

**PENGARUH LAJU PEMBEBANAN PADA PRODUKSI BIOGAS DARI
CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI PADA DIGESTER TIPE SEMI
KONTINYU**

(Skripsi)

Oleh

MARTIAN SUGIARTO



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE LOADING RATE ON BIOGAS PRODUCTION FROM THE MIXTURE OF COW WASTE AND RICE STRAW ON THE SEMI CONTINUOUS TYPE OF DIGESTER

By

MARTIAN SUGIARTO

The consumption of fossil energy in Indonesia continues to increase not in proportion to the limited and non-renewable supply. Straw wastes are the right choice as an alternative to biogas fuel, since rice is still one of the staple foods of human beings (Mediastika, 2007).

This study aims to determine the effect of loading ratesubstrates loading on biogas production from a mixture of cow dung and straw in semi-continuous dry anaerobic system. This research was conducted in June-July 2016 at Agricultural Power and Agricultural Machinery Laboratory (LDAMP) and Laboratory of Water and Land Resources Engineering (RSDAL Lab) Department of Agricultural Engineering Faculty of Agriculture, University of Lampung.

The study was conducted by loading 5 variations of loading rate volume (P0: 0,50, P1: 0,75, P2: 1,25, P3: 1,75, P4: 2,25 Liter / Day) into digester, volume variation based on mesophilic environmental temperature conditions. The volume of stuffing used on the 30 liter digester. The data collection technique is done by observing

substrate replenishment. Observation parameters, material characteristics (moisture content (KA), total solid (TS), solid volatile (VS) total fixed solid (TFS), CN ratio)), Ph, Temperature, production and biogas productivity, and flame test.

The results showed the addition of rice straw as a mixture of cow dung increased the volume of biogas produced. P0 168,02 liter, P1 175 liter, P2 162,64 liter, P3 151,68 liter, P4 189,71 liter. The highest biogas produced at P4 is 189,71 liter with loading rate 2,25 liter / day. Biogas lowest P3 151,68 liter.dengan loading rate 1,75 liter / day. The average value of productivity of gas produced is not much different that is P0: 4,20, P1: 4,38, P2: 4,07, P3: 3,79, and P4: 4,74 L / day. P4 treatment produces more gas productivity than other treatments.

Keyword: *Rice Straw, Loading Rate, Biogas*

ABSTRAK

PENGARUH LAJU PEMBEBANAN PADA PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI PADA DIGESTER TIPE SEMI KONTINYU

Oleh

MARTIAN SUGIARTO

Konsumsi energi fosil di Indonesia terus meningkat tidak sebanding dengan persediaan yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Limbah jerami menjadi pilihan yang tepat sebagai alternatif bahan bakar biogas, mengingat (beras) masih menjadi salah satu makanan pokok manusia (Mediastika, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kandungan *loading rates* substrat pada produksi biogas dari campuran kotoran sapi dan jerami pada sistem anaerob kering tipe semi kontinyu. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni–Juli 2016 di Laboraturium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) serta Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (Lab. RSDAL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penelitian dilakukan dengan mengisikan 5 variasi volume *loading rate* (P0: 0,50, P1: 0,75, P2: 1,25, P3: 1,75, P4: 2,25 Liter/Hari) kedalam digester, variasi volume didasarkan pada kondisi suhu lingkungan mesofilik. Volume isian yang digunakan pada digester 30 liter. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan pengisian ulang substrat. Parameter pengamatan, karakteristik bahan (kadar air (KA), total solid (TS), volatile solid (VS) total fixed solid (TFS), CN rasio)), Ph, Suhu, produksi dan produktivitas biogas, serta uji nyala.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan jerami padi sebagai campuran kotoran sapi meningkatkan volume biogas yang dihasilkan. P0 168,02 liter, P1 175 liter, P2 162,64 liter, P3 151,68 liter, P4 189,71 liter. Biogas tertinggi dihasilkan pada P4 yaitu 189,71 liter dengan *loading rate* 2,25 liter/hari. Biogas terendah P3 151,68 liter. dengan *loading rate* 1,75 liter/hari. Nilai rata-rata produktifitas gas yang dihasilkan tidak jauh berbeda yaitu P0: 4,20, P1: 4,38, P2: 4,07, P3: 3,79, dan P4: 4,74 L/hari. Pada perlakuan P4 menghasilkan produktivitas gas lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

Kata Kunci: Jerami padi, Loading Rate, Biogas

**PENGARUH LAJU PEMBEBANAN PADA PRODUKSI BIOGAS DARI
CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI PADA DIGESTER TIPE
SEMI KONTINYU**

Oleh

Martian Sugiarto

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

Pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2018

Judul Skripsi : **PENGARUH LAJU PEMBEBANAN PADA PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI PADA DIGESTER TIPE SEMI KONTINYU**

Nama Mahasiswa : **Martian Sugiarto**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1114071031

Program Studi : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.
NIP 19611211 198703 1 004

2. Ketua Jurusan

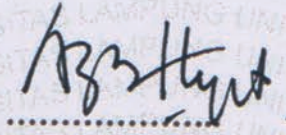
Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

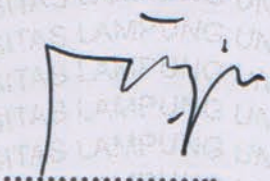
Ketua

: Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



Sekretaris

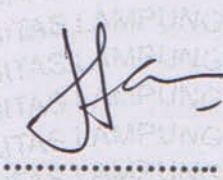
: Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Ir. Tamrin, M.S.

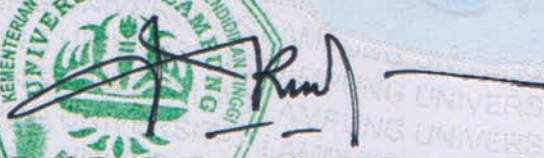


2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 19611020 198603 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Juni 2018

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Martian Sugiarto** NPM 1114071031

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.** dan 2) **Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Juni 2018
Yang membuat pernyataan,



Martian Sugiarto
NPM 1114071031

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gedong tataan, Pesawaran pada tanggal 20 Maret 1993, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari Bapak Sugiri, S.T dan Ibu Wuriyati. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 3 Sukaraja, Pesawaran pada tahun 2005, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Taman Siswa Gedong Tataan pada tahun 2008, dan Sekolah Menengah Akhir (SMA) di SMAN 1 Gedong Tataan pada tahun 2011.

