

**PENGARUH PENAMBAHAN UREA TERHADAP PRODUKSI BIOGAS
DARI CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI**

(Skripsi)

Oleh

BADAI PUTRA SUGARA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

**EFFECT ADDITION OF UREA TO BIOGAS PRODUCTION FROM MIXED
COW DUNG AND RICE STRAW**

By

BADAI PUTRA SUGARA

Biogas is renewable energy formed through the process of fermentation of organic waste materials, such as manure, organic waste, and other materials by methanogenic bacteria in anaerobic condition. One of the materials that can be used to produce biogas is rice straw. Rice straw has a C / N value of 67 while the optimal C / N ratio for biogas is 24-30 . If the C/N ratio is too high will result in lower microbial performance resulting in lower biogas production. To decrease the C/N ratio can be done by increasing the nitrogen content in the substrate. This can be done by adding urea fertilizer as a source of nitrogen because the nitrogen content in urea is 46%.

This research was conducted in November 2016 until January 2017 at Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agricultural, University of Lampung. Materials used are cow dung and rice straw with a ratio of 3:1 based on total solids (TS). The digester used is a semi-continue type with working

volume of 30 liters. This research used a complete randomized design using 4 treatments and 3 replications. The treatment of urea addition is zero (P1), 0,247 g/liter (P2), 0,645 g/liter (P3), and 1,304 g/liter (P4).

The result showed that addition urea had an effect on final VS, biogas production, biogas yields, methane yields and time (day) at which the biogas fermentation can be combusted. The fastest average time for biogas can burnt was 15,33 days after the digester is operated occurs in the addition of urea 0,247 g/liter (P2). The highest biogas yields occurred in the addition of urea of 0,247 g/liter (P2) that is 886,5 liter/kg VS removal. The highest content of methane was found in the addition of urea of 0,247 g/liter (P2) that is 50,121%. The highest methane yields occurred in the addition of urea of 0,247 g/liter (P2) that is 443,89 liter/kg VS removal. The result of this reseach showed that the best treatment was the addition of urea of 0,247 g/liter (P2).

Keywords : Biogas, Cow Dung, Rice Straw, Urea

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN UREA TERHADAP PRODUKSI BIOGAS

DARI CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI

Oleh

BADAI PUTRA SUGARA

Biogas adalah energi terbarukan yang terbentuk melalui proses fermentasi bahan-bahan limbah organik, seperti kotoran ternak, sampah organik, serta bahan-bahan lainnya, oleh bakteri metanogenik dalam kondisi anaerob. Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat biogas adalah jerami padi. Jerami padi memiliki nilai C/N sebesar 67 sedangkan nilai C/N rasio yang optimal untuk biogas adalah 24-30. Nilai C/N yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kinerja mikroba menjadi lebih rendah sehingga mengakibatkan produksi biogas juga menjadi rendah. Untuk menurunkan nilai C/N rasio dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kandungan nitrogen dalam substrat tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk urea sebagai sumber nitrogen karena kandungan nitrogen dalam pupuk urea mencapai 46%.

Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2016 sampai Januari 2017 di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung. Bahan yang digunakan adalah kotoran sapi dan jerami dengan perbandingan 3:1 berdasarkan total padatan (TS).

Digester yang digunakan adalah digester tipe semi kontinyu dengan volume kerja 30 liter. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap menggunakan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan penambahan urea yang digunakan yaitu P1 : Tanpa urea, P2 : 0,247 g/liter, P3 : 0,645 g/liter, P4 : 1,304 g/liter.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian urea berpengaruh terhadap VS akhir, produksi biogas, produktivitas biogas, produktivitas metana dan lama waktu fermentasi biogas bisa dibakar. Waktu rata-rata tercepat biogas untuk dapat terbakar yaitu 15,33 hari setelah digester dioperasikan terjadi pada perlakuan penambahan urea 0,247 g/liter (P2). Produktivitas biogas tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan urea sebesar 0,247 g/liter (P2) yaitu 886,5 liter/kg VS terdegradasi. Kandungan metana terbesar terdapat pada perlakuan penambahan urea sebesar 0,247 g/liter (P2) yaitu 50,121%. Produktivitas metana terbesar terdapat pada perlakuan penambahan urea sebesar 0,247 g/liter (P2) yaitu 443,89 liter/kg VS terdegradasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah penambahan urea sebesar 0,247 g/liter (P2).

Kata kunci : Biogas, Kotoran Sapi, Jerami Padi, Urea

**PENGARUH PENAMBAHAN UREA TERHADAP PRODUKSI BIOGAS
DARI CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN JERAMI PADI**

Oleh

Badai Putra Sugara

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
2017**

Judul Skripsi : **PENGARUH PENAMBAHAN UREA
TERHADAP PRODUKSI BIOGAS DARI
CAMPURAN KOTORAN SAPI DAN
JERAMI PADI**

Nama Mahasiswa : **Badai Putra Sugara**

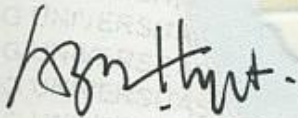
Nomor Pokok Mahasiswa : 1214071016

Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

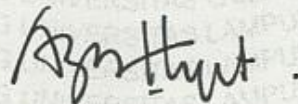


Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002



Dr. Marell Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.
NIP 19880325 201504 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

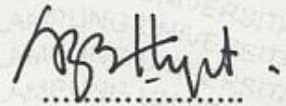


Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.
NIP 19650527 199303 1 002

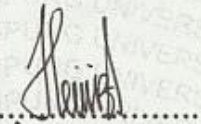
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

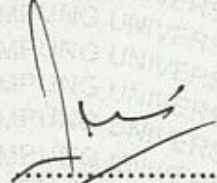
Ketua : Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



Sekretaris : Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. R. A. Bustomi Rosadi, M.S.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 3 Juni 2017

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Badai Putra Sugara** NPM 1214071016

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. Mareli Telaumbanua, S.T.P., 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.

