jam, memfiltrasi dengan kertas saring, membilas dengan air destilat, mengeringkan

sampel dalam oven pada suhu 105 °C. Penentuan kadar selulosa dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Selulosa} = \frac{b - c}{\text{sampel}} \times 100\%$$

- c. Penentuan kadar lignin : Pembuatan sampel kering sebagai (d) menambahkan sampel kering (c), memanaskan pada suhu 600 °C selama 4-6 jam, menimbang beratnya, abu yang selesai ditimbang sebagai (d). Penentuan kadar lignin dengan menggunakan rumus: Kadar Lignin =  $\frac{c - d}{\text{sampel}} \times 100\%$
- 2. Preperlakuan bahan serasah daun pisang
  - a. Penghalusan serasah daun pisang kering.
  - b. Analisa lignin, selulosa, dan hemiselulosa.
  - c. Serah daun pisang yang sudah halus dicampur dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan air dengan variasi konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebesar 0,5M, 0,75M, 1M.
  - d. Dipanaskan dengan suhu 80 °C menggunakan kompor, selama 10 menit.
  - e. Larutan yang telah di pretreatment dianalisa lignin, selulosa, dan hemiselulosa.
  - f. Larutan diukur kadar pH nya dengan pH meter.
  - g. Dilakukan penetralan pH hingga mencapai pH 7 dengan ditambahkan NaOH.
- 3. Pembuatan instalasi biogas sederhana
  - a. Jerigen dicuci hingga bersih untuk meminimalisir kandungan lain dalam jerigen.
  - b. Jerigen dilubangi untuk saluran keluar biogas pada jerigen dengan diameter ± 5 mm.
  - c. Selang dipotong dengan panjang ± 50 cm sebagai media penyalur biogas dari digester menuju penampung gas.
  - d. Selang disambungkan dari tutup jurigen ke plastik penampung gas.
  - e. Sela-sela sambungan, dan lubang-lubang kecil di beri plastisin supaya tidak terjadi kebocoran gas.
  - f. Plastik penampung gas di ikat menggunakan gelang karet.
  - g. Lubang ditutup dan sambungan-sambungan pada instalasi biogas sederhana diperkuat dengan menggunakan plastisin.

4. Pembuatan bahan campuran
  - a. Timbang serasah daun pisang yang telah dipretreatment dan kotoran sapi, guna menentukan volume dalam proses pencampuran serasah daun pisang, kotoran sapi dengan air.
  - b. Timbang serasah daun pisang tanpa pretreatment dan kotoran sapi, guna menentukan volume dalam proses pencampuran serasah daun pisang, kotoran sapi dengan air.
  - c. Dimasukkan ke dalam bak dengan menggunakan corong dan ditambahkan air sehingga diperoleh bahan isian 1 : 1 air.
  - d. Adonan slurry yang telah tercampur rata dengan air dituangkan sebanyak 7,5 L kedalam jerigen ukuran 10 L dengan perbandingan 1:1.
5. Pengukuran volume biogas yang dihasilkan
  - a. Bak disiapkan ukuran 20 L, ember yang berbentuk tabung sempurna ukuran 10 L, gelas ukur 250 ml, plat datar.
  - b. Ember 10 L diisi penuh.
  - c. Bahan campuran pada jerigen dikocok sebanyak 5 kali agar biogas terpancing keluar.
  - d. Selang ditekan dengan tujuan menghindari biogas masuk kembali ke jerigen.
  - e. Plastik yang telah terisi biogas dipadatkan dan dicelupkan ke dalam ember cat berisi air yang berukuran 10 L.
  - f. Plastik diratakan dengan permukaan ember menggunakan plat datar sehingga air tidak tumpah lagi ke bak.
  - g. Air yang tumpah ke bak diukur dengan menggunakan gelas ukur.
  - h. Data yang dihasilkan kemudian dicatat.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Dalam proses penelitian pembuatan biogas diawali dengan pretreatment bahan baku, kemudian terdapat perhitungan bahan baku untuk menghasilkan volume gas secara maksimal. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Prosedur Penelitian

### 3.5 Metode Perlakuan Bahan Baku

Metode yang dilakukan pada penelitian ini yaitu perlakuan bahan dengan proses penghalusan dan *pretreatment* serasah daun pisang. Setelah serasah daun pisang di *pretreatment* dan kotoran sapi tanpa pretreatment, kemudian dilakukan penimbangan sesuai dengan prosedur penelitian yang mengacu pada banyaknya bahan yang digunakan.

#### 1. Parameter Penelitian

Parameter yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Volume biogas yang dihasilkan

Volume biogas yang dihasilkan ditentukan oleh langkah berikut ini :

1. Bak disiapkan ukuran 20 L, ember yang berbentuk tabung sempurna ukuran 10 L, gelas ukur 250 ml, plat datar.
2. Ember 10 L diisi penuh.
3. Bahan campuran pada jerigen dikocok sebanyak 5 kali agar biogas terpancing keluar.
4. Selang ditekan dengan tujuan menghindari biogas masuk kembali ke jerigen.
5. Plastik yang telah terisi biogas dipadatkan dan dicelupkan ke dalam ember cat berisi air yang berukuran 10 L.
6. Plastik diratakan dengan permukaan ember menggunakan plat datar sehingga air tidak tumpah lagi ke bak.
7. Air yang tumpah ke bak diukur dengan menggunakan gelas ukur.
8. Data yang dihasilkan kemudian dicatat.

b. Lama waktu produksi biogas

Lama waktu produksi biogas adalah lamanya waktu yang dibutuhkan bakteri untuk meghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ). Waktu lama produksi gas yaitu diukur dari pertama kali gas yang dihasilkan, setelah itu pengukuran gas dilakukan setiap 3 hari sekali.

c. Laju produksi biogas yang dihasilkan

Laju pertambahan biogas yang dihasilkan dapat diketahui dengan cara sebagai berikut :

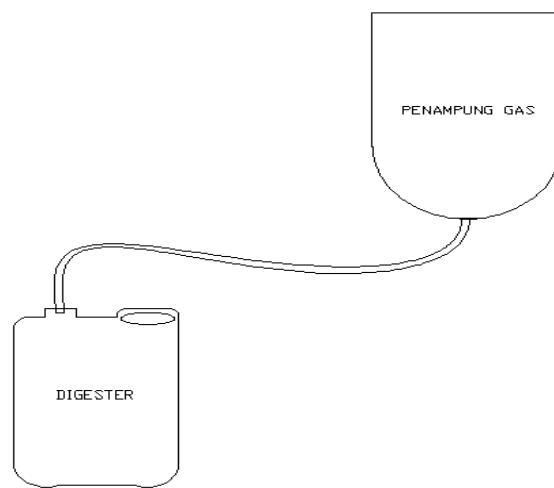
$$\text{Laju produksi gas} = V_2 - V_1 \text{ (ml)}$$

## 2. Metode Analisis Data

Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh pretreatment serasah daun pisang dengan limbah peternakan kotoran sapi terhadap biogas yang dihasilkan. Penelitian dilakukan dengan menggunakan statistik deskriptif. Statistik deskriptif adalah metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data. Pengambilan data dilakukan dengan memasukkan kedalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik.