Tahun 2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur UMPTN. Penulis melakukan Praktik Umum (PU) pada bulan Juli – Agustus 2015 di PT. Kusuma Satria Agrobio Tani Perkasa Kota Batu, Malang, Jawa Timur dengan judul ***“Perawatan Pohon Dan Pemanenan Buah Jeruk (Citrus Sp)”*** dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada bulan Januari – Maret 2015 di desa Tri Tunggal Jaya, Kecamatan Penawar Tama, Kabupaten Tulang Bawang dengan tema ***“Pos Pemberdayaan Keluarga”***.

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama ALLAH yang Maha Pengasih lagi Maha
Penyayang

*Puji syukur kepada Allah SWT atas segala Kebaikan Nya
Sebagai wujud ungkapan cinta dan kasih sayang,
Kupersembahkan karya sederhana ini untuk :*

***Ibu dan Bapak ku tercinta yang selalu memberi dukungan,
limpahan kasih sayang dan do'a untuk setiap langkahku
Kakak, adik dan Dwi Marliawita serta Seluruh Keluarga Besar***

Dosen-dosenku yang selama ini telah memberikan ilmu yang
bermanfaat.

Rekan-rekan seperjuanganku, TekTan 2011

Almamater tercinta, Teknik Pertanian
Universitas Lampung

“ Allah selalu menjawab doamu dengan 3 cara. Pertama, langsung mengabulkannya. Kedua, menundanya. Ketiga, menggantinya dengan yang lebih baik untukmu “

“ Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri “

(Q.S Ar Ra'd : 11)

“ Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang didasarkan pada ilmu pengetahuan “

(Ali bin Abi Thalib)

Sabar bukan tentang berapa lama kau bisa menunggu. Melainkan tentang bagaimana perilakumu saat menunggu.

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “ **Pengaruh Laju Pembebanan pada Produksi Biogas dari Campuran Kotoran Sapi dan Jerami Padi pada Digester tipe Semi Kontinyu** “ adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku Pembimbing Utama sekaligus Pembimbing Akademik dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian atas ketersediaannya untuk memberikan ilmu, bimbingan, kritik dan saran yang membangun dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. selaku Pembimbing Kedua atas bimbingan dan semua bantuan yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S. selaku Penguji atas masukan, kritik dan saran yang telah diberikan dalam penyelesaian skripsi ini.

5. Seluruh Staf Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung.
6. Keluarga tercinta Bapakku Sugiri, S.T., Ibuku Wuriyati, Kakakku Oktalia dan Agung dan Adikku Bagus Tri Wibowo serta seluruh keluarga dan saudaraku untuk semua kasih sayang, doa dan dukungan yang tiada henti selama penulis mengenyam pendidikan.
7. Teman-teman tercinta TEP'11 : Aidil, Zaini, Riwanto, Jenni, Fathia, Reny, Rina, Ardy, Nando, Dewa, Rita, Ayu, Rica, Ayyesha, Erma, Karunia, Eka, Dea, Nurlina, Yuni, Ning, Ani, Agnes, Sayu, Veronika, Handy, Hendrik, Dharma, Nadzir, Iwan, Nanda, Ribut, Afip, Tulus, Mahfudin, Made, Ramadhan, Rizky dan kak Hargo terimakasih atas kebersamaan, bantuan dan semangat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap agar skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Juni 2018

Penulis,

Martian Sugiarto

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Biogas.....	4
2.2 Proses Produksi Biogas	6
2.3 Bahan Baku Biogas	7
2.4 Potensi Limbah Jerami Padi.....	8
2.5 Faktor-faktor penting dalam Biogas.....	10
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Metode Penelitian.....	12

3.4	Prosedur Penelitian.....	13
3.4.1	Persiapan Komponen Digester.....	15
3.4.2	Persiapan Bahan Baku.....	16
3.5	Rancangan Penelitian	16
3.6	Parameter Pengukuran.....	17
3.6.1	Karakteristik Substrat	17
3.6.2	Produksi dan Produktivitas Biogas	18
3.6.3	Kondisi Proses (pH dan Suhu).....	18
3.6.4	Pengisian Substrat Awal	19
3.6.5	Pengisian Ulang Substrat (<i>Loading Rate</i>).....	19
3.6.6	Uji Nyala.....	19
3.6.7	Analisis Data.....	20
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1	Karakteristik Bahan.....	21
4.2	Derajat Keasaman pH.....	25
4.3	Suhu.....	27
4.4	<i>Volatile Solid Removed (VSR)</i>	30
4.5	Volume Biogas yang Dihasilkan.....	30
4.6	Produktivitas Biogas	34
4.7	Uji Nyala	36
V.	SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1	Simpulan.....	37
5.2	Saran.....	38

DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
	<i>Teks</i>	
Tabel 1.	Kandungan Biogas	5
Tabel 2.	Bahan Baku Biogas	7
Tabel 3.	Susunan Kimia antara Rumput dan Kotoran Sapi	11
Tabel 4.	Variasi Loading Rate	12
Tabel 5.	Karakteristik Bahan Awal	22
Tabel 6.	Persentase TS, VS dan Kadar Air Bahan	24
Tabel 7.	Nilai Rata-rata Suhu Lingkungan	28
Tabel 8.	VSr Biogas setiap Perlakuan	31
Tabel 9.	Total Volume dan VS Terdegradasi	35
Tabel 10.	Uji Nyala Biogas	36
	<i>Lampiran</i>	
Tabel 11.	Rata-rata pH Harian	43
Tabel 12.	Rata-rata Suhu Digester Sore	44
Tabel 13.	Rata-rata Suhu Digester Pagi	45
Tabel 14.	Pertambahan Volume Harian Produksi Biogas	46
Tabel 15.	Rata-rata TS Bahan Awal	47