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

Bandar Lampung, Juni 2017
Yang membuat pernyataan



(Badai Putra Sugara)

NPM. 1214071016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Gunung Madu, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 13 Agustus 1994, sebagai anak pertama dari pasangan Bapak Eko Purwanto dan Ibu Winarsih. Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SDN Bumi Jaya pada tahun 2000 – 2006, SMP Satya Dharma Sudjana pada tahun 2006 – 2009, SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2009 – 2012 dan terdaftar sebagai mahasiswa S1 Teknik Pertanian di Universitas Lampung pada tahun 2012. Penulis mendapatkan Beasiswa Supersemar selama 1 tahun. Selama menjadi mahasiswa penulis terdaftar aktif pada lembaga kemahasiswaan sebagai :

- Anggota Panitia Khusus Pemilihan Raya Fakultas Pertanian tahun 2013.
- Anggota Bidang Pengabdian Masyarakat Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2013/2014.
- Badan Pengawas Organisasi Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian Indonesia periode 2013/2014

- Wakil Ketua Umum Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) Fakultas Pertanian Universitas Lampung periode 2014/2015.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dosen pada beberapa mata kuliah :

- Mata Kuliah Mekanisasi Pertanian semester ganjil tahun ajaran 2015/2016
- Mata Kuliah Motor Bakar dan Traktor Pertanian semester ganjil tahun ajaran 2015/2016
- Mata Kuliah Alat Mesin Pertanian semester genap tahun ajaran 2015/2016
- Mata Kuliah Perbengkelan semester genap tahun ajaran 2015/2016
- Mata Kuliah Energi Terbarukan semester genap tahun Ajaran 2016/2017

Pada tahun 2015 penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik periode I tahun 2016 di Desa Gunung Tapa Udik, Kecamatan Gedung Meneng, Kabupaten Tulang Bawang dan melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT. Momenta Agrikultura (*Amazing Farm*) , Lembang, Kabupaten Bandung Barat dengan judul laporan “Mempelajari Hidroponik Sistem NFT Pada Budidaya Selada Di *Amazing Farm*”. Penulis berhasil mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.T.P.) pada tahun 2017 dengan menghasilkan skripsi yang berjudul “Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi dan Jerami Padi”.

Bismillahirrahmanirrahim

Kupersembahkan karya kecil ini untuk

Kedua orangtuaku tercinta

Bapak Eko Purwanto

Ibu Winarsih

Adikku tersayang

Deszlaria Putri Nindiatma

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat teriring salam semoga selalu tercurah kepada syuri tauladan Nabi Muhammad SAW dan keluarga serta para sahabatnya. Aamiin.

Skripsi yang berjudul “ **Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Sapi Dan Jerami Padi** “ adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian (S.T.P) di Universitas Lampung.

Penulis memahami dalam penyusunan skripsi ini begitu banyak cobaan, suka dan duka yang dihadapi, namun berkat ketulusan doa, semangat, bimbingan, motivasi, dan dukungan orang tua serta berbagai pihak sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P. selaku pembimbing pertama dan dan Ketua Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung yang telah memberikan bimbingan dan saran sehingga terselesaikanya skripsi ini.

2. Bapak Dr. Mareli Telaumbanua, S.T.P., M.Sc. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. R.A. Bustomi Rosadi, M.S., selaku pembahas dan pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, dan saran sebagai perbaikan selama penyusunan skripsi.
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banua, M.S., selaku dekan Fakultas Pertanian yang telah menyediakan fasilitas pendukung dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Kedua orang tua tercinta dan adik tersayang yang telah memberikan kasih sayang, dukungan moral, material dan doa.
6. Keluarga besar Teknik Pertanian Universitas Lampung terkhusus untuk angkatan 2012 atas segala dukungan dan bantuan.

Disadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna, akan tetapi sedikit banyaknya semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi pembaca.

Bandar Lampung, Juni 2017

Penulis,

Badai Putra Sugara

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Biogas.....	4
2.1.1 Karakteristik Biogas.....	4
2.1.2 Proses Pembentukan Biogas	5
2.1.3 Faktor-faktor Pembentukan Biogas.....	8
2.2 Jerami Padi.....	11
2.3 Pupuk Urea.....	12
III. METODOLOGI	14
3.1 Waktu dan Tempat	14
3.2 Alat dan Bahan.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Prosedur Penelitian.....	15

3.5	Persiapan alat.....	16
3.6	Persiapan Bahan	17
3.7	Perlakuan	18
3.8	Parameter Pengamatan	19
3.8.1	Pengukuran Temperatur	19
3.8.2	Pengukuran pH Substrat.....	19
3.8.3	Pengukuran Total Padatan (TS) dan padatan menguap (VS).....	20
3.8.4	Pengukuran Kadar C/N	21
3.8.5	Pengukuran Volume Biogas.....	21
3.8.6	Pengukuran Produktivitas Biogas dan Metana	21
3.8.7	Pengukuran Kandungan Metana	22
3.9	Pengisian Substrat Awal.....	22
3.10	Pengisian Substrat Campuran.....	22
3.11	Analisis Data	23
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1	Karakteristik Bahan	24
4.2	Derajat Keasaman (pH)	27
4.3	Suhu.....	28
4.4	Produksi Gas Harian dan Kumulatif	30
4.5	Komposisi gas	33
4.6	Produktivitas Biogas dan Metana.....	34
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Proses Hidrolisis	6
2.	Proses Metanogenesis	7
3.	Diagram alir penelitian.....	15
4.	Galon.....	17
5.	Digester semi kontinyu yang digunakan	17
6.	Jerami padi sebelum dan setelah di haluskan.....	18
7.	Grafik pH rata-rata setiap perlakuan	27
8.	Grafik rata-rata pH harian setiap perlakuan	27
9.	Perubahan rata-rata suhu harian	28
10.	Rata-rata suhu harian.....	29
11.	Produksi gas harian menggunakan metode <i>moving average</i> 8 harian	30
12.	Produksi gas kumulatif.....	31
13.	Volume biogas total rata-rata	32
14.	Produktivitas Gas	35
15.	Produktivitas metana.....	36
<i>Lampiran</i>		
16.	Pembuatan digester	71
17.	Penimbangan bahan isian.....	71

18. Pengisian substrat harian.....	72
19. Pengukuran Volume.....	72
20. Pengukuran pH harian.....	73
21. Sampel setelah oven.....	73
22. Proses pengabuan menggunakan Tanur.....	74
23. Sampel setelah pengabuan	74
24. Uji bakar biogas (a) P1U1, (b) P1U2, (c) P1U3	75
25. Uji bakar biogas (a) P2U1, (b) P2U2, (c) P2U3	75
26. Uji bakar biogas (a) P3U1, (b) P3U2, (c) P3U3	76
27. Uji bakar biogas (a) P4U1, (b) P4U2, (c) P4U3	76

DAFTAR TABEL

Tabel	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Komposisi biogas	5
2.	Nilai nisbah C/N dari beberapa jenis bahan organik.....	9
3.	Komposisi bahan dan penambahan urea	18
4.	Contoh tabel analisis sidik ragam	23
5.	Karakteristik bahan	24
6.	Karakteristik substrat campuran.....	25
7.	Pengaruh penambahan urea terhadap kandungan VS akhir	26
8.	Nilai TS dan VS substrat.....	26
9.	Pengaruh penambahan urea terhadap produksi biogas rata-rata harian	30
10.	Pengaruh penambahan urea terhadap produksi biogas	31
11.	Pengaruh penambahan urea terhadap waktu biogas bisa terbakar	33
12.	Komposisi Gas	34
13.	Pengaruh penambahan urea terhadap produktivitas biogas	35
14.	Produktivitas metana dari berbagai referensi.....	37
<i>Lampiran</i>		
15.	Analisis sidik ragam TS	42
16.	Analisis sidik ragam VS.....	42