## 3. Skema Alat Pembuatan Biogas

Dalam pembuatan biogas ini, kami menggunakan jerigen sebagai digester biogas. Digester dibuat dengan volume 10 liter yang akan diisi campuran kotoran sapi dengan serasah daun pisang sebesar 7,5 liter. Sebelum jerigen ini dibuat, cuci terlebih dahulu hingga bersih lalu keringkan. Skema alat pembuatan biogas yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Alat Pembuatan Biogas

Prinsip kerja alat pembuatan biogas adalah serasah daun pisang yang telah di pretreatment dan kotoran sapi dimasukkan ke dalam digester ditunggu selama beberapa hari sampai menghasilkan gas. Gas yang dihasilkan oleh serasah daun pisang dan kotoran sapi tersebut akan tertampung didalam jirigen. Kemudian gas tersebut akan dialirkan ke penampung gas melalui selang yang terpasang dari plastik ke jirigen.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Bahan Baku Biogas

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah serasah daun pisang. Berdasarkan penelitian Harto (1991), daun pisang memiliki kandungan protein relatif tinggi berkisar antara 11,65% sampai 15,65% dan juga mengandung serat kasar berkisar antara 19,29% sampai 24,46%. Peningkatan nilai nutrisi bahan ini, dapat dilakukan dengan proses hidrolisa selulosa secara enzimatik dengan menggunakan mikroorganisme selulolitik. Komposisi Kimia daun pisang disajikan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Komposisi daun pisang

No	Senyawa	Kandungan (g/100g berat kering)
1	Protein Kasar	9,24
2	Lemak	11,36
3	Serat Kasar	11,74
4	BETN	45,15
5	Abu	15,52
6	Ca	0,19
7	F	0,33

Sumber : Liwe dkk., 2014

Serasah daun pisang memiliki kadar air sebesar 68,76 %. Kandungan lignin pada serasah daun pisang cukup tinggi yaitu bekisar 47,75 %. Komposisi hemiselulosa, sellulosa, dan lignin serasah daun pisang disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Analisa Kandungan Hemiselulosa, Sellulosa dan Lignin Serasah Daun Pisang Sebelum Pre-treatment

No	Berat	Berat	Hemiselulosa	Berat	Berat	Selulosa	Lignin
	A (gr)	B (gr)	(%)	C (gr)	D (gr)	(%)	(%)
1	0,876	0,775	10,100	0,532	0,075	24,300	45,700
2	0,875	0,775	10,000	0,570	0,072	20,500	49,800
Rata-rata			10,050			22,400	47,750

Tabel 4.3 Analisa Kandungan Hemiselulosa, Sellulosa dan Lignin Serasah Daun Pisang Sesudah Pre-treatment

No	Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Lignin Pecah dari Kadar Lignin	
		Kandungan Awal	
1	0,5 M	25,45 %	22,3 %
2	0,75 M	25,25 %	22,5 %
3	1 M	22,25 %	25,5 %

Dari tabel analisa lignin setelah pretreatment menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> didapatkan hasil pada konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M dapat memecah lignin sebesar 25,45 % dari kandungan lignin awal. Percobaan selanjutnya menggunakan konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,75 M dapat memecah lignin sebesar 25,25 % dan percobaan menggunakan konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 M dapat memecah lignin sebesar 22,25 %. Hasil tersebut membuktikan bahwa semakin besar konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> akan semakin besar persentasi kandungan lignin yang terpecah, dalam hal ini membuktikan bahwa besar konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mempengaruhi laju reaksi yang kemudian akan berdampak baik pada proses degradasi bahan pada biogas.

## 4.2 Pre-Perlakuan Bahan Baku Sebelum Pembuatan Biogas

Pada tahap pre-perlakuan bahan baku serasah daun pisang dilakukan rancangan percobaan dengan menentukan konsentrasi asam sulfat pada tiap-tiap variasi, untuk mengetahui seberapa banyak volume asam sulfat dan air yang dibutuhkan untuk hidrolisa asam serasah daun pisang. Pada tahap ini variasi konsentrasi molar asam sulfat yang digunakan sebesar 0,5M, 0,75M, 1M, dengan menggunakan Molaritas. Molaritas merupakan besaran yang digunakan untuk menyatakan konsentrasi atau kepekatan suatu larutan, dimana dalam suatu proses hidrolisasi molaritas sangat penting guna mendapatkan seberapa besar konsentrasi larutan yang diinginkan, dengan tingkat kepekatan konsentrasi asam sulfat yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 95% di dapat 17,45 M. Berikut adalah gambar 4.1 proses pretreatment serasah daun pisang, dengan proses penjemuran serasah daun pisang dan gambar 4.2 menunjukkan pengalusan serasah daun pisang dengan cara digerinding menggunakan mesin penghalus untuk tepung, selanjutnya gambar 4.3 menunjukkan pengolahan bahan dengan mencampurkan larutan asam sulfat dan air lalu di panaskan dengan suhu 80 °C, dilanjutkan dengan gambar 4.4 yang menunjukkan penetralan ph dan pemisahan air dari bahan.



Gambar 4.1 Proses Penjemuran Bahan



Gambar 4.2 Proses Penghalusan Bahan



Gambar 4.3 Proses Pengolahan Bahan dan Pemanasan Bahan



Gambar 4.4 Proses Penetralan Ph dan Pemisahan Bahan dan Air

### 4.3 Proses Pembuatan Biogas

Pada tahapan pembuatan biogas hal yang paling perlu dilakukan pertama kali adalah perancangan digester untuk menampung adonan campuran bahan slury supaya mendapatkan hasil biogas yang baik. Peneltian ini menggunakan jirigen 10 liter. Pada tahap ini jurigen di bersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan air panas untuk menghilangkan bakteri-bakteri yang ada di dalam jurigen agar bakteri tersebut mati dan tidak mengganggu proses fermentasi pada pembuatan biogas. Kemudian jurigen tersebut dilubangi dengan diameter 5mm dan untuk selang penyalur gas dari digester ke balon penampung gas sepanjang 100 cm. Bahan penampung gas yang digunakan adalah balon plastik dengan ukuran per plastik 18 liter, dalam penelitian ini digunakan jirigen sebanyak 12 buah dengan desain yang sama karena dalam penelitian ini menggunakan 4 perlakuan dengan 3 kali pengulangan dari masing-masing variasi konsentrasi  $H_2SO_4$  menggunakan C/N rasio 30 dan 3 digester pertama sebagai kontrol tanpa pretreatment, kemudian 3 digester kedua menggunakan konsentrasi  $H_2SO_4$  sebesar 0,5M, selanjutnya 3 digester ketiga menggunakan konsentrasi  $H_2SO_4$  sebesar 0,75M, dan 3 digester keempat menggunakan konsentrasi  $H_2SO_4$  sebesar 1M. Berikut adalah gambar 4.1 menunjukan proses pemasangan karet penutup lubang pada jirigen.