Tabel 16. Rata-rata VS Bahan Awal.....	47
Tabel 17. Rata-rata TFS Bahan Awal	47
Tabel 18. Rata-rata Kadar Air.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
<i>Teks</i>	
Gambar 1. Diagram Alur Penelitian.....	14
Gambar 2. Sketsa Penelitian	15
Gambar 3. Nilai Rata-rata Derajat Keasaman (pH)	25
Gambar 4. Grafik Rata-rata Ph Harian Setiap Perlakuan.....	26
Gambar 5. Grafik Rata-rata Suhu Digester (pagi)	27
Gambar 6. Rata-rata Suhu Digester (sore)	28
Gambar 7. Perbandingan Suhu Lingkungan dan Digester	28
Gambar 8. Produksi Biogas Harian selama 40 Hari	32
Gambar 9. Produksi Biogas Harian selama 40 Hari Menggunakan <i>moving avarage</i> 5 Hari	32
Gambar 10. Biogas Total	33
<i>Lampiran</i>	
Gambar 11. Pembuatan Digester.....	49
Gambar 12. Digestat yang sudah tercampur	49
Gambar 13. Pengisian Substrat Harian	50
Gambar 14. Pengukuran Ph Harian.....	50

Gambar 15. Rata-rata TS Bahan Awal.....	47
Gambar 16. Rata-rata VS Bahan Awal	47
Gambar 17. Rata-rata TFS Bahan Awal	47
Gambar 18. Rata-rata Kadar Air	48

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Konsumsi energi fosil di Indonesia bahkan di dunia setiap tahunnya terus meningkat. Sumber energi fosil seperti minyak dan batu bara dapat menimbulkan pengaruh negatif terhadap lingkungan, yaitu dapat menimbulkan penambahan konsentrasi CO₂ di atmosfer dan juga kehabisan sumber energi fosil secara cepat. Persediaan energi fosil di dunia sangat terbatas dan tidak dapat diperbaharui, serta akan habis apabila digunakan terus menerus tanpa ditemukannya energi alternatif. Limbah merupakan pilihan yang menjanjikan untuk memproduksi bahan bakar bio yang merupakan sumber energi alternatif. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki ketersediaan limbahnya berpotensi sebagai sumberdaya untuk memproduksi energi alternatif, misalnya biogas.

Limbah pertanian dan sampah organik yang ada di Indonesia dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif sebagai sumber energi terbarukan. Jumlah produksi jerami di Indonesia sangat melimpah, khususnya di daerah yang memiliki lahan pertanian yang cukup luas. Keberadaan jerami padi pada umumnya belum dapat dimanfaatkan oleh petani, untuk itu peningkatan pemanfaatan limbah padi di Indonesia perlu di tingkatkan, mengingat potensi yang cukup besar selama padi (beras) masih menjadi salah satu makanan pokok manusia (Mediastika, 2007).

Jerami padi merupakan salah satu limbah yang dapat digunakan sebagai bahan baku produksi biogas, namun salah satu komponen serat yang terdapat dalam jerami yaitu ligninsulit terdegradasi, sehingga diperlukan perlakuan *pretreatment* salah satunya dengan cara direndam dalam larutan soda api (Bjerre et al., 1996). Jerami padi dan kotoran sapi memiliki kandungan bahan organik yang cukup tinggi. Kandungan padatan atau Total Solid (TS) dan tingkat pengenceran substrat pada digester mempengaruhi produksi biogas yang dihasilkan. Oleh sebab itu, perlu diketahui pengaruh laju pembebanan pada produksi biogas dari campuran kotoran sapi dan jerami pada digester tipe semi kontinyu yang akan dilakukan pada penelitian ini.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari laju pembebanan pada produksi biogas dari campuran kotoran sapi dan jerami padi pada digester tipe semi kontinyu.

1.3. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai :

1. Informasi ilmiah mengenai pengaruh dari laju pembebanan pada produksi biogas dari campuran kotoran sapi dan jerami padi pada digester tipe Semi Kontinyu.
2. Informasi kepada petani atau masyarakat mengenai limbah jerami padi memiliki potensi sebagai sumber penghasil energi terbarukan.

1.4. Hipotesis

Diduga perbedaan laju pembebanan dapat mempengaruhi biogas yang dihasilkan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biogas

Biogas merupakan gas campuran terutama terdiri dari metana dan karbondioksida. Biogas diproduksi secara anaerob melalui tiga tahap yakni hidrolisis, asidogenesis, dan metanogenesis (Veziroglu, 1991). Dalam produksi biogas, semua jenis limbah organik dapat digunakan sebagai substrat seperti limbah dapur, kebun, kotoran sapi dan buangan domestik. Sumber biomassa atau limbah yang berbeda akan menghasilkan perbedaan kuantitas biogas (Werner dkk, 2004). Biogas dapat terbakar apabila terdapat kadar metana minima 157% (Hammad,1999). Biogas dengan kandungan metana 65 – 70% memiliki nilai kalor sama dengan 5200 – 5900 Kkal/m³ energi panas setara 1,25 KWJ listrik (Veziroglu, 1991). Sedangkan untuk gas metana murni (100%) mempunyai nilai kalor 8900 Kkal/m³(Nurtjahya,2003).

Penggunaan biogas sebagai energi alternatif relatif lebih sedikit menghasilkan polusi, berguna menyehatkan lingkungan karena mencegah penumpukan limbah sebagai sumber penyakit, bakteri, dan polusi udara. Keunggulan biogas adalah dapat menghasilkan lumpur kompos maupun pupuk cair (Abdullah,1991). Sistem produksi biogas juga mempunyai beberapa keuntungan seperti (a) mengurangi pengaruh gas rumah kaca,(b) mengurangi polusi bau yang tidak

sedap, (c) sebagai pupuk, dan (d) produksi daya serta panas (Koopmans, 1998).