17. Analisis sidik ragam pH	42
18. Analisis sidik ragam suhu pagi hari	42
19. Analisis sidik ragam suhu siang hari.....	43
20. Analisis sidik ragam suhu sore hari	43
21. Analisis sidik ragam produksi harian biogas	43
22. Analisis sidik ragam Produksi total biogas	43
23. Analisis sidik ragam produktifitas biogas	44
24. Analsiis sidik ragam waktu nyala biogas	44
25. Berat sampel sebelum <i>oven</i> (gram)	45
26. Berat sampel setelah <i>oven</i> (gram)	46
27. Berat sampel sebelum pembakaran (gram)	47
28. Berat sampel setelah pembakaran (gram)	48
29. Suhu harian digester	49
30. pH harian digester	61
31. Produksi gas harian	65
32. Produksi gas Kumulatif.....	68

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar ke-4 di dunia. Saat ini jumlah penduduk Indonesia mencapai 260 juta jiwa. Jumlah penduduk yang besar ini menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan konsumsi energi terbesar di dunia. Konsumsi energi Indonesia terbagi menjadi beberapa sektor, diantaranya sektor industri, rumah tangga, transportasi, komersial, dan beberapa sektor kecil lainnya. Konsumsi energi final pada semua sektor di Indonesia mencapai 1.152 juta setara barrel minyak (BPTP, 2015) .

Indonesia memiliki beberapa potensi sumber daya energi fosil diantaranya minyak bumi, gas bumi dan batubara. Pada tahun 2014, cadangan terbukti minyak bumi sebesar 3,6 miliar barrel, gas bumi sebesar 100,3 TCF dan cadangan batubara sebesar 32,27 miliar ton. Bila diasumsikan tidak ada penemuan cadangan baru, berdasarkan rasio R/P (*Reserve/Production*) tahun 2014, maka minyak bumi akan habis dalam 12 tahun, gas bumi 37 tahun, dan batubara 70 tahun. Cadangan ini bahkan akan lebih cepat habis dari tahun yang disebut di atas karena kecenderungan produksi energi fosil yang terus meningkat. Saat ini sumber energi terbarukan sebagai energi alternatif untuk menghemat penggunaan energi fosil sudah banyak dikembangkan diberbagai negara di dunia. Potensi energi

terbarukan di Indonesia saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal. Sumber energi terbarukan yang terdapat di Indonesia diantaranya adalah panas bumi, hidro, mini-mikrohidro, biomassa, energi surya, energi angin, uranium, *shale gas*, gas metana batubara, gelombang laut, energi panas laut, dan pasang surut (BPPT, 2016).

Biogas adalah energi terbarukan yang terbentuk melalui proses fermentasi bahan-bahan limbah organik, seperti kotoran ternak, sampah organik, serta bahan-bahan lainnya, oleh bakteri metanogenik dalam kondisi anaerob (Wahyuni, 2013).

Biogas bisa digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti energi karena dapat dibuat pada skala industri maupun skala rumah tangga. Pada skala rumah tangga, masyarakat yang memiliki ternak bisa membuat instalasi biogas sederhana untuk memproduksi biogas. Biogas yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengganti gas yang digunakan untuk kebutuhan memasak. Selain dapat digunakan sebagai pengganti gas untuk memasak, biogas juga dapat digunakan untuk memproduksi listrik.

Jerami dapat digunakan sebagai salah satu bahan untuk memproduksi biogas. Jumlah produksi jerami setiap tahunnya mencapai 180 juta ton, 36-62% hanya dibuang dan dibakar masyarakat (Noviyanto dkk., 2015). C/N rasio merupakan perbandingan antara karbon dan nitrogen pada suatu bahan organik (Wahyuni, 2013). Jerami memiliki C/N rasio sebesar 70, sedangkan nilai C/N rasio yang baik untuk produksi biogas berada diantara 20-30. Tingginya nilai C/N rasio menyebabkan rendahnya produksi biogas. Nilai C/N yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kinerja mikroba menjadi lebih rendah. Imbasnya produksi gas

menjadi metana juga menjadi rendah. Untuk menurunkan nilai C/N rasio dapat dilakukan dengan cara meningkatkan kadar nitrogen dalam substrat tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan pupuk urea sebagai sumber nitrogen. Urea dipilih sebagai sumber nitrogen karena mudah dicerna oleh berbagai mikroorganisme. Selain itu, urea yang berisi nitrogen menjadi sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba (Khaerunnisa dan Rahmawati, 2013). Pupuk urea memiliki kandungan nitrogen sebesar 46% (Pitojo, 1995). Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk menentukan jumlah penambahan urea sehingga didapat komposisi terbaik untuk menghasilkan biogas.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan pupuk urea terhadap hasil produksi biogas dari campuran kotoran sapi dan jerami padi.
2. Mengetahui jumlah penambahan urea terbaik untuk meningkatkan produksi biogas.
3. Mengetahui pengaruh penambahan urea terhadap kandungan metana biogas.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai :

1. Informasi ilmiah mengenai peningkatan produksi biogas dari jerami.
2. Bahan pertimbangan dalam pengembangan biogas di wilayah pedesaan.

II. 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 anaerobik. Proses pembentukan biogas membutuhkan ruangan dalam kondisi kedap atau tertutup agar stabil. Pada prinsipnya, biogas terbentuk melalui beberapa proses yang berlangsung dalam ruang yang anaerob atau tanpa oksigen. Biogas memiliki kandungan energi tinggi yang tidak kalah dari kandungan energi dari bahan bakar fosil. Nilai kalori dari 1 m³ biogas setara dengan 0,6-0,8 liter minyak tanah. Untuk menghasilkan listrik 1 kwh dibutuhkan 0,62- 1 m³ biogas yang setara dengan 0,52 liter minyak solar (Wahyuni, 2013).

2.1.1 Karakteristik Biogas

Biogas adalah kumpulan dari beberapa gas yang dihasilkan oleh bahan-bahan organik melalui proses fermentasi anaerobik. Biogas memiliki kandungan utama yaitu metana dan karbondioksida tetapi juga mengandung unsur gas lain. Gas alam merupakan gas yang terdiri dari beberapa unsur gas yang memiliki komposisi kimia yang berbeda. Komposisi biogas yang dihasilkan oleh proses anaerobik meliputi metana (CH₄), karbon dioksida (CO₂), beberapa gas inert, dan

senyawa sulfur. Metana merupakan gas yang berasal dari gas alam yang dapat dibakar (Deublein dan Sheinhauser, 2008).

