

**LAPORAN AKHIR**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT  
MENJADI BIOGAS MENGGUNAKAN DIGESTER LIMAS  
TERPANCUNG DENGAN SISTEM *FED BATCH***



**Dibuat sebagai Persyaratan untuk Menyelesaikan Pendidikan  
Diploma III Jurusan Teknik Kimia  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:  
ARIN PUTRI DILA  
0613 3040 0337**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
JURUSAN TEKNIK KIMIA  
PALEMBANG  
2016**

## Motto dan Persembahan

### Motto:

*“If you can imagine it, you can achieve it. If you can dream it, you can become it”*

Ucapan Terima Kasih Kupersembahkan untuk:

- ❖ Allah SWT, yang selalu memberikan rahmat kesehatan, kekuatan, serta jalan terang dalam setiap langkah-langkahku.
- ❖ Ibu dan Bapak, yang selalu mendukung, memberikan nasihat, kekuatan dalam setiap pilihan yang kuambil, serta sumber doa terbaik.
- ❖ Kedua adik ku Nora Centika dan Meilan Monalisa, yang selalu menjadi penyemangat dan motivasiku agar selalu menjadi yang terbaik.
- ❖ Keluarga besarku, yang selalu memberikan nasihat, semangat, doa-doa, serta kebahagiaan dalam gerak langkahku.
- ❖ Kedua pembimbingku yang telah sabar dalam membimbing dan memberikan arahan dalam gerak usahaku.
- ❖ Seluruh dosen dan Staff Jurusan Teknik Kimia yang telah mendidikku dengan keras dan penuh kesabaran.
- ❖ Para tempat curhatku, sahabatku, teman baik ku Wahyu, Tami, Asti dan Fallen yang selalu siaga dalam mendengarkan segenap keluh kesahku, serta memberikan lengkungan kebahagiaan dibibirku.
- ❖ Sahabat-shabat seperjuanganku kelas KC, yang senantiasa memberikan canda tawanya sepanjang perjalanan studi ini.
- ❖ Teman-teman seperjuangan LA ku yang selalu bersama-sama dalam berjuang keras untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
- ❖ Orang-orang yang tanpa sadar telah memberikan arti besar dalam perjuanganku.
- ❖ Almamaterku yang kubanggakan.

## ABSTRAK

### **PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT MENJADI BIOGAS MENGGUNAKAN DIGESTER LIMAS TERPANCUNG DENGAN SISTEM *FED BATCH***

---

(Arin Putri Dila, 2016, 53 Halaman, 16 Tabel, 11 Gambar, 3 Lampiran)

Produksi limbah cair pabrik kelapa sawit (palm oil mill effluent, POME) di Indonesia diperkirakan sebesar 28,7 juta ton/tahun. Oleh karena itu air limbah industri kelapa sawit merupakan salah satu sumber pencemaran yang potensial apabila air limbah langsung dibuang ke badan air. Padahal POME merupakan bahan baku potensial untuk menghasilkan biogas. Biogas adalah campuran beberapa gas yang merupakan hasil fermentasi dari bahan organik dalam kondisi anaerobik, dengan gas yang dominan adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi terhadap produksi gas dari perlakuan kombinasi substrat (limbah cair dan feses sapi) menggunakan digester limas terpancung. Penelitian ini menggunakan tiga kombinasi bahan baku, yaitu POME sebesar 90, 80, dan 70 % dan feses sapi sebesar 10, 20, dan 30%. Bahan baku diumpungkan ke dalam digester dengan laju alir 0,6 L/hari selama 30 hari. Hasil menunjukkan bahwa waktu fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi biogas pada digester limas terpancung. Seluruh kombinasi memperlihatkan tren peningkatan volume biogas selama waktu fermentasi. Kuantitas Metana tertinggi dalam biogas selama 30 hari waktu fermentasi didapatkan pada kombinasi 90limbah cair:10starter, yaitu sebesar 24,9586%.