Gambar 4.5 Proses Perancangan Biogas

Setelah proses pretreatment selesai, selanjutnya pembuatan adonan slury, dimana sebelum bahan baku dimasukan ke digester bahan baku tersebut disiapkan terlebih dahulu yaitu dengan menimbang serasah daun pisang yang selesai di treatment sebanyak 6,6 kg, kotoran sapi 5,1 kg dan air 11,25 liter air dari campuran tersebut untuk mengisi 3 jirigen dalam 1 perlakuan, lalu untuk masing-masing tiap perlakuan campuran sama seperti campuran tersebut. Setelah melakukan penimbangan bahan untuk masing-masing perlakuan masukan bahan-bahan tiap satu per satu perlakuan ke dalam bak dan aduk hingga tercampur rata. Setelah semua bahan dari masing-masing perlakuan selesai dicampur atau disebut dengan slury, masukan bahan pada jirigen dan tutup dengan penutup jirigen tersebut kemudian beri plastisin pada rongga-rongga antara tutup dan jirigen, supaya gas yang ada di dalam jirigen tidak keluar dari lubang-lubang kecil tersebut. Untuk mendapatkan penelitian yang homogen lakukan pencampuran bahan dengan cara yang sama dan lakukan dengan serentak. Berikut adalah gambar 4.6 menunjukkan proses persiapan bahan dan gambar 4.7 menunjukkan campuran bahan baku yang digunakan untuk pembuatan biogas.



Gambar 4.6 Proses Persiapan Bahan



Gambar 4.7 Proses Pencampuran Bahan Baku Biogas

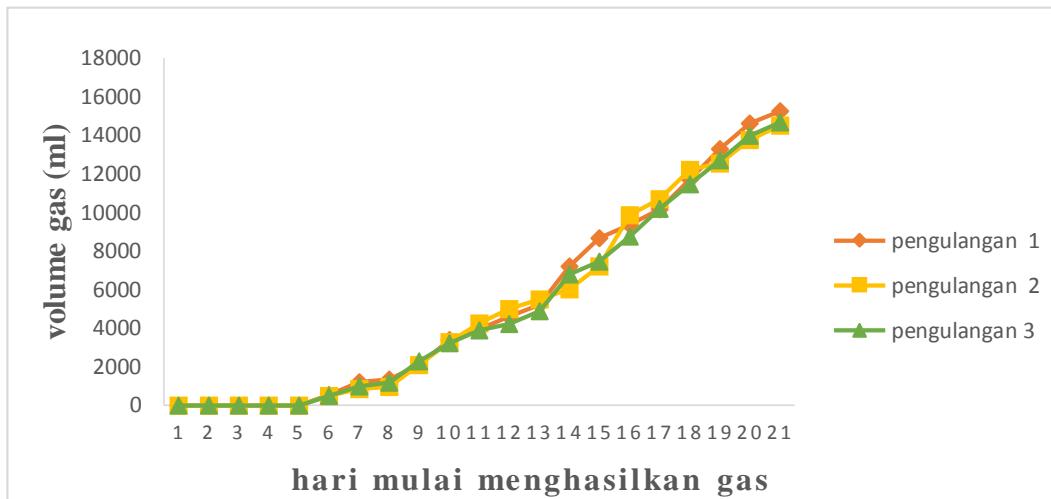
#### 4.4 Pengaruh Konsentrasi Bahan Baku Isian

Pada tahap penentuan konsentrasi campuran antara sampah organik dengan kotoran sapi bertujuan agar mikroorganisme perombak alami yang terdapat pada kotoran sapi dapat mendegradasi polimer selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang terkandung dalam sampah organik. Kemampuan mikroorganisme perombak untuk menghasilkan biogas dipengaruhi oleh penambahan kotoran sapi (Harahap, 2007). Penambahan kotoran sapi pada masing-masing perlakuan bertujuan untuk mengoptimalkan rasio C/N sebesar 30/1, selain itu kotoran sapi merupakan bioaktivator alami yang mengandung mikroorganisme perombak lignoselulosa (Soetopo dan Endang, 2008). Pada penelitian ini, optimasi proses degradasi anaerob dipercepat secara biologi. Bioaktivator alami diperoleh dari kotoran sapi.

#### 4.5 Pengaruh Konsentrasi $H_2SO_4$

Katalis proses hidrolisis yang digunakan pada penelitian ini adalah katalis asam yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Untuk hidrolisis bahan yang mengandung selulosa diperlukan asam sulfat dengan konsentrasi tinggi karena ikatan-ikatan molekul selulosa sulit terurai. Larutan asam sulfat dengan variasi konsentrasi 0,5 M, 0,75 M, 1 M ditambahkan serasah daun pisang sebanyak 1.440 gram kemudian dipanaskan

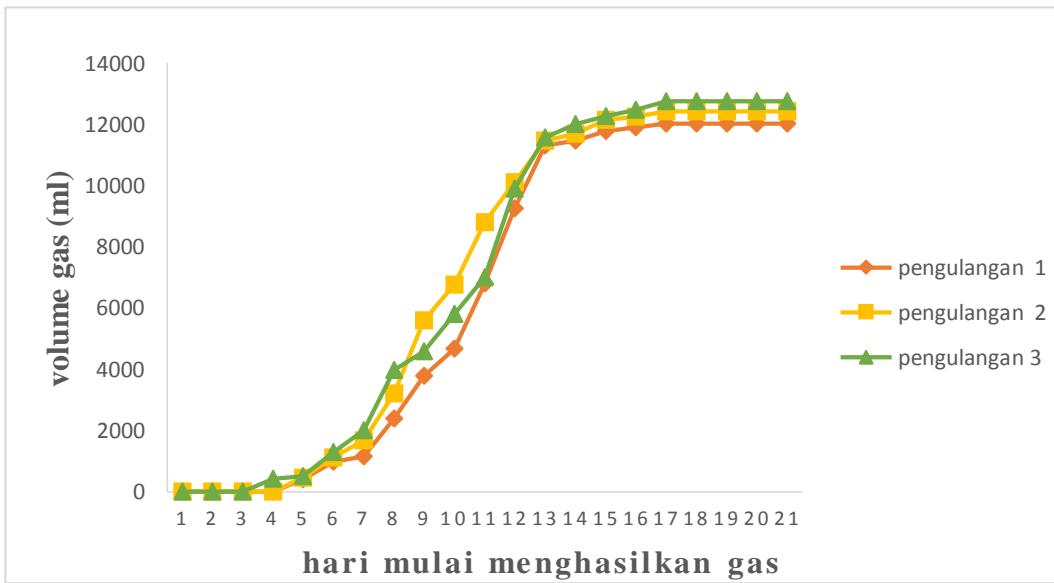
menggunakan kompor, karena dalam pretreatment pembutan biogas volume dari bahan besar jadi disini menggunakan kompor dengan suhu 80°C dengan selama 10 menit. Konsentrasi asam yang tinggi akan menyebabkan kandungan selulosa dan hemiselulosa lebih mudah terdegradasi menjadi glukosa dan senyawa gula lainnya, sehingga semakin tinggi konsentrasi asam yang digunakan akan semakin tinggi gula yang dapat terdegradasi. Proses hidrolisa bertujuan memecahkan ikatan dan menghilangkan kandungan lignin dan hemiselulosa serta merusak struktur kristal selulosa menjadi gula sederhana (Sun dan Cheng, 2002). Sun dan Cheng (2002) melakukan proses pretreatment dan hidrolisa terhadap bahan baku bagasse berukuran 80 mesh dalam penelitiannya. Ukuran bahan baku akan mempengaruhi porositas sehingga dapat memaksimalkan kontak antara bahan dengan asam untuk meningkatkan hidrolisis hemiselulosa (Sun dan Cheng, 2002). Berikut grafik hasil volume biogas setiap perlakuan dengan tiga kali pengulangan