Biogas kira-kira memiliki berat 20% lebih ringan dibandingkan udara. Biogas memiliki suhu pembakaran antara 650-750 °C. Biogas tidak berbau dan tidak berwarna. Apabila dibakar akan menghasilkan nyala api biru cerah seperti gas LPG. Nilai kalor gas metana adalah 20 MJ/m³ dengan efisiensi pembakaran 60% pada kompor konvensional biogas (Wahyuni, 2013). Kandungan biogas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi biogas

No	Komponen	Kisaran Nilai
1	Metana (CH ₄)	55 – 70%
2	Karbondioksida (CO ₂)	30 – 45%
3	Hidrogen sulfida (H ₂ S)	200 – 4000 ppm vol
4	Nilai energi biogas	20 – 25 MJ/Nm ³
5	Nilai energi CH ₄ per ton MSW	167 – 373 MJ/Ton MSW

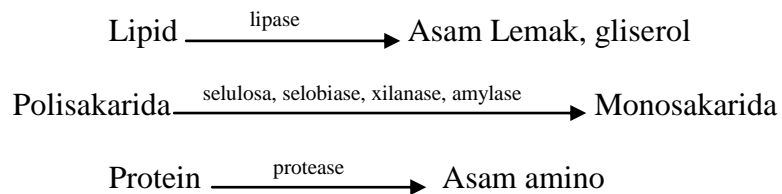
Sumber : RISE AT (1998)

2.1.2 Proses Pembentukan Biogas

Proses pembentukan biogas membutuhkan ruangan dalam kondisi kedap atau tertutup agar stabil. Pada prinsipnya, biogas terbentuk melalui beberapa proses yang berlangsung dalam ruang yang anaerob atau tanpa oksigen (Wahyuni, 2013). Menurut Seadi *et.al.*, (2008), proses pembentukan biogas terbagi menjadi 4 proses yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis, dan metanogenesis.

2.1.2.1 Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses pertama dalam proses pembentukan biogas secara anaerobik, di mana bahan organik kompleks (polimer) diurai menjadi unit yang lebih kecil (mono dan oligomer). Selama hidrolisis, polimer seperti karbohidrat, lipid, asam nukleat dan protein diubah menjadi glukosa, gliserol, purin dan piridina. Mikroorganisme hidrolitik mengeluarkan enzim hidrolitik, mengkonversi biopolimer menjadi senyawa sederhana dan larut seperti yang ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1. Proses Hidrolisis

Berbagai mikroorganisme terlibat dalam hidrolisis, yang dilakukan oleh exoenzymes, diproduksi oleh mikroorganisme yang menguraikan bahan partikulat larut. Produk yang dihasilkan dari hidrolisis lebih lanjut diuraikan oleh mikroorganisme yang terlibat dan digunakan untuk proses metabolisme mereka sendiri (Seadi *et.al.*, 2008).

2.1.2.2 Asidogenesis

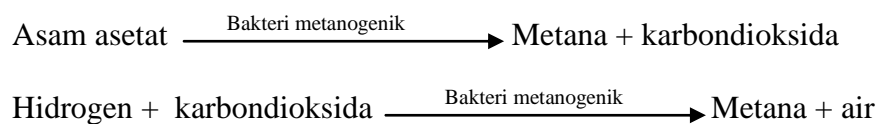
Selama proses asidogenesis, produk hidrolisis dikonversi oleh bakteri asidogenik ke dalam substrat metanogen. Glukosa, asam amino dan asam lemak yang terdegradasi menjadi asetat, karbon dioksida dan hidrogen (70 %) serta menjadi asam volatil dan alkohol (30 %) (Seadi *et.al.*, 2008).

2.1.2.3 Asetogenesis

Produk dari asidogenesis, yang tidak dapat langsung diubah menjadi metana oleh bakteri metanogenik, diubah menjadi substrat metanogen selama asetogenesis. Asam volatil dan alkohol dioksidasi menjadi substrat metanogen seperti asetat, hidrogen dan karbondioksida. Asam volatil, dengan rantai karbon lebih dari dua unit dan alkohol, dengan rantai karbon lebih lama dari satu unit, dioksidasi menjadi asetat dan hidrogen. Produksi hidrogen meningkatkan tekanan parsial hidrogen. Hal ini dapat dianggap sebagai "produk limbah" dari asetogenesis dan menghambat metabolisme bakteri acetogenik. Selama metanogenesis, hidrogen diubah menjadi metana. Asetogenesis dan metanogenesis biasanya berjalan paralel, sebagai simbiosis dari dua kelompok organisme (Seadi *et.al.*, 2008).

2.1.2.4 Metanogenesis

Produksi metana dan karbon dioksida dari produk *intermediate* dilakukan oleh bakteri metanogen. 70 % dari metana yang terbentuk berasal dari asetat, sedangkan 30% sisanya dihasilkan dari konversi hidrogen (H) dan karbon dioksida (CO₂), menurut persamaan pada Gambar 2.



Gambar 2. Proses Metanogenesis

Metanogenesis merupakan langkah penting dalam seluruh proses pencernaan anaerobik, karena merupakan reaksi biokimia yang paling lambat. Metanogenesis sangat dipengaruhi oleh kondisi pengoperasian. Komposisi bahan baku, laju

umpan, temperatur, dan pH adalah contoh faktor yang mempengaruhi proses metanogenesis. Pengisian yang tidak sesuai dengan volume digester, perubahan suhu atau masuknya oksigen dapat mengakibatkan berhentinya produksi metana (Seadi *et.al.*, 2008).

2.1.3 Faktor-faktor Pembentukan Biogas

Pada prinsipnya, tahapan dalam proses pembentukan biogas memiliki beberapa parameter bahan dan faktor yang harus diperhatikan dengan baik. Faktor-faktor tersebut adalah :

a. Substrat Bahan Organik

Jenis bahan organik yang digunakan sebagai bahan baku merupakan faktor yang sangat penting untuk diperhatikan. Hal ini berpengaruh terhadap lamanya waktu dekomposisi bahan hingga menghasilkan gas metana yang diperlukan. Secara umum, kandungan bahan organik berdasarkan urutan lamanya terdekomposisi terdiri dari gula, protein, lemak, hemiselulosa, dan lignin. Bahan organik berupa limbah pertanian hijauan yang mengandung selulosa dan lignin lebih lama untuk terdekomposisi dibandingkan limbah kotoran ternak. Karena itu, untuk menghasilkan proses yang optimal, bahan yang digunakan sebaiknya merupakan campuran limbah pertanian dengan kotoran ternak (Wahyuni, 2013).

b. Derajat Kemasaman (pH)

Tingginya derajat kemasaman atau pH terkait dengan kinerja dari mikroorganisme dalam membantu proses fermentasi. Interval pH optimum untuk pencernaan mesofilik adalah antara 6,5 dan 8,0. Proses ini akan terhambat apabila nilai pH menurun di bawah 6,0 atau naik di atas 8,3 (Seadi *et.al.*, 2008). Pada saat

tahap awal fermentasi, pH akan cenderung turun. Namun setelah 2-3 minggu, pH akan kembali naik seiring dengan pertumbuhan bakteri metanogenik. Laju penurunan atau peningkatan pH yang terlalu ekstrem biasanya cenderung mengakibatkan populasi mikroba terutama bakteri ikut turun sehingga proses pencernaan anaerob ikut terganggu. Hal ini dapat dicegah dengan menambahkan kapur (Wahyuni, 2013).

c. Nisbah C/N

Nisbah C/N merupakan perbandingan antara karbon dan nitrogen pada suatu bahan organik. Karbon dan nitrogen merupakan dua unsur utama yang membentuk substrat bahan organik. Keduanya diperlukan sebagai sumber energi mikroorganisme dalam melakukan aktifitas perombakan. Mikroorganisme perombak akan bekerja optimal pada tingkat nisbah C/N sebesar 25-30. Nilai C/N yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kinerja mikroba menjadi lebih rendah. Imbasnya produksi gas menjadi metana juga menjadi rendah. Sementara itu, nisbah C/N yang terlalu rendah akan mengakibatkan terbentuknya asam-asam organik dalam jumlah tinggi. Setiap substrat bahan organik memiliki nilai C/N yang berbeda seperti yang terlihat pada Table 2.