Kata kunci: POME, feses sapi, fermentasi, biogas, metana.

## **ABSTRACT**

### **The Treatment of POME Into Biogas by Using Pyramid Digester with Fed Bed System**

---

(Arin Putri Dila, 2016,53 Pages,16 Tables ,11 Pictures , 3 Appendixs)

Palm oil mill effluent (POME) production in Indonesia is estimated around 28.7 million ton/year. Therefore it is one of the potential sources of contamination when it directly discharged into river. Eventhough, POME is a potential raw resource in producing biogas. Biogas is a mixture of several gas produced from the fermentation of organic matter under anaerobic conditions, the dominant gas is methane gas and carbon dioxide. The aims of this research was to know the fermentation time effect toward biogas production with substrate combination (POME and cow manure) in pyramid digeter. The study was done in three combinations of feedstock which were POME concentrations of 90, 80, and 70% and the cow manure concentrations of 10, 20, and 30%. A mixture of POME and cow manure at 6 L/minutes for 30 days were fed into digester. The result showed the fermentation time gave significant effect toward biogas production in the pyramid digester. All combinations showed the upward trend in the volume of biogas during fermentation. The highest quantity of methane in biogas was reached when POME and activated sludge in combination 70 POME:30 cow manure. It was 24,9586%.

Key word: palm oil mill effluent (POME), cow manure, fermentation, biogas, methane.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “*Pengolahan Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biogas Menggunakan Digester Limas Terpancung Sistem Fed Batch*” ini dengan sebaik-baiknya dan tepat pada waktunya.

Laporan Akhir ini dibuat sebagaimana persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan ini telah disusun berdasarkan data pengamatan selama melakukan percobaan di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Selama pembuatan Laporan Akhir ini telah banyak yang memberikan bantuan baik materil maupun spiritual. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Carlos R.S. S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur 1 Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Adi Syakdani, S.T, M.T.selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Martha Aznury, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I dengan penuh cinta kasih, kepedulian dan kesabaran yang tinggi membimbing penulis.
6. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II dengan penuh perhatian dan kepedulian memberikan nasihat, serta arahan dan bimbingan kepada penulis.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kimia beserta staff Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Teknisi-teknisi di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya telah membantu penulis selama penelitian.

9. Kedua Orang tua yang selalu memberikan doa dan dukungan dengan sepenuh hati serta dorongan yang sangat luar biasa sehingga penulis mampu menyelesaikan Laporan Akhir.
10. Saudara-saudara yang ikut serta mendoakan dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan Laporan Akhir.
11. Teman-teman seperjuangan kelas 6 KC terima kasih atas bantuan dan semangatnya untuk menyelesaikan Laporan Akhir. Teman-teman Mahasiswa se-Almamater.

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Laporan Akhir ini, karena itu penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang sangat berarti guna penyempurnaan Laporan Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.3. Manfaat Penelitian .....	4
1.4. Rumusan Masalah .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Industri Minyak Kelapa Sawit .....	5
2.2. Pengolahan Minyak Kelapa Sawit.....	6
2.3. Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit.....	7
2.3.1. Limbah Padat .....	8
2.3.2. Limbah Cair .....	8
2.3.3. Limbah Gas.....	8
2.4. Palm Oil Mill Effluent.....	8
2.4.1. Spesifikasi Limbah Industri Kelapa Sawit.....	10
2.4.2. Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit.....	13
2.5. Kotoran Sapi .....	16
2.6. Biogas.....	18
2.7. Proses Pembentukan Biogas .....	20
2.7.1. Hidrolisis .....	21
2.7.2. Asidogenesis .....	22
2.7.3. Asetogenesis.....	23
2.7.4. Metanogenesis.....	24
2.8. Faktor Pembentuk Biogas .....	25
2.9. Konversi Limbah Cair Menjadi Biogas .....	27
2.10. Digester Berbentuk Limas dengan Sistem <i>Fed Batch</i> .....	28
<b>BAB III METODELOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat Kegiatan.....	30
3.2. Alat dan Bahan yang Digunakan.....	30