Biogas bersifat bersih, tidak berasap hitam selain itu derajat panasnya lebih tinggi dari bahan bakar minyak tanah dan kayu bakar serta dapat disimpan untuk penggunaan yang akan datang (Darminto, 1984). Produksi biogas didasarkan pada perombakan anaerob kotoran hewan dan bahan buangan organik lainnya. Selama perombakan anaerob akan menghasilkan gas metana 55 – 75%, karbondioksida 25 – 45%, hidrogen, nitrogen, dan hidrogen sulfida dalam jumlah yang sedikit (Simamora, 2006). Hal ini sama dengan pernyataan dari Sitepu (2013), bahwa kandungan biogas yang dihasilkan seperti metana (CH_4), karbondioksida (CO_2) dan beberapa kandungan yang jumlahnya hanya kecil diantaranya sulfida (H_2S), ammonia (NH_3), nitrogen (N_2) serta hidrogen (H_2) yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan biogas

Komponen	%
Metana (CH_4)	55 – 75
Karbon Dioksida (CO_2)	25 – 45
Karbon Monoksida (CO)	0 – 0,3
Nitrogen (N_2)	1 – 5
Hidrogen (H_2)	0 – 3
Hidrogen Sulfida (H_2S)	0,1 – 0,5
Oksigen (O_2)	0,1 – 0,5

Sumber: Sitepu (2013)

2.2. Proses Produksi Biogas

Dalam proses pembuatan biogas ada tiga tahapan dalam pembentukannya yaitu Pemecahan polimer (hidrolisis), Pembentukan asam (asidogenesis), Pembentukan metan (metanogenesis).

1. Pemecahan polimer (hidrolisis)

Pada tahapan proses pembuatan biogas tahap hidrolisis terjadi pelarutan bahan-bahan organik mudah larut dan pencernaan bahan organik yang kompleks menjadi sederhana, perubahan struktur bentuk primer menjadi bentuk monomer (Tarumingkeng dan Purwantara, 2005). Komponen organik sederhana yang larut dalam air (monomer-monomer) digunakan oleh bakteri pembentuk asam. Digesti pada fase ini mengubah protein menjadi asam amino, karbohidrat menjadi gula sederhana, dan lemak menjadi asam lemak rantai panjang. Laju hidrolisis tergantung pada jumlah substrat yang tersedia dan konsentrasi bakteri serta faktor lingkungan seperti suhu dan pH

2. Pembentukan asam (asidogenesis)

Pada tahap pengasaman komponen monomer (gula sederhana) yang terbentuk pada tahap hidrolisis akan menjadi bahan makanan bagi bakteri pembentuk asam. Produk akhir dari gula-gula sederhana pada tahap ini akan dihasilkan asam asetat, propionat, format, laktat, alkohol, dan sedikit butirir, gas karbondioksida, hidrogen, dan amonia

3. Pembentukan metan (metanogenesis)

Bakteri-bakteri anaerob yang berperan dalam ketiga fase diatas terdiri dari: bakteri pembentuk asam (acidogenic bacteria) yang merombak senyawa organik menjadi senyawa yang biogas merupakan sebuah proses produksi gas bio dari material

organik dengan bantuan bakteri. Proses degradasi material organik ini tanpa melibatkan oksigen disebut anaerobik digestion Gas yang dihasilkan sebagian besar (lebih 50 %) berupa metana. Material organik yang terkumpul pada digester (reaktor) akan diuraikan menjadi dua tahap dengan bantuan dua jenis bakteri yang dimanfaatkan untuk pembuatan biogas. Tahap pertama material organik akan didegradasi menjadi asam lemak dengan bantuan bakteri pembentuk asam. Bakteri pembuat biogas ini akan menguraikan sampah pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Hidrolisis yaitu penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti lemak, protein, karbohidrat menjadi senyawa yang sederhana. Sedangkan asidifikasi yaitu pembentukan asam dari senyawa sederhana.

2.3. Bahan Baku Biogas

Biogas dapat dibuat dari bahan-bahan berikut:

Tabel 2. Bahan baku biogas

No	Bahan baku	produksi biogas L/kg TS	kadar metana (%)
1	Buah dan daun pisang	940	53
2	Rumput	450 - 530	55 - 57
3	Batang jagung	350 - 500	50
4	Jerami (dicacah)	250 - 350	58
5	Tanaman rawa	380	56
6	Kotoran ayam	300 - 450	57 - 70
7	Kotoran domba	180 - 220	56
8	Kotoran sapi	190 - 220	68
9	Sampah (fraksi organik)	380	56

Sumber: Arati (2009)

2.4. Potensi Limbah Jerami Padi

Jerami padi adalah tanaman padi yang telah diambil buahnya (gabahnya), sehingga tinggal batang dan daunnya yang merupakan limbah pertanian serta belum sepenuhnya dimanfaatkan karena adanya faktor teknis dan ekonomis. Jerami padi selama ini hanya dikenal sebagai hasil ikutan dalam proses produksi padi disawah. Produksi jerami padi yang dihasilkan sekitar 50% dari produksi gabah kering panen (Hanafi, 2008). Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak di Indonesia baru mencapai 31–39%, sedangkan yang dibakar atau dikembalikan ke tanah sebagai pupuk 36–62%, dan sekitar 7–16% digunakan untuk keperluan industri (Safan, 2008).

Banyaknya jerami padi yang belum dimanfaatkan secara optimal mendorong para peneliti mengembangkan potensi jerami padi menjadi sesuatu yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Berikut ini adalah komponen yang ada dalam jerami padi :

1. Selulosa 39%
2. Hemiselulosa 27%
3. Lignin 12%
4. Abu 11%

Selulosa adalah polimer yang tersusun atas unit-unit glukosa melalui ikatan -1,4- glikosida. Bentuk polimer ini memungkinkan selulosa saling menumpuk/terikat menjadi bentuk serat yang sangat kuat. Panjang molekul selulosa ditentukan oleh jumlah unit glukosa dalam polimer, disebut dengan derajat polimerisasi. Derajat polimerisasi selulosa tergantung pada jenis tanaman dan umumnya dalam kisaran 200–27.000 unit glukosa.