Tabel 2. Nilai nisbah C/N dari beberapa jenis bahan organik

Bahan	C/N
Bahan Herbal	25
Jerami Gandum	87
Jerami Barley	56
Jerami Padi	67
Bonggol Jagung	56
Lucerne	18
Daun Pepohonan	41
Batang Kentang	22
Batang Kacang dan Kedelai	32
Kotoran Domba	29

Sumber : Dobre *et.al.*, 2014

d. Suhu

Suhu atau temperatur selama proses fermentasi berlangsung perlu dikontrol setiap harinya. Kerja dari bakteri dan mikroorganisme penghasil biogas tergantung pada suhu di dalam digester. Proses anaerobik di dalam reaktor normalnya memiliki dua kisaran suhu yaitu 25-40°C, untuk tingkatan mesofilik dan lebih dari 40°C untuk tingkatan termofilik (Ahring, 2003). Stabilitas suhu menentukan untuk fermentasi anaerob. Dalam prakteknya, suhu operasi yang dipilih dengan pertimbangan untuk bahan baku yang digunakan dan suhu proses yang diperlukan biasanya dipengaruhi oleh pemanasan lantai atau dinding sistem, di dalam digester (Seadi *et.al* (2008).

e. Laju Pembebanan

Kerja mikroorganisme dalam melakukan fermentasi harus terus dijaga agar tetap kontinyu. Karena itu, perlu dilakukan pengisian ulang bahan organik dalam periode tertentu. Pengisian ini bertujuan untuk menjaga rasio C/N agar tetap pada angka kebutuhan mikroorganisme. Pengisian ulang dilakukan setiap hari dengan mempehitungkan waktu dekomposisi, jenis, dan volume digester. Jika jumlah bahan yang dimasukkan terlalu banyak, akan menimbulkan penumpukan yang mengakibatkan produksi gas terhambat. Sebaliknya, jika pengisian ulang terlalu sedikit, produksi biogas juga akan rendah (Wahyuni, 2013).

f. Pengadukan

Pengadukan bertujuan untuk menghomogenkan bahan baku pembuatan biogas, seperti kotoran ternak, limbah pertanian, dan bahan-bahan lainnya. Pasalnya pada saat pencampuran dilakukan, bahan-bahan tersebut tidak tercampur dengan baik dan merata. Pengadukan dapat dilakukan sebelum dimasukkan ke dalam digester

atau ketika bahan tersebut sudah berada di dalam digester. Bahan-bahan seperti kotoran sapi kering perlu ditambahkan air sebelum diaduk agar tidak terjadi pengendapan yang menimbulkan kerak di dalam digester. Pengendapan seperti ini dapat mengakibatkan produksi gas terhambat karena mikroorganisme tidak dapat memanfaatkan bahan tersebut secara optimal.

g. Starter

Starter merupakan bahan tambahan berupa mikroorganisme perombak yang berguna untuk mempercepat proses perombakan. *Starter* yang digunakan dapat berupa starter alami maupun buatan. *Starter* alami merupakan bahan yang berasal dari alam berupa lumpur organik aktif atau cairan isi rumen. Sementara itu, *starter* buatan diperoleh dengan cara pembiakan di laboratorium.

h. Waktu Retensi

Waktu retensi merupakan waktu rata-rata saat bahan dimasukkan ke dalam digester dan selama bahan mengalami proses fermentasi oleh bakteri metanogenik. Faktor ini sangat ditentukan oleh faktor-faktor lainnya, seperti suhu, pengenceran, dan laju pengisian ulang bahan. Waktu retensi biasanya berkisar 29-60 hari, bergantung pada jenis bahan organik yang digunakan.

2.2 Jerami Padi

Jerami padi adalah batang dan daun padi, yang merupakan sisa-sisa tanaman padi setelah dipanen. Jerami padi yang kaya akan kandungan lignoselulosa dapat dikonversi melalui fermentasi mikroba baik secara aerob maupun anaerob. Hasil akhir dari kedua macam fermentasi tersebut berbeda, tergantung dari proses maupun mekanisme yang digunakan. Fermentasi secara aerob akan menghasilkan

kompos dan karbon dioksida (CO₂). Sementara itu proses fermentasi secara anaerob akan menghasilkan silase, biogas dan *sludge* (Taherzadeh dan Karimi, 2008). Jerami padi mengandung 30-52% *selulosa*, 6-29% *hemiselulosa* dan 5-10% *lignin*. Bahan yang mengandung selulosa mudah dicerna oleh bakteri anaerob, tetapi bila banyak mengandung zat kayu (*lignin*) pencernaan menjadi sukar. Dalam proses pembuatan biogas, bahan yang sukar tercerna akan terapung pada permukaan cairan dan membentuk lapisan kerak (*scum*), sedangkan bahan yang mudah dicerna akan turun ke dasar tangki pencernaan (Doyle et al., 1986 dalam Pujiharti, 2000).

Jumlah produksi jerami setiap tahunnya mencapai 180 juta ton, dan 36-62% hanya dibuang dan dibakar masyarakat (Noviyanto, 2015). Hanya sebagian kecil petani yang sudah memanfaatkan jerami tersebut untuk mulsa atau dibuat kompos. Pembakaran tersebut menghasilkan gas CO₂ dan asap yang berbahaya terhadap kesehatan petani itu sendiri dan masyarakat sekitarnya. Jerami padi dapat dimanfaatkan untuk produksi biogas dengan cara memfermentasikannya dalam tangki yang hampa (anaerob). Setiap 1 kg jerami padi dapat menghasilkan 0,20-0,38 m³ biogas (Wahyuni, 2013).