3.3. Tahap Penelitian.....	31
3.3.1. Persiapan Bahan Baku.....	31
3.3.2. Analisis Bahan Baku.....	31
3.3.3. Penelitian Pendahuluan.....	31
3.3.4. Penelitian Utama.....	32
3.4. Prosedur Analisa.....	34

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Karakteristik Bahan Baku.....	35
4.1.1. Data Hasil Analisis Bahan Baku.....	35
4.1.2. Data Analisis Kandungan Biogas.....	35
4.1.3. Data Analisis Perhitungan COD dan BOD.....	36
4.1.4. Data Analisis Perhitungan Kadar Nitrogen Total.....	37
4.2. Pembahasan.....	37
4.2.1. Hasil Analisis Bahan Baku.....	37
4.2.2. Analisis COD dan BOD.....	39
4.2.3. Analisis Pengaruh Waktu Terhadap Kandungan Produksi Biogas.....	43

#### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>



## DAFTAR TABEL

1. Produksi Minyak Kelapa Sawit.....	5
2. Karakteristik Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit dan Baku Mutu Air Limbah .....	9
3. Spesifikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	10
4. Baku Mutu Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit .....	12
5. Kandungan Hara Beberapa Jenis Kotoran Hewan .....	17
6. Komponen Penyusun Biogas .....	18
7. Kesetaraan Biogas dengan Sumber Bahan Bakar Lain.....	19
8. Klasifikasi Bakteri Hidrolisis Berdasarkan Suabstrat yang Diolah .....	22
9. Data Analisa Awal Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit.....	35
10. Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Waktu Fermentasi (10:90) .....	35
11. Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Waktu Fermentasi (20:80) .....	36
12. Pengaruh Variasi Campuran Terhadap Waktu Fermentasi (30:70) .....	26
13. Hasil Analisa Perhitungan COD .....	37
14. Hasil Analisa Perhitungan BOD .....	37
15. Hasil Analisa Perhitungan Kadar Nitrogen Total .....	37
16. Perbandingan Persentase Metana Sistem <i>Batch</i> dan <i>Fed Batch</i> pada Digester Limas Terpancung.....	48

## DAFTAR GAMBAR

1. Diagram Proses Produksi Minyak Kelapa Sawit .....	6
2. Kolam Pengolahan Limbah pada PT. Perkebunan Mitra Ogan .....	13
3. Skema Proses Perombakan Secara Anaerob .....	21
4. Diagram Alir Proses Produksi Biogas.....	33
5. Nilai COD Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah Proses Fermentasi Anaerob .....	40
6. Nilai BOD Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit Sebelum dan Sesudah Proses Fermentasi Anaerob .....	41
7. Kadar Nitrogen Total Sebelum dan Sesudah Proses Fermentasi Anaerob .....	42
8. Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Persentase Metana dengan Perbandingan Volume <i>Starter</i> dan Limbah Cair (10:90).....	43
9. Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Persentase Metana dengan Perbandingan Volume <i>Starter</i> dan Limbah Cair (20:80).....	45
10. Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Persentase Metana dengan Perbandingan Volume <i>Starter</i> dan Limbah Cair(30:70).....	46
11. Hubungan Waktu Fermentasi Terhadap Persentase Pada Tiap Perbandingan Volume <i>Starter</i> dan Limbah Cair.....	47

## DAFTAR SINGKATAN

		Halaman
BOD	<i>biological oxygen demand</i>	8
COD	<i>chemical oxygen demand</i>	7
CPO	<i>crude palm oil</i>	1
PKS	pabrik kelapa sawit	14
PLTB	pembangkit listrik tenaga biogas	2
POME	<i>palm oil mill effluent</i>	2
TBS	tandan buah segar	1
TKKS	tandan kosong kelapa sawit	8

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Pengamatan .....	55
Lampiran 2 Dokumentasi Kegiatan .....	56
Lampiran 3 Surat-surat.....	63