Gambar Grafik 4.8 volume biogas kontrol

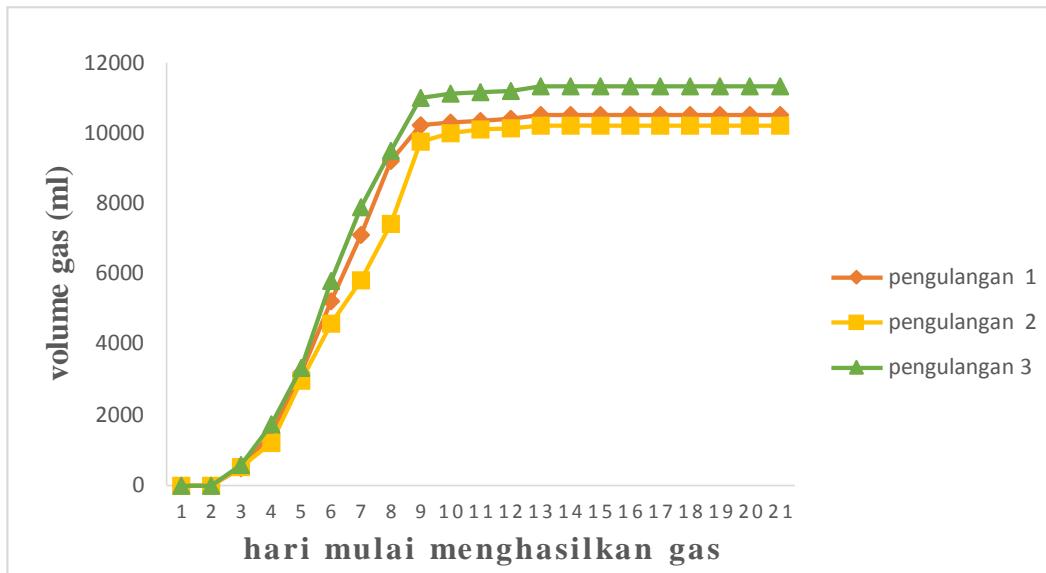
Berdasarkan gambar grafik 4.8 menunjukkan bahwa perlakuan biogas dengan C/N rasio 30 antara campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang tanpa pretreatment (kontrol) menunjukkan bahwa perlakuan dengan tiga kali pengulangan sama menghasilkan biogas pada hari ke 6. Akan tetapi volume biogas yang dihasilkan berbeda. Pada pengulangan pertama menghasilkan volume biogas 540 ml,

pengulangan ke dua menghasilkan volume biogas 480 ml, dan pengulangan ke tiga menghasilkan volume biogas 497 ml. Pada ketiga pengulangan tersebut mengalami peningkatan terus menerus sampai hari ke 21.



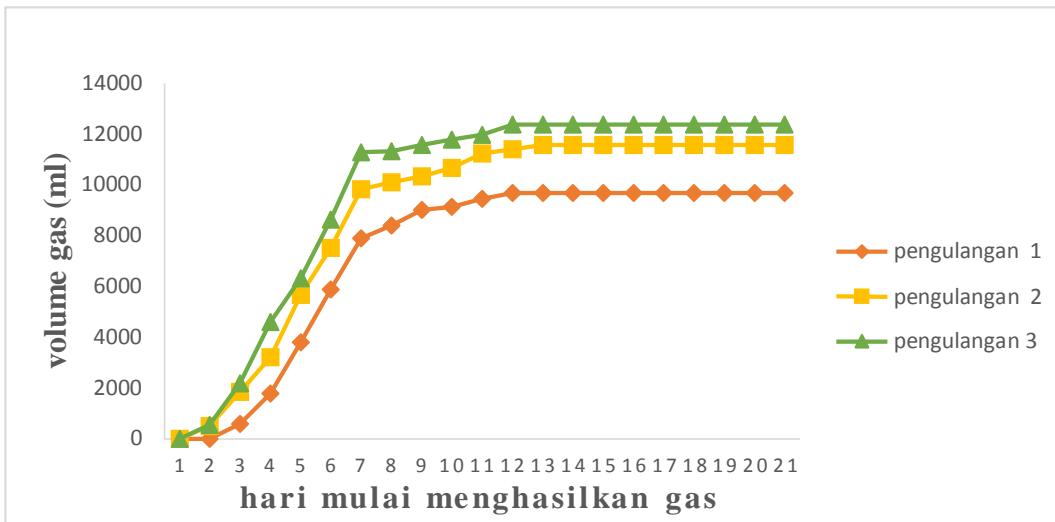
Gambar Grafik 4.9 volume biogas konsentrasi asam sulfat 0,5 M

Berdasarkan gambar grafik 4.9 menunjukkan bahwa perlakuan biogas dengan C/N rasio 30 antara campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang dengan pretreatment menggunakan asam sulfat 0,5 M menunjukkan bahwa pengulangan satu dan dua menghasilkan biogas pada hari ke 5 dan pengulangan ke tiga menghasilkan biogas pada hari ke 4, hal ini dikarenakan pengaruh penyampuran bahan yang kurang merata. Volume biogas yang dihasilkan berbeda. Pada pengulangan pertama menghasilkan volume biogas 410 ml, pengulangan ke dua menghasilkan volume biogas 457 ml, dan pengulangan ke tiga menghasilkan volume biogas 419 ml. Pada ketiga pengulangan tersebut mengalami peningkatan terus menerus sampai hari ke 17.



Gambar Grafik 4.10 volume biogas konsentrasi asam sulfat 0,75 M

Berdasarkan gambar grafik 4.10 menunjukkan bahwa perlakuan biogas dengan C/N rasio 30 antara campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang dengan pretreatment menggunakan asam sulfat 0,75 M menunjukkan bahwa ketiga pengulangan menghasilkan biogas pada hari ke 3. Akan tetapi volume biogas yang dihasilkan berbeda. Pada pengulangan pertama menghasilkan volume biogas 490 ml, pengulangan ke dua menghasilkan volume biogas 529 ml, dan pengulangan ke tiga menghasilkan volume biogas 580 ml. Pada ketiga pengulangan tersebut mengalami peningkatan terus menerus sampai hari ke 13.