2.3 Pupuk Urea

Kandungan pupuk urea secara global terdiri dari 46% nitrogen dan 54% zat pembawa (*carrier*). Hal ini berarti, di dalam 100 kg urea terdapat sebanyak-banyaknya 46 kg nitrogen tersedia dan 56 kg zat pembawa yang tidak memberikan efek positif bagi tanaman. Dalam 54% bagian tersebut terdapat karbondioksida dan zat pembawa yang terikat saat proses pembuatan pupuk urea

berlangsung. (Anonim, 2016). Terdapat banyak variasi dalam proses pembuatan urea, kebanyakan dari variasinya adalah metode-metode yang digunakan untuk mendapatkan kembali, memisahkan dan mendaur ulang NH_3 dan CO_2 yang tidak bereaksi (Pitojo, 1995). Pupuk urea termasuk ke dalam tipe pupuk yang higroskopis, dalam hal ini dapat dijelaskan bahwa pada kelembaban relative 73% sudah mulai menarik air dari udara. Berbentuk kristal (butir-butir) putih bergaris tengah kurang lebih 1 mm larut dalam air, dengan pengaruh dan peranan jasad renik di dalam tanah diubah menjadi amoniumkarbonat. Reaksi fisiologis urea adalah asam lemah, sedangkan *equivalent acidity*-nya 80 (Sutedjo, 2010).

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2016-Januari 2017 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

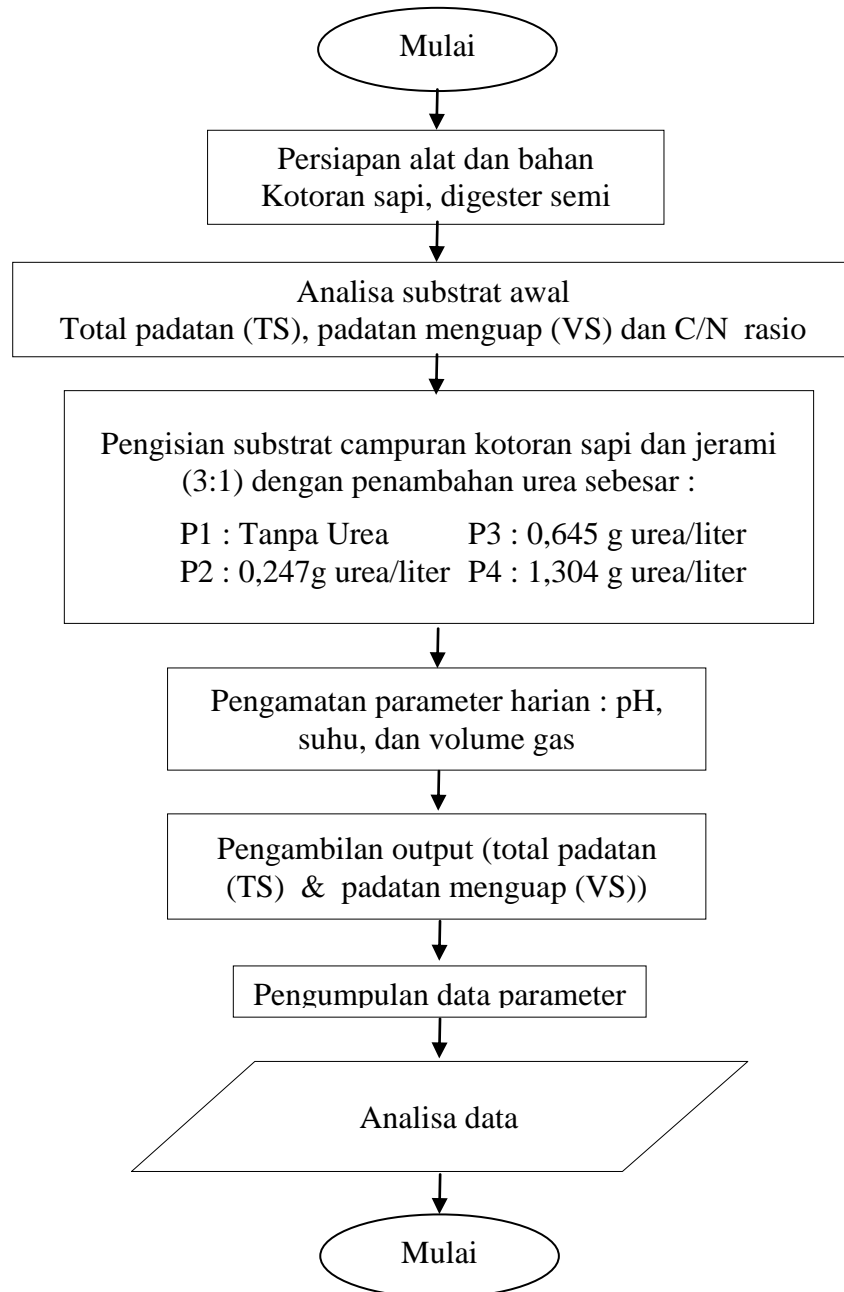
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini gergaji besi, kunci pas ukuran 12, ember dan bak 5 buah, termokopel, pH meter, *hammer mill*, timbangan analitik, gelas ukur, oven, cawan petri, dan tanur. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu jerami, pupuk urea, kotoran sapi dan air, resin 1 kaleng, aibon 1 kaleng, pipa 1 ½ inchi, selang, corong, dop ban motor, kran gas 0,5 inchi, balon penampung.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan penambahan urea dan 3 ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah tanpa urea (P1), 0,247 gram urea/liter (P2), 0,645 gram urea/liter (P3), dan 1,304 gram urea/liter (P4).

3.4 Prosedur Penelitian

Secara garis besar pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

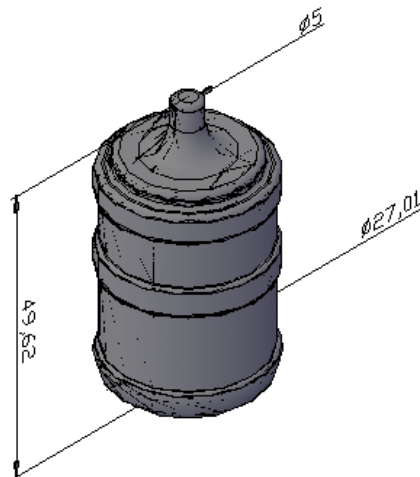
3.5 Persiapan alat

Digester yang digunakan merupakan jenis semi kontinyu dengan kapasitas volume 38 liter. Volume kerja digester yang digunakan adalah 30 liter. Digester terdiri dari bagian tabung, corong masukan atau inlet, saluran keluaran outlet, penampung biogas. Bahan yang digunakan berupa 2 buah galon, resin 1 kaleng, aibon 1 kaleng, pipa 1 ½ inchi, corong, dop ban motor, kran gas 0,5 inchi, balon penampung, sedangkan alat yang digunakan terdiri dari gergaji besi, bor listrik, kunci pas ukuran 12.