Selulosa dapat dihidrolisis menjadi glukosa dengan menggunakan asam atau enzim (Safan, 2008). Hemiselulosa mirip dengan selulosa, namun tersusun dari bermacam-macam jenis gula. Monomer gula penyusun hemiselulosa terdiri dari monomer gula berkarbon 5 (C-5) dan 6 (C-6), seperti : xylosa, mannose, glukosa, galaktosa, arabinosa, dan sejumlah kecil rhamnosa, sam glukoroat, asam metal glukoroat, dan asam galaturonat. Sedangkan lignin adalah molekul kompleks yang tersusun dari unit phenylpropane yang terikat didalam struktur tiga dimensi. Lignin adalah material yang paling kuat dalam biomassa, namun sangat resisten terhadap degradasi, baik secara biologi, enzimatik, maupun kimia. Karena kandungan karbon yang relatif tinggi dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa lignin memiliki kandungan energi yang tinggi (Safan, 2008).

Lignin merupakan salah satu bagian yang berbentuk kayu dari tanaman seperti janggol, kulit keras, biji, bagian serabut kasar, akar, batang dan daun. Lignin mengandung substansi yang kompleks dan merupakan suatu gabungan beberapa senyawa yaitu karbon, hidrogen dan oksigen. Selain lignin, bagian yang lain dari jerami adalah selulosa. Selulosa merupakan polisakarida yang didalamnya mengandung zat-zat gula. Secara alami lignin berwarna coklat namun apabila jerami berubah warna menjadi agakputih, berarti ada sebagian lignin yang hilang. Lignin membuat jerami keras dan liat. Apabila jerami menjadi lebih lunak dari jerami aslinya, maka pelindung ligninnya sudah mulai rusak (Hartadi, 1997).

2.5. Faktor – faktor penting dalam biogas

a. Keasaman (Ph)

Tingkat keasaman didalam reaktor pembuatan biogas harus dijaga agar tidak kurang dari 6,2 (Sutrisno,2009). Nilai ph terbaik untuk suatu digester yaitu berkisar 7,0 (Darwis,1990).

b. Temperatur (suhu)

Temperatur yang baik untuk proses pembuatan biogas adalah 30°C hingga kira-kira 40°C (Kamaruddin, 1995). Temperatur tersebut merupakan temperatur optimal bagi bakteri perombak untuk menghasilkan biogas.

c. Kadar Air

kadar air mempengaruhi proses dekomposisi secara biologis, terutama dalam hal pencampuran (mixing), ketersediaan nutrien dan menjaga agar temperatur konstan. Air penting untuk proses fermentasi metan karena digunakan sebagai pelarut nutrien bagi mikroorganisme sebelum diasimilasi (Froster,1985).

d. Total Solid

Pengertian *total solid* (TS) adalah jumlah materi padatan yang terdapat dalam limbah pada bahan organik selama proses digester terjadi dan ini mengindikasikan laju penghancuran/pembusukan material padatan limbah organik. TS juga mengindikasikan banyaknya padatan dalam bahan organik dan nilai TS sangat mempengaruhi lamanya proses pencernaan/digester (HRT) bahan organik. Menurut (Sibiya, 2015) menyatakan bahwa untuk menentukan kadar air (MC) dan total solid (TS) dengan cara substrat ditimbang dan kemudian dikeringan didalam oven 105⁰C.

Hasil pengamatan Dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3. Susunan Kimia antara Rumput dan Kotoran Sapi

	Rumput	Kotoran Sapi
MC (%)	8.44	83
TS(%)	79.12	19
TVS(%)	84.2	72
Ph	7.12	6.5
C:N	42	24

Sumber : Sibiya, 2015

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni – Juli 2016 di Laboraturium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) serta Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (Lab. RSDAL) Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah galon, selang, balon sebagai penampung gas, oven, tanur, timbangan analitik, cawan petri, dob motor, pH meter, lakban, ember, bak, kamera dan alat tulis.

Bahan yang digunakan adalah jerami padi dan kotoran sapi yang diambil dari desa sukaraja, Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran, dan air.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan mengisikan 5 variasi volume loading rate kedalam digester biogas tipe semi kontinyu, variasi volume didasarkan pada kondisi suhu lingkungan yaitu mesofilik. Volume isian yang digunakan pada digester yaitu 30 liter.

Sehingga didapat variasi volume sebagai berikut:

Tabel 4. Variasi Loading Rate

HRT (Hari)	Lama Pengamatan (Hari)	Volume Isian Digester (Liter)	Volume <i>Loading Rate</i> (Liter/Hari)
60	40	30	0,50
40	40	30	0,75
24	40	30	1,25
17,1	40	30	1,75
13,3	40	30	2,25