Gambar Grafik 4.11 volume biogas konsentrasi asam sulfat 1 M

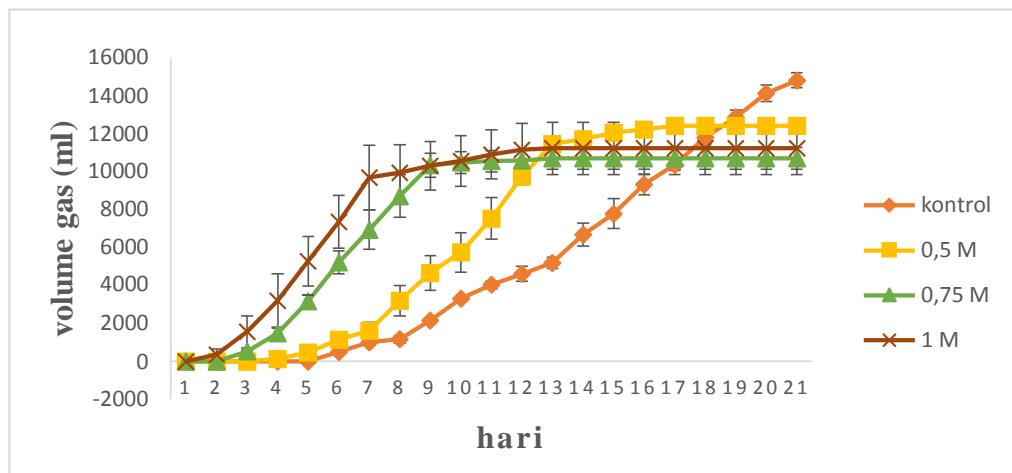
Berdasarkan gambar grafik 4.11 menunjukkan bahwa perlakuan biogas dengan C/N rasio 30 antara campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang dengan pretreatment menggunakan asam sulfat 1 M menunjukkan bahwa pengulangan pertama menghasilkan biogas pada hari ke 3, dan pengulangan kedua dan ketiga menghasilkan biogas pada hari ke 2, hal ini disebabkan karena pencampuran bahan yang kurang merata pada saat proses pengadukan . Volume biogas yang dihasilkan berbeda. Pada pengulangan pertama menghasilkan volume biogas 598 ml, pengulangan ke dua menghasilkan volume biogas 514 ml, dan pengulangan ke tiga menghasilkan volume biogas 548 ml. Pada ketiga pengulangan tersebut mengalami peningkatan terus menerus sampai hari ke 13. Rata-rata hasil produksi biogas dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.4 Rata-Rata Volume Biogas

Rata - Rata hasil Produksi Biogas				
No	Kontrol	0,5 M	0,75 M	1 M
1	0	0	0	0
2	0	0	0	354
3	0	0	533	1551
4	0	140	1472	3200
5	0	460	3174	5264
6	506	1133	5210	7352
7	1013	1611	6939	9674
8	1161	3190	8710	9944
9	2157	4657	10330	10306
10	3304	5743	10473	10542
11	4028	7530	10540	10890
12	4605	9743	10583	11154
13	5193	11440	10688	11213
14	6668	11710	10688	11213
15	7777	12051	10688	11213
16	9324	12200	10688	11213
17	10348	12392	10688	11213
18	11788	12392	10688	11213
19	12844	12392	10688	11213
20	14116	12392	10688	11213
21	14801	12392	10688	11213

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukan bahwa rata-rata produksi biogas yang dihasilkan pada penelitian ini dengan variasi konsentrasi asam sulfat dari bahan serasah daun pisang dan kotoran sapi selama 21 hari adalah berdasarkan konsentrasi  $H_2SO_4$  0,5 M adalah 5.535 ml,  $H_2SO_4$  0,75 M adalah 6.092 ml,  $H_2SO_4$  1 M adalah 9.618 ml sedangkan rata-rata untuk serasah daun pisang tanpa pretreatment (kontrol) adalah 3.805 ml. Hal ini terjadi karena dalam serasah daun pisang mengandung kadar serat dan selulosa yang tinggi yaitu 22,4 %.

Menurut (Monavari, 2011) Preperlakuan menggunakan larutan asam lebih efektif dan ekonomis dibandingkan jenis larutan lain. Tahap preperlakuan dengan kimiawi ini sering disebut juga dengan istilah hidrolisis. Pada tabel 4.3 diatas terlihat bahwa konsentrasi  $H_2SO_4$  akan mempercepat laju produksi gas dan menambah volume gas. Hal ini sesuai dengan teori dan hasil percobaan yang dilakukan Saha dkk, 2005 dengan menggunakan bahan baku batang padi, dimana semakin besar konsentrasi asam sulfat maka proses pelarutan batang padi semakin cepat. Semakin banyak ion  $H^+$  juga akan mempermudah kemungkinan terbentuknya asam konjugat (II) sehingga pemecahan ikatan semakin cepat. Berikut adalah gambar grafik 4.12 menunjukan volume biogas yang dihasilkan selama 21 hari.



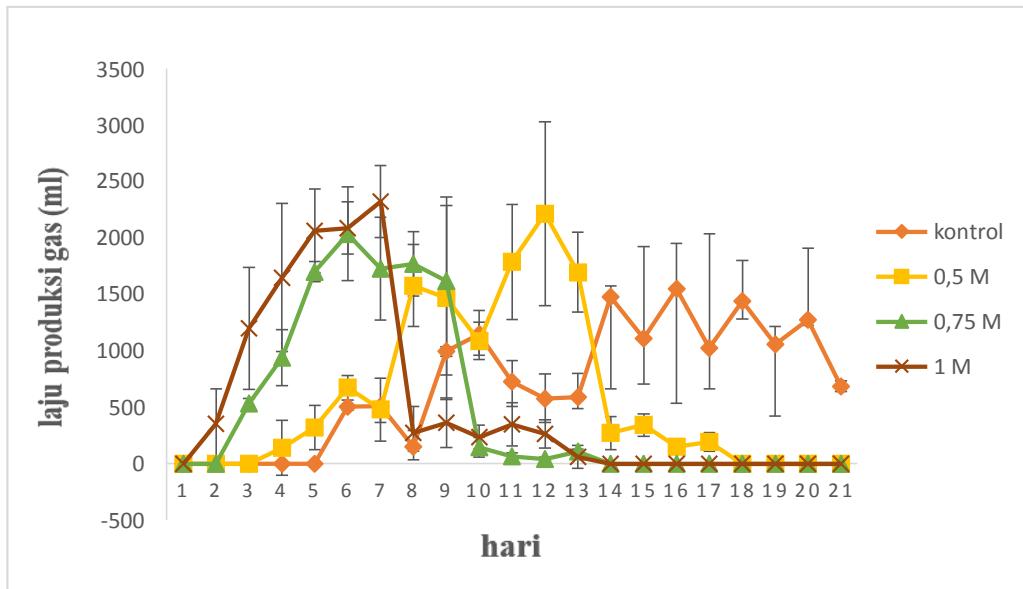
Gambar Grafik 4.12 rata-rata volume biogas

