

**OPTIMASI PEMBUATAN BIOGAS DARI FERMENTASI LIMBAH
CANGKANG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN *STARTER* RUMEN SAPI
DENGAN METODE *DIGESTER ANAEROB***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Sarjana Strata-1
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh :
ZAENAL ABIDIN
20100130016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2015**

TUGAS AKHIR

OPTIMASI PEMBUATAN BIOGAS DARI FERMENTASI LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN *STARTER* RUMEN SAPI DENGAN METODE *DIGESTER ANAEROB*

Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

ZAENAL ABIDIN

20100130016

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji
Pada 16 Tanggal Januari 2015

Mengetahui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Wahyudi, S.T.,M.T.

NIK.123032

Novi Caroko, S.T, M.Eng.

NIP. 197911132005011001

Anggota Tim Penguji

Drs. Sudarisman, M.S.Mechs.,Ph.D

NIP. 195905021987021001

Tugas Akhir Ini Telah Diterima
Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Tanggal 13 Februari 2015

**Ketua Prodi S-1 Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**

Novi Caroko, S.T, M.Eng.

NIP. 197911132005011001

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Jika kemudian terdapat hasil karya orang lain yang saya plagiat maka saya bersedia menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, Februari 2015

Zaenal Abidin

OPTIMASI PEMBUATAN BIOGAS DARI HASIL FERMENTASI LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN STARTER RUMEN SAPI DENGAN METODE DIGESTER ANAEROBIK

INTISARI

Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin menipis maka harus diadakan upaya mencari bahan bakar dari alternatif baru terbarukan. Jika hanya mengandalkan ketersediaan bahan bakar fosil yang ada, maka 50 tahun kedepan indonesia akan menjadi negara yang miskin energi. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap Cangkang Kelapa Sawit dengan menggunakan *starter* Rumen Sapi untuk mendapatkan biogas yang optimal sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Rumen Sapi sebagai *starter* terhadap karakteristik proses dekomposisi anaerobik pada tahapan proses pembuatan biogas dengan bahan Cangkang Kelapa Sawit, untuk mengetahui kadar metana (CH_4) pada produksi gas yang dihasilkan tiap *Digester*, mendapatkan kombinasi perbandingan jumlah biomassa dan *starter* Rumen Sapi yang optimal untuk menghasilkan biogas yang optimal.

Pada penelitian ini Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan rancangan percobaan faktor tunggal yang terdiri dari 4 perlakuan, yaitu: (A) Cangkang Kelapa Sawit : Rumen Sapi : air (2: 2: 5), (B) Cangkang Kelapa Sawit : Rumen Sapi : air (2 :1,5 : 5), (C) Cangkang Kelapa Sawit : Rumen Sapi : air (2: 1: 5), (D) Cangkang Kelapa Sawit : Rumen Sapi : air (2: 0,5: 5). Proses pembuatan biogas dilakukan dengan sistem tumpak alami (hanya sekali pengisian bahan baku pada awal percobaan).

Berdasarkan hasil presentase kadar metana dan tekanan yang dihasilkan, maka dapat dinyatakan bahwa ini variasi A merupakan kombinasi yang paling optimum dalam pembentukan metana dengan nilai presentase kadar metana sebesar 62%, dan variasi A merupakan variasi yang paling optimum dalam menghasilkan tekanan gas yang optimum, dengan tekanan sebesar 107120,62 N/m².

Kata Kunci: *biomassa, Cangkang Kelapa Sawit, Rumen Sapi, kadar metana, biogas*

**OPTIMIZATION PRODUCTION BIOGAS FROM THE FERMENTATION OF
WASTE OIL PALM SHELL USING COW RUMEN STARTER WHIT METHOD
OF ANAEROBIC DIGESTER**

ABSTRACT

Availability of fossil fuels are depleting, so it must be held quest for alternative fuels from renewable sources. If Indonesians only rely on the existing available fossil fuels, then within the next 50 years, Indonesia will become a poor energy country. Given these problems, it is necessary to research on Oil Palm Kernel Shell using Cow Rumen starter to get optimal biogas as an alternative to fossil fuels. This study aimed to determine the effect the use of Cow Rumen as starter on the characteristics of anaerobic decomposition process in biogas production using Oil Palm Kernel Shell material, to determine the methane (CH₄) content in the production of gas of each digester, to get the optimal combination ratio of the biomass and cow Rumen starter to produce biogas.

In this research, experimental method with a completely randomized design (CRD) and the single-factor experimental design consisted of four different treatments was used. The four treatments are: (A) The shell of Palm Oil: Rumen Cow: water (2: 2: 5), (B) Shells Palm Oil: Rumen Cow: water (2: 1.5: 5), (C) Shells Palm Oil: Rumen Cow: water (2: 1: 5), (D) Shells Palm Oil: Rumen Cow: water (2: 0.5: 5). The biogas production process was conducted with a natural batch system (the digester was only filled once, at the beginning of the process).

Based on the methane content and the magnitude of the gas pressure generated, it can be stated that the A variation is the optimum combination in the formation of methane gas, i.e. 62% of methane, and 107120,62 N / m² of gas pressure.