3.4. Prosedur Penelitian

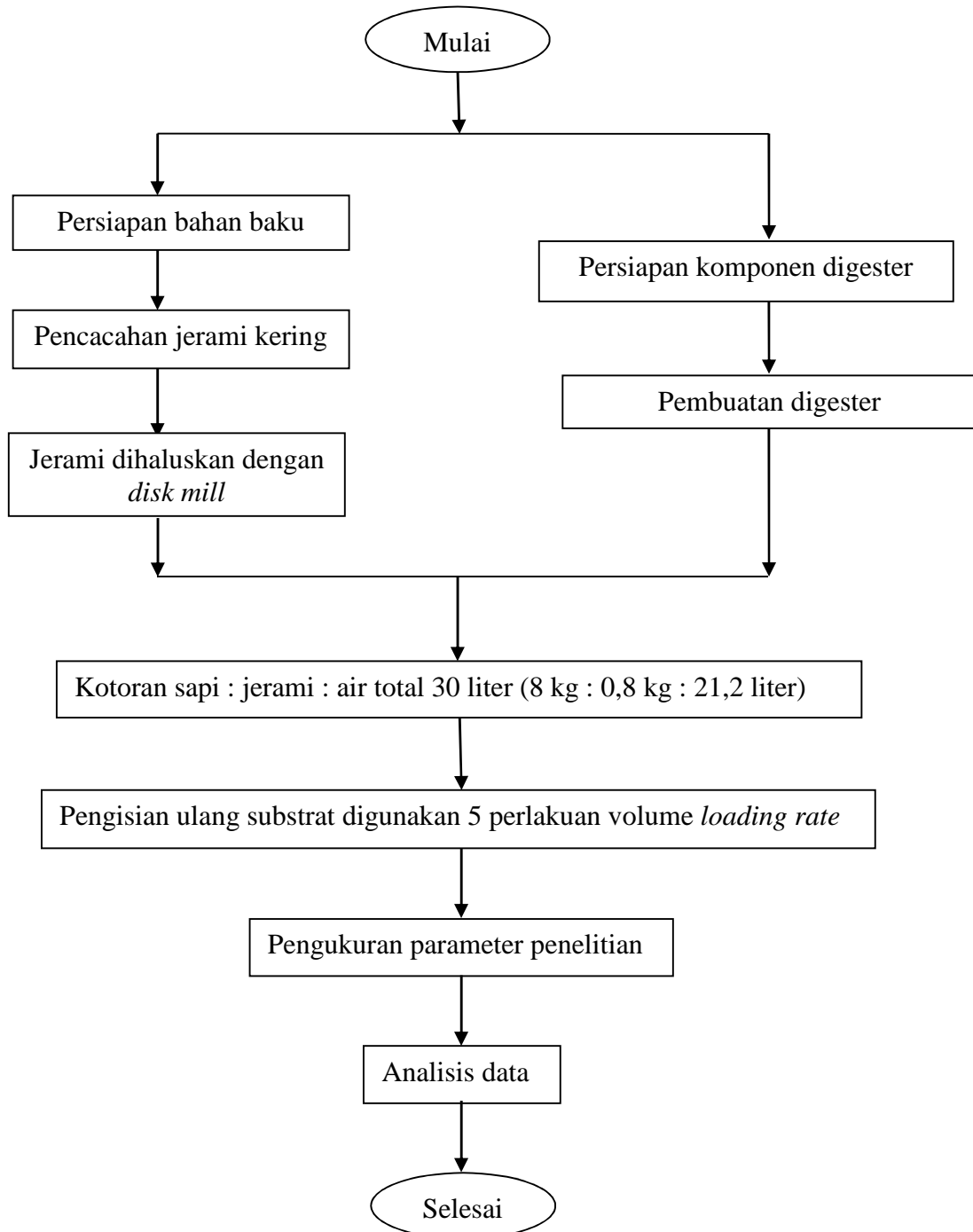
Prosedur penelitian dapat dilihat pada diagram alir Gambar 1. Tahapan dalam pelaksanaan penelitian pertama dilakukan persiapan bahan, menyiapkan jerami yang telah bersih dari butiran padi. Setelah itu jerami dicacah menggunakan golok dan kemudian digiling menggunakan mesin *diskmill* bertujuan agar tekstur jerami menjadi lebih halus.

Jerami yang telah digiling dicampurkan dengan air dan kotoran sapi, dengan perbandingan kotoran sapi 8 kg : jerami 0,8 : air 21,2 liter dengan jumlah total volume digester 30 liter.

Persiapan alat yang akan digunakan (digester) dalam penelitian ini diawali dengan persiapan bahan untuk membuat digester. Jumlah digester yang akan dibuat adalah 5 (lima) buah. Setelah seluruh alat dan bahan siap maka campuran kotoran sapi dan jerami yang telah halus dimasukkan kedalam digester dengan volume masing-masing digeter 30 liter. Pada digester pertama diisi dengan kotoran sapi dan air tanpa campuran jerami sebagai kontrol, dan digester selanjutnya diisi

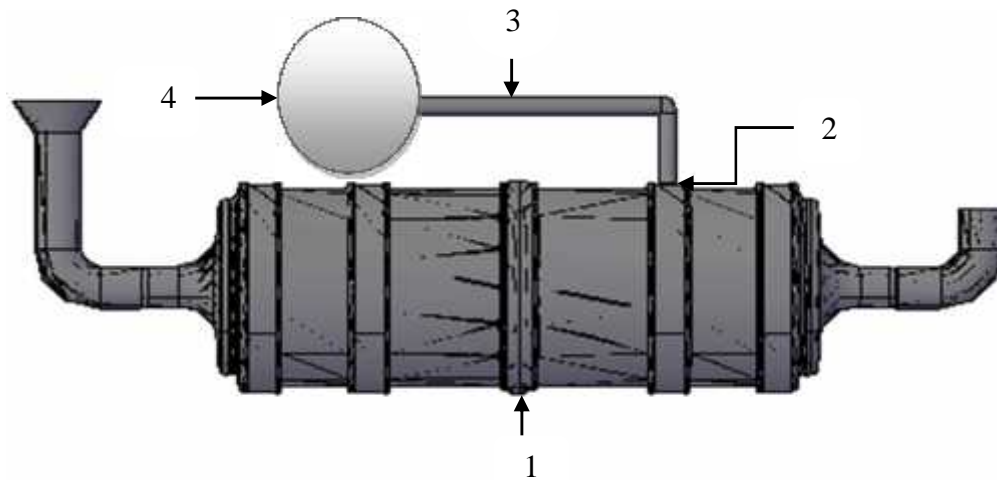
dengan campuran kotoran sapi dan air yang telah dicampur dengan jerami.

Setelah pengisian awal dilakukan pengukuran parameter setiap hari sampai HRT 40 hari.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.4.1. Persiapan Komponen Digester



Gambar 2. Sketsa penelitian

Tahap persiapan komponen digester diantaranya :

1. Galon berukuran 19 L X 2 yang akan digunakan sebagai digester dibersihkan kemudian dikeringkan.
2. Memasang dop motor pada lubang mulut galon.
3. Menghubungkan selang pada dop motor yang telah dipasang.
4. Memasang balon pada selang sebagai tempat penampung gas yang dihasilkan.