Berdasarkan gambar grafik 4.12 menunjukan bahwa pada hari pertama proses fermentasi (24 jam) belum terlihat adanya biogas yang terbentuk dari ketiga

perlakuan tersebut. Campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang dengan konsentrasi hidrolisa asam sebesar 0,5 M menghasilkan gas dalam 4 x 24 jam dengan rata-rata sebesar 150 ml dan mencapai titik puncak pada hari ke-17 yaitu sebesar 12.392 ml, konsentrasi asam sulfat sebesar 0,75 M menghasilkan gas pada 3 x 24 jam sebesar 533 ml dan mencapai titik puncak pada hari ke-13 yaitu sebesar 10.688 ml, konsentrasi asam sulfat sebesar 1 M menghasilkan gas pada 2 x 24 jam sebesar 354 ml dan mencapai titik puncak pada hari ke-13 yaitu sebesar 11.213 ml. Sedangkan hari-hari selanjutnya produksi biogas konstan tidak demikian dengan volume biogas komposisi kotoran sapi dan serasah daun pisang tanpa perlakuan awal, biogas tanpa perlakuan awal lebih lama menghasilkan gas hingga mencapai hari ke-6 baru menghasilkan biogas namun proses fermentasi terjadi sampai 21 hari. Hal ini dikarenakan pada proses fermentasi biogas sebagai kontrol tidak dilakukan perlakuan awal terlebih dahulu sehingga proses menghasilkan gasnya terjadi lebih lambat karena penguraian selulosa terhambat dengan adanya kandungan lignin yang tinggi dari kedua bahan tersebut yaitu kotoran sapi 20,2 % dan serasah daun pisang sebesar 47,75 %, sedangkan bahan dengan perlakuan awal dengan variasi konsentrasi 0,5 M, 0,75 M dan 1 M terdegradasi lebih cepat karena pemecahan struktur lignin dilakukan perlakuan awal terlebih dahulu dengan asam sulfat sehingga selulosa terurai lebih cepat.

#### 4.6 Laju Produksi Gas

Laju produksi biogas diperoleh dengan cara membagi jumlah produksi gas tiap satuan waktu. Berikut gambar grafik 4.13 menunjukkan laju produksi biogas yang dihasilkan dari proses fermentasi biogas selama 21 hari.



Gambar Grafik 4.13 Laju Produksi Biogas

Berdasarkan grafik 4.13 menunjukkan hari pertama belum terjadi pembentukan biogas. Biogas campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang yang telah di treatment pada hari keenam untuk konsentrasi 1 M mengalami peningkatan yang maksimal dan hari-hari selanjutnya mengalami penurunan hingga tidak ada lagi produksi biogas. Hal ini terjadi dikarenakan kurangnya nutrisi, karbohidrat, selulosa dan sumber energi bagi bakteri fermentasi lainnya yang berdampak pada penurunan produksi biogas sehingga menyebabkan semakin hari semakin menurun produktifitas biogas.

Laju produksi biogas dipengaruhi oleh suhu lingkungan. Suhu lingkungan sangat berpengaruh pada pertumbuhan mikroorganisme dan kecepatan reaksi dalam pembentukan biogas. Suhu selama proses fermentasi sangat penting, hal ini karena berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri pemroses biogas.

Pengukuran dilakukan satu hari 3 kali pengukuran yaitu pada pukul 07:00, 13:00 dan 19:00 WIB. Suhu lingkungan rata-rata selama 21 hari pada pukul 07:00 adalah 25°C-28°C, pukul 13:00 adalah 28°C-31°C dan pukul 19:00 adalah 28°C-31°C. Dapat disimpulkan, suhu lingkungan mempengaruhi proses fermentasi dikarenakan rata-rata suhu saat proses fermentasi adalah 27°C-31°C dan selama proses fermentasi terjadi pergantian suhu secara ekstrim sehingga menyebabkan gangguan pada proses fermentasi sehingga mengalami penurunan laju produksi secara drastis.

Triyatno (2011) menyatakan bahwa meningkatnya suhu pada proses fermentasi tidak selalu diikuti dengan meningkatnya tekanan gas didalam digester, akan tetapi tekanan biogas akan mengalami penurunan pada temperatur tertentu hal ini dikarenakan bakteri pembentuk metana tidak dapat bertahan hidup pada temperatur panas lebih dari 40 °C atau pada tempat yang dingin kurang dari 20 °C. Temperatur yang baik untuk pertumbuhan bakteri metana adalah berkisar 25 °C – 30 °C sehingga dari data suhu diatas, produksi metana terbaik dilakukan oleh bakteri methanogenik pada sore sampai pagi hari. Sedangkan pada siang hari bakteri methanogenik memproduksi metana cenderung lebih sedikit (tidak maksimal) dari pada berproduksi sore hingga pagi hari yang lebih menghasilkan metana lebih banyak.

#### 4.7 Uji Nyala Api

Uji nyala api adalah pengujian gas yang dilakukan untuk mengetahui kandungan gas yang dihasilkan dari proses pembuatan biogas. Berikut gambar 4.14 menunjukkan proses pembakaran hasil biogas.



Gambar 4.14 Warna Nyala Api

Proses pembakaran biogas yang ditampung pada balon plastik dimulai dengan mencopot selang yang menghubungkan antara jirigen dengan balon yang berisi gas. Balon yang berisi gas tadi kemudian ditekan lalu dicoblos menggunakan paku agar biogas keluar dan bisa dibakar seperti yang terjadi pada Gambar 4.6. Berdasarkan nyala api pada produksi gas yang dihasilkan warna apinya berwarna biru, karena di dalam gas tersebut telah terbentuk gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan warna nyala api pada semua perlakuan berwarna biru karena komposisi bahan yang digunakan sama, hanya saja perlakuan awal dari konsentrasi larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang berbeda.

## **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan hasil analisa dan data hasil biogas dapat disimpulkan bahwa:

1. Biogas yang dihasilkan dari berbagai konsentrasi campuran kotoran sapi dan serasah daun pisang dengan volume gas yang paling banyak adalah pada kontrol yaitu sebesar 14.801 ml, namun pada konsentrasi asam sulfat 1 M paling cepat menghasilkan gas yaitu pada hari ke dua sudah menghasilkan gas, dengan begitu semakin besar konsentrasi asam sulfat makan semakin cepat pertumbuhan gasnya.
2. Laju produksi biogas dengan perlakuan awal menggunakan larutan asam sulfat mengalami kenaikan pada hari ketiga, dan kenaikan yang paling menonjol terjadi pada konsentrasi bahan larutan pretreatment 1 M. Sedangkan kontrol pada hari pertama tidak terjadi pertumbuhan gas, gas mulai muncul pada hari keenam.