Keywords: biomass, Oil Palm Kernel Shell, Cow Rumen, methane content, biogas

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Alhamdulillahirabbil ‘alamin, puji dan syukur kehadiran ALLAH S.W.T atas izin dan keridhaanya penyusun bisa menyelesaikan TUGAS AKHIR ini yang dilaksanakan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ini dengan judul “OPTIMASI PEMBUATAN BIOGAS DARI HASIL FERMENTASI LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN STARTER RUMEN SAPI DENGAN METODE DIGESTER ANAEROB”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu tugas yang diberikan kepada mahasiswa di tingkat sarjana (S1) jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Keterbatasan jangkauan pemikiran penyusun serta waktu yang diberikan menjadikan penyusun tugas akhir ini tidak hiput dari kekeliruan. Dan sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dengan segenap usaha dan materi maupun dukungan moril antara lain kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda beserta keluarga tercinta yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, motivasi, dan do’anya kepada penulis.
2. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, atas dukungannya selama ini.
3. Bapak Wahyudi, S.T.,M.T. selaku dosen pembimbing Utama tugas akhir.
4. Bapak Novi Caroko, S.T.,M.Eng. selaku dosen pembimbing Pendamping tugas akhir.
5. Bapak Novi Caroko, S.T.,M.Eng. selaku ketua jurusan teknik mesin fakultas teknik universitas muhammadiyah yogyakarta.
6. Seluruh Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, khususnya dosen Prodi Teknik Mesin yang telah mendedikasikan dirinya kepada penulis.

7. Tim Laboran Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu kelancaran penelitian penulis.
8. Teman-teman pendidikan program studi (S1) Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang selalu memberi support dan masukan dalam penulisan laporan ini.

Yogyakarta, Februari 2015

Penyusun

Zaenal Abidin

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRAC</i>	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metode Penyusunan.....	5
1.6 Sistematik Penulisan.....	5
1.7 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka.....	7
2.2 Sumber Biomasa.....	7
2.3 Proses Pembuatan Biogas.....	8
2.4 Mikroorganisme.....	9
2.5 Proses Perubahan Biomassa Limbah industry Sawit Menjadi Biogas.....	10
2.6 Limbah Industri Sawit.....	11
2.7 <i>Starter</i> dari Rumen Sapi.....	12
2.8 Faktor yang Mempengaruhi Proses Produksi Biogas.....	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	17
3.3 Metode Penelitian.....	18

3.4	Prosedur Penelitian.....	20
3.5	Fariabel Pengamatan.....	22
3.6	Analisis Data.....	25
3.7	Hasil dan Pembahasan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		26
4.1	Karakterisasi Biomassa.....	26
4.2	Pengaruh Substrat dan Berbagai Perlakuan terhadap Aktivitas Dekomposisi.....	27
4.3	Perbandingan Waktu yang Dibutuhkan selama Tahap Hidrolisis, Asidifikasi, dan Metanogenesis Pengoprasian Pompa.....	37
4.4	Perbandingan Kadar Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO ₂) dan Gas Metana (CH ₄) setiap Perlakuan pada hari ke 15.....	39
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		39
5.1	Kesimpulan.....	42
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....		45

DAFTAR TABEL

TABEL 1 Komposisi Biogas.....	12
TABEL 2 Nilai Panas Limbah Padat Kelapa Sawit.....	13
TABEL 3 Karakteristik Limbah Cangkang Kelapa Sawit.....	26
TABEL 4 Waktu Tahap Hidrolisis.....	28
TABEL 5 Waktu Tahap Asidifikasi.....	30
TABEL 6 Waktu Tahap Metanogenesis.....	33
TABEL 7 Presentase Kadar CO,CO ₂ , dan CH ₄ pada Perlakuan lima belas Hari..	39
TABEL 8 Presentase Kadar CO,CO ₂ , dan CH ₄ pada Perlakuan tiga puluh Hari..	40

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1 Proses Pembentukan Biogas.....	9
GAMBAR 2 Cangkang Kelapa Sawit.....	17
GAMBAR 3 Rumen Sapi.....	17
GAMBAR 4 Diagram Alir Pembuatan Biogas.....	19
GAMBAR 5 Grafik rata-rata Produksi Tekanan Gas Harian.....	27
GAMBAR 6 Histogram Waktu yang dibutuhkan pada Tahap Hidrolisis.....	28
GAMBAR 7 Histogram Tekanan Tertinggi pada Tahap Hidrolisis.....	29
GAMBAR 8 Histogram Waktu yang dibutuhkan pada Tahap Asidifikasi.....	31
GAMBAR 9 Histogram Tekanan Tertinggi pada Tahap Asidifikasi.....	32
GAMBAR 10 Histogram Waktu yang dibutuhkan pada Tahap Metanogenesis.....	34
GAMBAR 11 Histogram Tekanan Tertinggi pada Tahap Metanogenesis.....	35
GAMBAR 12 Histogram Perbandingan Waktu yang dibutuhkan pada Tahap Hidrolisis, Asidifikasi, dan Metanogenesis.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Data Rata-rata Produktivitas Gas Harian.....	44
LAMPIRAN 2 Gambar Alat-alat yang di gunakan Penelitian.....	45
LAMPIRAN 3 Gambar Persiapan Alat dan Bahan.....	46
LAMPIRAN 4 Hasil Uji Kadar Gas Metana.....	47
LAMPIRAN 5 Hasil Karakteristik Cangkang Kelapa Sawit.....	48