Gas yang tertampung pada balon kemudian diukur volumenya dengan memasukkan balon pada ember berisi air penuh. Prinsip yang digunakan untuk mengukur volume gas menggunakan hukum Archimedes, yaitu volume air yang keluar sama dengan volume gas yang dihasilkan.

3.4.2. Persiapan Bahan Baku

Jerami padi dan kotoran sapi yang digunakan diambil dari Kecamatan Gedong Tataan Kabupaten Pesawaran. Adapun tahapan persiapan pembuatan bahan baku meliputi:

1. Jerami padi dipotong dengan ukuran maksimal 5 cm kemudian dikeringkan dengan cara dijemur.
2. Jerami yang telah dipotong kemudian digiling menggunakan mesin *disk mill*.
3. Jerami yang sudah digiling kemudian dicampurkan dengan kotoran sapi.
4. Campuran bahan yang telah siap digunakan dimasukkan dalam digester sebanyak dua per tiga (13 L) dari volume galon.
5. Galon dihubungkan dengan selang dan balon pada bagian tutupnya setelah bahan dimasukkan ke dalamnya.

3.5. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan perbandingan kotoran sapi dan jerami.

Adapun perlakuannya adalah sebagai berikut:

P0 = 0,5 (kontrol)

P1= 0,75 Liter

P2= 1,25 Liter

P3= 1,75 Liter

P4= 2,25 Liter

3.6. Parameter Pengukuran

3.6.1 Karakteristik Substrat

Pengukuran *Total Solid* (TS) dan *Volatile Solid* (VS) dilakukan untuk menghitung jumlah kotoran kering yang dihasilkan serta kemampuan reaktor mendegradasi limbah. Substrat memiliki sifat organik dan *inert* (tidak bereaksi). Pengujian karakteristik substrat meliputi *Total Solid* (TS), *Volatile Solid* (VS), kadar air, dan kadar abu. Metode pengukuran TS dan VS adalah sebagai berikut:

1. Cawan petri yang bersih disiapkan kemudian ditimbang (W_0).
2. Sampel dimasukkan dalam cawan petri kemudian ditimbang (W_1).
3. Cawan yang berisi sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam.
4. Setelah itu, cawan yang telah dioven ditambahkan dengan residu kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 5 menit lalu ditimbang (W_2).
5. Cawan petri + residu dibakar menggunakan tanur (*furnace*) pada suhu 550°C hingga menjadi abu.
6. Cawan petri + abu dikeluarkan dari tanur kemudian dimasukkan ke dalam desikator selama 5 menit lalu ditimbang (W_3).

TS dan VS dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Total Solid (TS)} = 1 - \text{KA}$$

$$\text{Kadar Abu (TFS)} = \frac{W}{W} \times 100 \%$$

$$\text{Volatil Solid (VS)} = \frac{W - W}{W} \times 100\%$$

$$\text{VS terdegradasi} = \text{VS in} - \text{VS out}$$

Dimana

W1	= Berat sampel sebelum oven (gram)
W2	= Berat sampel setelah oven (gram)
W3	= Berat sampel sebelum pembakaran (gram)
W4	= Berat sampel setelah pembakaran (gram)
VS in	= VS bahan isian
VS out	= VS dugestat yang keluar

3.6.2. Produksi dan Produktivitas Biogas

Produksi biogas dihitung berdasarkan produksi gas kumulatif. Produktivitas biogas adalah produksi gas total yang dihasilkan dibagi dengan bahan organik yang digunakan. Bahan organik yang digunakan didapatkan dari persen bahan yang terkandung dalam bahan dari berat bahan yang digunakan. Produktivitas gas dapat dicari dengan persamaan berikut :

$$PG = \frac{\text{Total produksi gas (L)}}{\text{VS awal bahan (Kg)}}$$

3.6.3. Kondisi Proses (pH dan Suhu)

3.6.3.1. Derajat Keasaman (pH)

Pengukuran derajat keasaman (pH) dilakukan menggunakan alat pH meter dengan metode sebagai berikut :

1. Lakukan kalibrasi alat pH meter dengan pH buffer (pH = 6,8).
2. Tempatkan sampel dalam gelas ukur 500 ml.

3. Masukkan elektroda ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
4. Catat angka pada tampilan pH meter

3.6.3.2. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan dengan memasang termometer pada digester sampai sensor menyentuh substrat dengan periode tiga kali sehari yaitu pada waktu pagi, siang dan sore hari sehingga diperoleh suhu rata-rata.

3.6.4. Pengisian Substrat Awal

Campuran kotoran sapi, jerami, dan air dimasukkan kedalam digester sebanyak 25 liter pada masing-masing digester. Pengisian dilakukan dengan menggunakan corong.

3.6.5. Pengisian Ulang Substrat (*Loading Rate*)

Pengisian bahan organik dilakukan setiap sore hari, semenjak hari bahan diisikan dan dilakukan dengan interval satu kali sehari, dengan variasi volume yang telah ditentukan sebelumnya.

3.6.6. Uji Nyala

Uji nyala dilakukan setelah gas terproduksi dan dilakukan dengan cara membakar biogas tersebut menggunakan burner. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat tidaknya gas metana pada biogas hasil dari setiap perlakuan, sehingga dapat diketahui hasil biogas dapat dimanfaatkan atau tidak.