### **5.2 Saran**

Saran yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan data spesifik hasil volume gas pada produksi biogas disarankan menggunakan alat ukur digital.
2. Dalam penelitian pembuatan biogas harusnya pengecekan dilakukan dengan teliti pada digester dan setiap balon penampung gas.
3. Dalam penelitian pembuatan biogas seharusnya menggunakan balon penampung gas yang kuat atau tebal agar terhindar dari kebocoran dan gigitan-gigitan hewan seperti semut.
4. Saat pembuatan adonan slurry maupun proses pretreatment pH lebih baik diukur dengan Ph meter yang tingkat akurasinya tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Jaka, Gawa Reza M, 2013, *Natrium Hidroksida (NaOH) Sebagai Hidrolisa Basa Dalam Pre-Treatment Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Enceng Gondok (Eichornia Crassipes)*, Surabaya: Institut Teknologi sepuluh November.
- Astuti, Dewi, dan Andang Arif, 2012, *Pengaruh Preatreatment Jerami Pada Biogas Dari Jerami Padi Dan Sampah Sayur Sawi Hijau Secara Batch*, Jakarta Selatan: Jurusan Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi.
- Budiyono, Gita K, dan Ika R, 2013, *Pengaruh ph dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Ninasse)*, Semarang: Jurusan Teknik kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Dian, Metri Insani, 2002, *Degradasi Anaerob Sampah Organik dengan Bioaktivator Effective Microorganism-5 (EM-5) Untuk Manghasilkan Biogas*, Malang: Pendidikan Biologi-Pascasarjana Universitas Negeri Malang.
- Hairiah, Kurniatun, Didik S, Widianto, 2004, *Alih Guna Lahan Hutan Menjadi Lahan Agroforestri Berbasis Kopi: Ketebalan Serasah, Populasi Cacing Tanah, Dan Microporositas Tanah*, Malang: Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Irawan, Dwi, dan Teguh S, 2015, *Pengaruh Perbedaan Stater Terhadap Produksi Biogas Dengan Bahan Baku Eceng Gondok*, Lampung: Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
- Lamid, Mirni, Anggun F, Dan Ngakan M, 2013, *Inokulasi Bakteri Selulotik Actillus sp. Asal Rumen Pada Daun Jati Menurunkan Serat Kasar Dan Meningkatkan Protein Kasar*, Surabaya: Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
- Mardiana, Primata, Ajang G, dan M. Imam, 2012, *Penentuan Koefisien Transfer Massa Ekstraksi Kalium Dari Abu Batang Pisang*, Banjarmasin: Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
- Nurul, Khanifa, dan Lusiawati D, 2017, *Deteksi Cemaran Bakteria Koliform Dan Salmonella sp. Pada Tempe Yang Dikemas Daun Pisang Di Daerah Salatiga*, Salatiga: Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana.
- Prima, Citra Putri, 2016, *Pemanfaatan Campuran Kulit Pisang Kepok Putih Dan Daun Pisangkering Dalam Pembuatan Kompos Di Sentra Insudtri Keripik*

*Pisang Bandar Lampung, Bandar Lampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.*

Renilaili, 2016, *Enceng Gondok Sebagai Biogas Yang Ramah Lingkungan*, Palembang: Universitas Bina Darma.

Rohmawati, Lydia, dan Woro S, 2014, *Studi Kekuatan Mekanik Komposit Serat Alam/Resin Epoxy*, Surabaya: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Surabaya.

*Wahyuni, Sri, 2015, Panduan Praktis Biogas, Jakarta Selatan: Penebar Swadaya.*

*Wayan, Ni Yuningrat, 2014, Studi Potensi Biogas Dari Sampah Daun Pisang Melalui Penguraian Secara Anaerobik*, Singaraja: Jurusan Analisis Kimia Fakultas MIPA Universitas pendidikan Ganesha.

*Widya, Rika S, Dan Anny M, 2016, Biogas Dari Limbah Ternak*, Bandung: Penerbit Nuansa.

*Windyasmara, Ludfia, 2015, Pengaruh Jenis Kotoran Ternak Sebagai Substrat Dan Penambahan Serasah Daun Jati (Toctona Grandis) Terhadap Produksi Total VFA Pada Proses Fermentasi Biogas*, Suloharjo: Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Universitas Veteran Bangun Nusantara.

*Yulipiyatno, H, 2009, Laju Dekomposisi Pengomposan Sampah Daun Dalam Sistem Tertutup*, Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

### Lampiran 1. Kadar Air Serasah Daun Pisang

Perhitungan kadar air 3 kali pengulangan menggunakan rumus

$$\text{Kadar Air} = \frac{M_a - M_k}{M_a} \times 100\%$$

Tabel Kadar Air Serasah Daun Pisang

No	Berat Awal (gr)	Berat Kering (gr)	Kadar air (%)
1	100	31,04	68,96
2	105	32,85	68,72
3	110	34,52	68,61
Rata-rata			68,76

Perhitungan Kadar Air

a. Percobaan 1

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{M_a - M_k}{M_a} \times 100\% \\ &= \frac{200 - 62,08}{200} \times 100\% \\ &= 68,96 \%\end{aligned}$$

b. Percobaan 2

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{M_a - M_k}{M_a} \times 100\% \\ &= \frac{105 - 32,85}{105} \times 100\% \\ &= 68,72 \%\end{aligned}$$

c. Percobaan 3

$$\begin{aligned}\text{Kadar air} &= \frac{M_a - M_k}{M_a} \times 100\% \\ &= \frac{110 - 34,52}{110} \times 100\% \\ &= 68,61 \%\end{aligned}$$

## Lampiran 2. Massa Jenis Serasah Daun Pisang

Perhitungan massa jenis serasah daun pisang dilakukan 3 kali pengulangan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{M \text{ a } a \text{ Ba } h a \text{ (g)}}{V \text{ u } e \text{ Ba } h a \text{ ( )}}$$

Tabel Massa Jenis Serasah Daun Pisang

No	Massa Bahan (gr)	Volume Bahan (gr)	$\rho$ (gr/ml)
1	13,92	90	0,154
2	13,74	90	0,152
3	14,43	90	0,160
Rata-rata			0,155

### Perhitungan Kadar Air

#### a. Percobaan 1

$$\rho = \frac{M \text{ a } a \text{ Ba } h a \text{ (g)}}{V \text{ u } e \text{ Ba } h a \text{ ( )}}$$

$$= \frac{13,92}{90}$$

$$= 0,154 \text{ gr/ml}$$

#### b. Percobaan 2

$$\rho = \frac{M \text{ a } a \text{ Ba } h a \text{ (g)}}{V \text{ u } e \text{ Ba } h a \text{ ( )}}$$

$$= \frac{13,74}{90}$$

$$= 0,152 \text{ gr/ml}$$

#### c. Percobaan 3

$$\rho = \frac{M \text{ a } a \text{ Ba } h a \text{ (g)}}{V \text{ u } e \text{ Ba } h a \text{ ( )}}$$

$$= \frac{14,43}{90}$$

$$= 0,160 \text{ gr/ml}$$

### Lampiran 3. Perhitungan C/N Rasio

Perhitungan untuk menghasilkan kandungan C/N rasio bahan campuran dapat dirumuskan sebagai berikut :

Campuran nilai C = Kandungan C/N bahan x Kandungan N bahan x massa bahan

Campuran nilai N = Massa bahan x Kandungan % N bahan

$$\text{—————} = 30 \text{ (Sesuai C/N Rasio yang diinginkan)}$$

Perhitungan C/N rasio 30

Bahan Masukan	Berat (Kg)	Kandungan C (Kg)	Kandungan N (Kg)
Kotoran Sapi	1.7	$18 \times 0.028 = 0.520$	$1,7\% \times 1.7 = 0,0289$

Serasah Pisang	x	$50 \times 0.0078x = 0.39x$	$0,78\% \times x = 0.0078x$
Jumlah		$(0.520 + 0.39x)$	$(0.0289 + 0.0078x)$