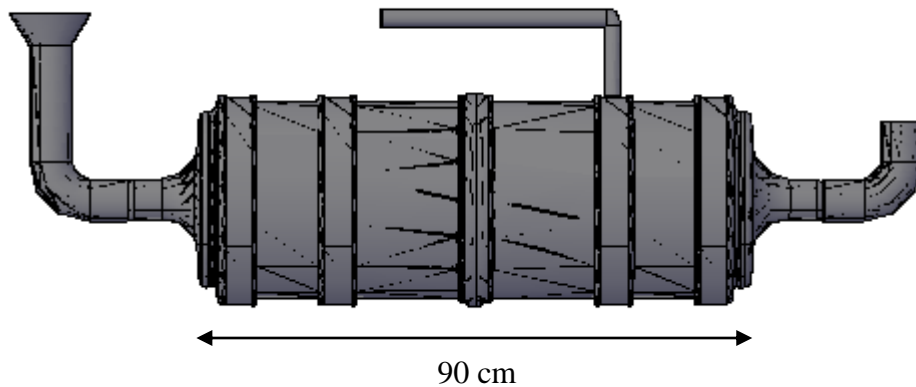
Perakitan digester semi kontinyu dijelaskan sebagai berikut:

1. Pemotongan pada bagian dasar galon sehingga membentuk lubang sesuai diameter galon.
2. Pelubangan pada bagian sisi dinding galon dengan bor, sesuai ukuran dop ban motor, dilapisi karet dan direkatkan dengan lem aibon, ring, mur ukuran 12 inchi dikencangkan dengan kunci pas 12.
3. Penyambung kedua buah galon direkatkan dengan resin selama ± 1 jam pada suhu 30°C yang dilakukan pada siang hari.
4. Penyambungan pipa pada bagian ujung galon menggunakan resin.

Bahan galon dan digester yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Galon



Gambar 5. Digester semi kontinyu yang digunakan

3.6 Persiapan Bahan

Bahan berupa kotoran sapi segar dan air didapat dari wilayah Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Kotoran sapi diambil di pagi hari sebelum dilakukan pengisian pada digester. Jerami padi diambil dari Desa Way Galih, Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan. Jerami dicacah secara manual menggunakan golok dan kemudian diperhalus menggunakan *hammer mill*.

Setelah itu kotoran sapi dicampur dengan jerami dengan perbandingan 3:1 berdasarkan total padatan.



Gambar 6. Jerami padi sebelum dan setelah di haluskan

3.7 Perlakuan

Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan dengan masing-masing perlakuan dilakukan 3 ulangan. Komposisi campuran pada setiap perlakuan menggunakan perbandingan kotoran sapi dan jerami 3:1 berdasarkan total padatan. Komposisi setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi bahan dan penambahan urea

Perlakuan	Komposisi Bahan (berdasarkan TS)		Berat Basah Bahan (Kg)		Penambahan Urea (g/liter)
	Kotoran Sapi	Jerami Padi	Kotoran Sapi	Jerami Padi	
	P1	3	1	0,267	
P2	3	1	0,267	0,027	0,247
P3	3	1	0,267	0,027	0,645
P4	3	1	0,267	0,027	1,304

3.8 Parameter Pengamatan

Pengamatan kandungan bahan meliputi total padatan (TS), padatan menguap (VS) dan C/N rasio. Kontrol digester juga diamati, meliputi parameter pH dan suhu, sedangkan untuk produksi biogas meliputi parameter volume, waktu pembentukan dan produktivitas biogas. Pengamatan dilakukan selama 60 hari terhitung semenjak digester dioperasikan, penelitian ini menggunakan parameter pengukuran meliputi pengukuran temperatur, pengukuran pH substrat, pengukuran total padatan (TS) dan padatan menguap (VS), pengukuran kadar C/N, pengukuran volume biogas, pengukuran kandungan metana, dan pengukuran produktivitas biogas dan metana.

3.8.1 Pengukuran Temperatur

Pengukuran dilakukan pada temperatur ruang dan temperatur pada digester. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan thermocoupe (satuan °C). Pengukuran dilakukan setiap hari sejak awal hingga akhir pengisian digester pada waktu pagi, siang dan sore.

3.8.2 Pengukuran pH Substrat

Pengukuran pH substrat bertujuan untuk mengetahui kondisi alkalinitas substrat. Pengukuran pH substrat dilakukan menggunakan pH meter. Pengukuran dilakukan setiap hari sejak awal hingga akhir pengisian digester.

3.8.3 Pengukuran Total Padatan (TS) dan padatan menguap (VS)

Analisa TS bertujuan untuk mengetahui komponen kering pada bahan, sedangkan Analisa VS dilakukan untuk mengetahui jumlah komponen organik dalam bahan. Analisa ini dilakukan pada substrat bahan segar *loading rate* dan digestat yang terbuang setiap 7 hari sekali. Pengukuran dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. TS dan VS dihitung menggunakan persamaan (2) dan (4).

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{Total Solid} = 1 - \text{KA} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Kadar Abu} = \frac{W_4}{W_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\text{Volatile Solid} = \frac{W_3 - W_4}{W_3} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(4)$$

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)

Selisih dari VS awal dan akhir pada saat keadaan digester mencapai titik konstan, diukur sebagai banyaknya bahan organik yang terdegradasi, dan dihitung dengan persamaan (5).

$$\text{VS terdegradasi} = \text{VS in} - \text{VS out} \quad \dots\dots\dots(5)$$

Dimana

VS in = VS bahan isian

VS out = VS digestat yang keluar

3.8.4 Pengukuran Kadar C/N

Kadar C dan N bahan diukur satu kali pada substrat bahan segar selama penelitian, Pengukuran dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung, kandungan C-organik diukur menggunakan *metode walkey and black*, sedangkan untuk N-total digunakan metode semi-mikro Kjeldahl. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui kandungan C/N rasio bahan. Rasio C/N bahan dapat ditentukan dengan persamaan (6).

$$Rasio\ C/N = \frac{Nilai\ C\ organik}{Nilai\ N\ organik} \dots\dots\dots(6)$$

3.8.5 Pengukuran Volume Biogas

Pengukuran dilakukan setiap hari semenjak pengisian awal. Balon yang belum terisi gas dibenamkan pada bak berisi penuh air, pada bagian atas ditahan dengan screen sehingga air dapat keluar tanpa menyebabkan balon terapung. Volume air yang berpindah akibat perubahan volume balon diukur sebagai volume biogas yang dihasilkan, satuan yang digunakan yaitu liter per hari.

3.8.6 Pengukuran Produktivitas Biogas dan Metana

Produktivitas biogas diukur sebagai hasil volume biogas per TS *input*.

Pengukuran dilakukan setiap 7 hari sekali, menggunakan persamaan (7)

$$Produktivitas\ Biogas = \frac{Volume\ Biogas}{VSin - VSout} \dots\dots\dots(7)$$

Produktivitas metana merupakan hasil produksi gas per VS terdegradasi.

Produktivitas metana dihitung menggunakan persamaan (8).

$$\text{Produktivitas Metana} = \frac{\text{Volume Biogas}}{V_{Sin} - V_{Sout}} \times \% \text{metana} \quad \dots\dots\dots(8)$$

3.8.7 Pengukuran Kandungan Metana

Pengukuran kandungan metana dilakukan untuk mengetahui kadar metana yang terdapat pada biogas yang dihasilkan pada setiap perlakuan. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan gas pada setiap perlakuan ke dalam kantong sampel. Setelah itu sampel gas diserahkan ke Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian untuk dilakukan analisis.