3.6.7. Analisis Data

Percobaan ini menggunakan rancangan percobaan analisis statistik sederhana, dengan perbandingan parameter pengamatan dan data yang didapat kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel, untuk kemudian dibandingkan, dibahas sehingga dapat ditarik sebuah kesimpulan.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa

1. Penambahan jerami sebagai campuran kotoran sapi mempengaruhi jumlah volume biogas yang dihasilkan. Semakin banyak volume campuran maka semakin banyak biogas yang dihasilkan. Total volume biogas yang dihasilkan adalah P0 168,02 liter, P1 175 liter, P2 162,64 liter, P3 151,68 liter, P4 189,71 liter.
2. Jumlah volume biogas yang paling banyak dihasilkan terjadi pada P4 yaitu 189,71 liter dengan *loading rate* 2,25 liter/hari. Dan volume biogas terendah P3 151,68 liter.dengan *loading rate* 1,75 liter/hari.
3. Nilai rata-rata produktifitas gas yang dihasilkan tidak jauh berbeda yaitu P0: 4,20, P1:4,38, P2: 4,07, P3: 3,79, dan P4: 4,74 L/hari. Pada perlakuan P4 menghasilkan produktivitas gas lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian lanjutan atau yang sama dengan penelitian ini adalah yaitu lamanya waktu pengamatan harus ditambah untuk mengetahui jumlah maksimal biogas yang dapat dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T., Tauseef, S.M., and Abbasi, S.A.. 2012. *Biogas Energy*. Springer Briefs in Environmental Science. New York.
- Abdul Aziz Darwis. A. A., I. Sainal, T. T. Irawani, Safriani. 1990. Kajian Kondisi Fermentasi pada Produksi Selulosa dari Limbah Kelapa Sawit (Tandan kosong dan Sabut) Oleh *Neurospora Sitophila*. *J. Teknologi Industri Pertanian* Vol. 5 (3) 199 – 207.
- Abdullah, K., Abdul Kohar Irwanto, Nirwan Siregar, Endah Agustina, Armansyah H. Tambunan, M. Yasin, Edy Hartulistiyoso, Y. Aris Purwanto, 1991. Energi dan Listrik Pertanian, JICA – DGHE/IPBProject/ADAET, JTA – 9a (132).
- Arati, J. M. 2009. Evaluating The Economic Feasibility of Anaerobik Digestion of Kawangware Market Waste. *Tesis*. Departement of Agricultural Economics. College of Agricultur. Kansas State University. Kansas.
- Bjerre, A.B. dan Olessan, A.B. 1996. Pretreatment of Wheat Straw Using Combined Wet Oxidation and Alkaline Hydrolysis Resulting in Convertible Cellulose and Hemicellulose. *Biotechnol Bioeng*. Vol 49 (5): 568 – 577.
- Darminto. 1984. Pengaruh Penggunaan Energi Biogas Tentang Sosial dan Ekonomi Petani di Wilayah Kecamatan Pujon Kabupaten Kelurahan Tingkat II Malang. Malang : Universitas Malang Pr.
- Foster, C. F. 1985. *Biotechnology and Wastewater Treatment*. Cambridge University, London.
- Hammad S. M. D. 1999. Integrated environmental and sanitary engineering project at Mirzapur. *Journal of Indian Water Work Association* 28 : 231 – 236.

- Hanafi, N. D. 2008. Teknologi Pengawetan Pakan Ternak. USU Repository. Medan.
- Hartadi, S. 1997. Tabel Komposisi Pakan Untuk Indonesia. UGM Press. Yogyakarta.
- Haryanto, A., Cahyani, D., Triyono, S., Murdapa, F. and Haryono, D. (2) Economic Benefit and Greenhouse Gas Emission Reduction Potential of A Family-Scale Cowdung Anaerobic Biogas Digester. *International Journal of Renewable Energy Defelopment* 6(1), 29-36.
<http://dx.doi.org/10.14710/ijred.6.1.29-36>.
- Kamaruddin, A., Abdul KL., Nirwan Siregar, Endah Agustina, Alamsyah, M., Yamin, Edy, H., Y. Aris Purwanto., 1995. Energi dan Listrik Pertanian. Academic Development of The Graduate Program IPB, Bogor.
- Koopmans, A, 1998. Trend in Energy Use. Expert Consultation on Wood Energy, Climate and Health. 7 – 9 October, 1998. Phuket, Thailand.
- Mediastika, C. E. 2007. Potensi Jerami Padi sebagai Bahan Baku Panel Akustik. *Dimensi Teknik Arsitektur*. Vol. 35 (2): 183 – 189.
- Nurtjahya Eddy, 2003. Pemanfaatan Limbah Ternak Rumensia untuk Mengurangi Pencemaran Lingkungan. Institut Pertanian Bogor : Bogor.
- Rudy C. Tarumingkeng, Bambang Purwantara. 2005. Pemanfaatan Limbah Ternak Ruminansia untuk mengurangi Pencemaran Lingkungan.
- Safan. 2008. Produksi Enzim Selulosa oleh *Aspergillus niger* dengan Substrat Jerami dalam Solid State Fermentation. Wordpress.com. Diakses pada Kamis, 04/01/18 pukul 22:00.
- Sibiya, T. N. H. Tesfagiorgis, B., and Edison M. 2015. Influence of Digestate Recirculation and Recirculation Percentage on Biogas Production from Lawn Grass via Anaerobic Digestion. *Engineering and Computer Science. Proceedings of the World Congress*. Vol. 11. No (5): 978 – 988.

Simamora S, Salundik, S. Wahyuni, Sarajudin. 2006. Membuat Biogas Pengganti Minyak dan Gas dari Kotoran Ternak. Jakarta : Agromedia Pustaka.

Sutrisno, Edi. 2009. Manajemen Sumber Daya Manusia Edisi Pertama. Jakarta : Kencana Prenada Media Group.

Veziroglu, T. N. 1991. Hydrogen Technology for Every Settlement, Int. Journal Hydrogen Energy, 12 : 99.

Werner V, Stochr V. and N. Hees. 2004. Biogas Plant in Animal Husbandry : Application of the Dutch Guesllechaft Fuer Technische Zusemmernarbeit (GTZ) GnbH.

Yodvika S, Sreekrishnan T.R, Sangeta K, dan Vineet R. 2004. Enhancement of Biogas Production From Solid Substrat Using Different Techniques – A Riview. J Biore Technol 95 : 1 – 10.