Disubtitusikan sebagai berikut :  $\frac{0,520+0,39x}{0,0289+0,0078x} = 30$

$$0,867+0,234 x = 0,520+0,39 x$$

$$0,867-0,520 = 0,39 x - 0,234 x$$

$$0,347 = 0,156 x$$

$$X = 2,22 \text{ kg}$$

## Lampiran 5. Volume Biogas Yang Dihasilkan

Tabel Produksi Volume Biogas Yang Dihasilkan

Hari	Tanggal	Volume Biogas Yang Dihasilkan											
		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3
1	18/08/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	19/08/2017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	514	548
3	20/08/2017	0	0	0	0	0	0	490	529	580	598	1856	2200
4	21/08/2017	0	0	0	0	0	419	1478	1200	1739	1790	3210	4600
5	22/08/2017	0	0	0	410	457	513	3210	2972	3340	3800	5670	6321
6	23/08/2017	540	480	497	980	1120	1300	5230	4600	5800	5890	7526	8641
7	24/08/2017	1200	850	990	1150	1670	2014	7110	5817	7890	7900	9832	11290
8	25/08/2017	1345	960	1178	2390	3200	3980	9210	7421	9500	8400	10112	11321
9	26/08/2017	2100	2081	2291	3780	5600	4590	10230	9760	11000	9016	10332	11571
10	27/08/2017	3400	3282	3230	4678	6750	5800	10300	10000	11120	9150	10679	11798
11	28/08/2017	3957	4251	3876	6800	8790	7000	10350	10100	11170	9460	11235	11976
12	29/08/2017	4600	5000	4215	9240	10100	9890	10410	10139	11200	9681	11401	12380
13	30/08/2017	5210	5478	4890	11300	11450	11570	10517	10219	11329	9681	11578	12380
14	31/08/2017	7200	6015	6789	11450	11680	12000	10517	10219	11329	9681	11578	12380
15	01/09/2017	8671	7200	7460	11769	12130	12255	10517	10219	11329	9681	11578	12380
16	02/09/2017	9351	9861	8760	11890	12245	12467	10517	10219	11329	9681	11578	12380
17	03/09/2017	10167	10678	10200	12015	12413	12750	10517	10219	11329	9681	11578	12380
18	04/09/2017	11708	12200	11456	12015	12413	12750	10517	10219	11329	9681	11578	12380
19	05/09/2017	13289	12550	12692	12015	12413	12750	10517	10219	11329	9681	11578	12380
20	06/09/2017	14600	13768	13980	12015	12413	12750	10517	10219	11329	9681	11578	12380
21	07/09/2017	15245	14500	14657	12015	12413	12750	10517	10219	11329	9681	11578	12380

## Lampiran 6. Laju Produksi Gas

## Tabel Hasil Perhitungan Laju Produksi Gas

### Lampiran 7. Standart Deviasi Volume Biogas

Tabel Standart Deviasi Volume Biogas

No	Hasil Rata-rata Volume Biogas							
	Kontrol		0,5 M		0,75 M		1 M	
	Volume	STDEV	Volume	STDEV	Volume	STDEV	Volume	STDEV
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	354	307,044
3	0	0	0	0	533	45,133	1551	843,337
4	0	0	140	241,909	1472	269,544	3200	1405,027
5	0	0	460	51,5654	3174	186,622	5264	1308,698
6	506	30,924	1133	160,416	5210	600,249	7352	1383,698
7	1013	176,162	1611	434,977	6939	1047,026	9674	1700,514
8	1161	193,062	3190	795,047	8710	1125,971	9944	1467,7
9	2157	116,147	4657	911,829	10330	626,019	10306	1277,693
10	3304	87,109	5743	1037,18	10473	579,770	10542	1329,28
11	4028	197,324	7530	1095,76	10540	559,732	10890	1292,927
12	4605	392,523	9743	448,367	10583	551,250	11154	1366,348
13	5193	294,382	11440	135,277	10688	574,492	11213	1386,026
14	6668	601,695	11710	276,224	10688	574,492	11213	1386,026
15	7777	785,064	12051	252,369	10688	574,492	11213	1386,026
16	9324	550,996	12200	291,043	10688	574,492	11213	1386,026
17	10348	285,976	12392	367,921	10688	574,492	11213	1386,026
18	11788	378,396	12392	367,921	10688	574,492	11213	1386,026
19	12844	392,150	12392	367,921	10688	574,492	11213	1386,026
20	14116	432,351	12392	367,921	10688	574,492	11213	1386,026
21	14801	392,729	12392	367,921	10688	574,492	11213	1386,026

**Lampiran 8. Standart Deviasi Laju Produksi Biogas**

**Tabel Strandart Deviasi Laju Produksi Biogas**

No	Hasil Rata-rata Laju Produksi Biogas							
	Kontrol		0,5 M		0,75 M		1 M	
	Laju	STDEV	Laju	STDEV	Laju	STDEV	Laju	STDEV
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	354	307,044
3	0	0	0	0	533	45,133	1197,33	541,687
4	0	0	139,667	241,909	939,333	247,613	1648,67	655,696
5	0	0	320,333	197,414	1701,67	89,444	2063,67	372,411
6	505,667	30,924	673,333	108,868	2036	416,230	2088,67	232,002
7	507,667	145,555	478	279,055	1729	455,667	2321,67	319,788
8	147,667	39,068	1578,67	365,438	1771,33	284,649	270,333	234,649
9	996,333	209,039	1466,67	897,459	1619,67	667,592	362	220,481
10	1146,67	186,532	1086	165,553	143,333	87,369	236	106,784
11	724	216,792	1787,33	510,295	66,6667	28,867	348	191,843
12	577	212,819	2213,33	814,022	43	15,394	263,667	124,604
13	587,667	100,380	1696,67	355,293	105,333	24,542	0	102,191
14	1475,33	813,893	270	144,222	0	0	0	0
15	1109	405,378	341,333	99,399	0	0	0	0
16	1547	1013,335	149,333	54,353	0	0	0	0
17	1024,33	359,978	192	81,688	0	0	0	0
18	1439,67	159,343	0	0	0	0	0	0
19	1055,67	635,004	0	0	0	0	0	0
20	1272,33	48,438	0	0	0	0	0	0
21	684,667	44,003	0	0	0	0	0	0

### Lampiran 9. Suhu Lingkungan

Tabel Suhu Lingkungan

Hari Ke	Tanggal	Suhu Lingkungan (°C)		
		07.00	13.00	19.00
1	18/08/2017	27	30	29
2	19/08/2017	28	29	29
3	20/08/2017	27	29	30
4	21/08/2017	27	31	29
5	22/08/2017	26	28	30
6	23/08/2017	28	28	30
7	24/08/2017	26	31	29
8	25/08/2017	26	29	28
9	26/08/2017	27	30	28
10	27/08/2017	28	30	30
11	28/08/2017	27	28	28
12	29/08/2017	26	29	31
13	30/08/2017	27	30	29
14	31/08/2017	26	29	28
15	01/09/2017	26	28	28
16	02/09/2017	28	30	28
17	03/09/2017	25	30	29
18	04/09/2017	26	29	31
19	05/09/2017	25	29	30
20	06/09/2017	27	28	28
21	07/09/2017	27	29	31

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian  
Proses Persiapan Bahan



Proses Pretreatment Bahan





### Penetralan PH



### Pencampuran Bahan



## Pengambilan Data