3.9 Pengisian Substrat Awal

Bahan organik diisikan ke dalam digester berdasarkan kandungan kering, dengan volume pengisian sebesar 30 liter. Menurut Van Buren (1979, dalam Sejati, 2015), bakteri penghasil biogas dapat beraktivitas secara normal pada substrat dengan kadar air 90% dan kadar padatan 8-10%. Jika bahan yang digunakan kering, maka perlu penambahan air, akan tetapi jika bahan yang digunakan berbentuk lumpur, maka tidak perlu penambahan air.

3.10 Pengisian Substrat Campuran

Pengisian substrat campuran dilakukan setiap hari dengan laju pengisian sebesar 0,5 liter per hari. Perbandingan antara kotoran sapi dan jerami yang digunakan adalah 3:1 berdasarkan TS.

3.11 Analisis Data

Data yang didapat dianalisis dengan menggunakan analisis sidik ragam atau *analysis of variance* (ANOVA) dan apabila berpengaruh dilakukan uji lanjut berupa uji BNT. Data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Data-data tersebut kemudian dibandingkan antar perlakuan. Setelah itu dibahas dan kemudian ditarik sebuah kesimpulan dari pembahasan tersebut.

Tabel 4. Contoh tabel analisis sidik ragam

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>Df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
<i>Between Groups</i>						
<i>Within Groups</i>						
<i>Total</i>						

Keterangan :

SS : *Sum Square* atau jumlah kuadrat

df : *Degree of freedom* atau derajat bebas

MS : *Mean square* atau kuadrat tengah

F : Hasil pembagian *MS Between Groups/MS Within Groups*

P-value : Nilai probabilitas

F-crit : *F-critical* atau nilai F tabel

Jika nilai F lebih besar dari nilai *F-critical* maka perlakuan berpengaruh.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemberian urea berpengaruh terhadap VS akhir, produksi biogas, produksi gas kumulatif dan produktivitas biogas dari campuran kotoran sapi dan jerami padi.
2. Pemberian urea 0,247g/liter (P2) yang menghasilkan C/N rasio 27,30 merupakan perlakuan terbaik dengan produktivitas biogas sebesar 885,63 liter/kg VS terdegradasi. Perlakuan P2 memiliki rata-rata waktu biogas mulai bisa dibakar pada hari ke 15,33.
3. Kadar metana (CH_4) berada pada kisaran 37,037% (P4) sampai dengan 50.121% (P2) dengan produktivitas metana terbesar terdapat pada P2 yaitu 443,89 liter/kg VS.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan

1. Meningkatkan jumlah jerami yang digunakan dalam pembuatan biogas dengan penambahan urea.
2. Memperpendek rentang C/N dan penambahan urea pada setiap perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. *Kandungan Pupuk Urea*.
<http://pupuklopedia.blogspot.com/2014/06/kandungan-pupuk-urea.html>.
Diakses pada 25 Juli 2016.
- Ahring, K.B. 2003. *Perspective for Anaerobic Digestion in Biomethanation I (Advances In Biochemical Engineering/Biotechnology Vol 81)*, editor T. Scheper. Biocentrum, Denmark: 1-30.
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2015. *Outlook Energi Indonesia 2015*. PTPSE. Jakarta: 11
- Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. 2016. *Outlook Energi Indonesia 2016*. PTPSE. Jakarta: 17-18
- Chandra, R., H.Takeuchi, T. Hasegawa, 2012. Hydrothermal Pretreatment of Rice Straw Biomass: A Potensialand Promising Method for Enhanced Methane Production. *Applied Energy* 94. 129-140
- Deublein, D. dan A, Steinhauser. 2008. *Biogas From Waste and Renewable Resource*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA, Weinheim. Hal. 49.
- Dobre, P., F. Nicolae, dan F. Matei. 2014. Main Factors Affecting Biogas Production – An Overview. *Romanian Biotechnological Letters*. 19 (3)
- Khaerunnisa, G. dan I. Rahmawati,. 2013. Pengaruh pH Dan Rasio COD:N Terhadap Produksi Biogas Dengan bahan Baku Limbah Industri Alkohol (Vinasse). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 2 (3), 1-7.
- Lei, Z., J. Chen, Z. Zhang, N. Sugiura. 2010. Methane Production From Rice straw with acclimated anaerobic sludge: Effect of Phosphate supplementation. *Bioresource Technology* 101. 4343-4348
- Ni'mah, L. 2014. Biogas from Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture : Composition Effect. *Chemica*. 1(1) : 1 – 9.
- Noviyanto, F. Amirotus S, V. Uli A, H. Anwar, S.Gunawan, T. Widjaja. 2015. Produksi Gas Metana Dari Limbah Jerami Padi Dengan Inokulasi

- Mikroorganisme Rumen Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Teknik Kimia*. 9 (2). 58-61
- Pitojo, S. 1995. *Penggunaan Urea Tablet*. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Pujiharti, Y. 2000. *Produksi Gas Bio Dan Kualitas Lumpur Jerami Padi*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Regional Information Service Center for South East Asia on Appropriate Technology (RISE-AT). 1998. Review of Current Status of Anaerobic Digestion Technology for Treatment of Municipal Solid Waste. Chiang Mai University. Chiang Mai. Thailand.
- Seadi, T.A., D. Rutz, H. Prassl, M. Köttner, T. Finsterwalder, S. Volk, R. Janssen. 2008. *Biogas Handbook*. University of Southern Denmark Esbjerg, Niels Bohrs Vej 9-10, DK-6700 Esbjerg, Denmark. 21-26
- Sejati, S.P. 2015. Sistem Sirkulasi Lindi Pada Digester Anaerobik Untuk Produksi Biogas Dari Limbah Sayuran. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Indonesia.
- Sibiya, Noxolo T., E. Muzenda, and H.B. Tesfagiorgis. Effect of Temperature and pH on The Anaerobic Digestion of Grass Silage. *Sixth International Conference on Green Technology, Renewable Energy and Enviromental Engineering*. Cape Town. South Africa. 198-201
- Sutedjo, M.M. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.
- Taherzadeh, M. J. and K. Karimi. 2008. Pretreatment of Lignocellulosic Wastes to Improve Ethanol and Biogas Production : A Review. *International Journal of Molecular Sciences*. 9, 1621-1651
- Wahyuni, S. 2013. *Biogas : Energi alternatif pengganti BBM, Gas, dan Listrik*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Ye, jingqing, D. Li, Y. Sun, G. Wang, Z. Yuan, F. Zhen, Y. Wang. Improve Biogas Production from Rice Straw By Co-digestion with Kitchen Waste And Pig Manure. *Waste Mangement* 33. 2653-2658
- Zhang, Ruihong and Z. Zhang. 1999. Biogasification of Rice Straw With An Aerobic-phased Solids Digester System. *Bioresource Technology* 68.235-245