

**MODIFIKASI DIGESTER UNTUK PRODUKSI BIOGAS DARI
AIR LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT
SECARA FED BATCH**



**Diajukan Sebagai Persyaratan untuk Menyelesaikan
Pendidikan Diploma III Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh :
Angga Harsyah
0613 3040 1031**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
2016**

LEMBAR PERSETUJUAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

MODIFIKASI DIGESTER UNTUK PRODUKSI BIOGAS DARI
AIR LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT
SECARA FED BATCH

Oleh:

Angga Harsyah
0613 3040 1031

Pembimbing I,

Palembang, Juli 2016
Pembimbing II,

Dr. Hj. Martha Aznury, M.Si
NIP. 197006192001122003

Meilianti, S.T., M.T.
NIP. 197509142005012002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia

Adi Syakdani, S.T., M.T.
NIP. 196904111992031001

ABSTRAK

MODIFIKASI DIGESTER UNTUK PRODUKSI BIOGAS DARI AIR LIMBAH INDUSTRI MINYAK KELAPA SAWIT SECARA *FED BATCH*

(Angga Harsyah, 2016, 68 Halaman, 16 Tabel, 20 Gambar, 4 Lampiran)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produksi biogas yang dalam peralatan modifikasi *digester* secara *fed batch* dari pengolahan air limbah industri minyak kelapa sawit (POME) guna menentukan kualitas POME setelah mengalami pengolahan dan menentukan konsentrasi biogas yang terbentuk dalam waktu setiap 24 jam selama 10 hari. Bahan baku yang digunakan merupakan air limbah industri minyak kelapa sawit. Pada tahap awal dilakukan proses sedimentasi pada tangki *digester* pertama dengan laju alir 6 liter/menit dengan waktu tinggal pengendapan selama 24 jam. POME dialirkan ke tangki *digester* kedua untuk mengalami proses fermentasi dengan penambahan bibit mikroba aktif setiap 24 jam untuk meningkatkan produk biogas. Setelah proses fermentasi selesai, dialirkan ke tangki *digester* ketiga untuk mengalami tahap pengolahan air sebelum dilepas ke lingkungan. Nilai uji kandungan COD yang didapat setelah proses pengolahan yaitu 766, 362 dan 350 mg/l, sedangkan nilai BOD yaitu 212,7 125 dan 110,9 mg/l. Nilai konsentrasi biogas yang didapat, kandungan CH₄ Setelah proses pengolahan yaitu 10,88 %, kandungan O₂ yaitu 19,2 %, sedangkan kandungan N₂ yaitu 75,83 %.

Kata kunci : Modifikasi *Digester*, POME, Biogas, *Fed Batch*

ABSTRACT

THE DIGESTER MODIFICATION FOR BIOGAS PRODUCTION FROM PALM OIL MILL EFFLUENT BY FED BATCH

(Angga Harsyah, 2016, 68 Pages, 16 Tables, 20 Figures, 4 Appendics)

The purpose of this research is to biogas production in the digester modification equipment by fed batch of the palm oil mill effluent (POME) to determine the quality of POME after a treatment and the concentration of biogas that is formed every 24 hours within 10 days. The raw materials used is Palm Oil Mill Effluent. In the initial stage is sedimentation process in the first digester tank at a flow rate 6 Litres/minute and then observing the retention time of 24 hours. POME flowed into the second digester tank for fermentation process with the addition of active microbes seed every 24 hours to produce biogas. After fermentation process is complete, POME flowed to third digester tank for water treatment stage before being released into the environment. COD content test values obtained after processing, namely 766, 362 and 350 mg/L, while the BOD value are 212,75, 125 and 110,9 mg/L, and the percentage of methane gas in the can are fermentation time for 10 days, 10,88% methane, 19,2% oxygen and 75,83% nitrogen.

Keywords: Digester Modification, POME, Biogas, *Fed Batch*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, segala puji dan syukur kehadiran Allah subhana wata'ala atas segala berkat, rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul "Modifikasi Digester untuk Produksi Biogas dari Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit Secara Batch". Laporan ini disusun bertujuan untuk memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma III di jurusan Teknik Kimia di Politeknik Negeri Sriwijaya.

Banyak hal yang diperoleh penulis saat melakukan penelitian, seperti bagaimana berfikir inisiatif, kreatif, dan berfikir dengan cepat dan tepat untuk menghubungkan masalah yang terjadi selama penelitian dengan ilmu yang di peroleh di bangku perkuliahan.

Pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan kerja praktek ini, khususnya kepada:

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya
2. Carlos R.S., S.T., M.T., Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Adi Syakdani, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ahmad Zikri, S.T., M. T., Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Dr. Martha Aznury, M.Si, Dosen Pembimbing I Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Meilianti, S.T., M.T., Dosen Pembimbing II Laporan Akhir Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Seluruh Teknisi Laboratorium Teknik Kmia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan segala sesuatu yang dibutuhkan.
10. Triadi Hutomo rekan seperjuangan laporan akhir yang bekerja sama selama riset laporan akhir.

11. Mifta, Sasti, Bunda, Amal, Imam, Rendi, Arin, Asti, Yuka, Viktor yang telah memberikan perhatian, candaan, semangat, bantuan dan motivasi untuk menyelesaikan laporan akhir ini..
12. Seluruh Teman-teman 6 KE yang selalu berbagi pengalaman dalam menyelesaikan laporan (Tomo, Rafit, Ahda, Anggre, Yosa, Nata, Dwi, Dyvia, Gita, Mey, Vero, Eka, Madon, Renita, Indah, Ade, Dea dan Yulia)
13. Seluruh teman-teman berbagai jurusan di Politeknik Negeri Sriwijaya atas partisipasinya dan tetap semangat menjadi *agent of change*.
14. Pasukan Kedaulatan energi AMPERA dan pasukan Hijau Hitam HMI yang telah memberikan support dan berjuang bersama hingga akhir di kampus tercinta.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kesalahan, untuk itu penulis menerima masukan, kritik dan saran yang dapat menyempurnakan laporan ini. Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi yang membacanya.

Palembang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Perumusan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Industri Minyak Kelapa Sawit	5
2.2 <i>Palm Oil Mill Effluent (POME)</i>	7
2.2.1 Spesifikasi Limbah Pabrik Kelapa Sawit	9
2.2.2 Prosedur Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	11
2.2.3 Pengolahan Metode Kolam Stabil Biologis	17
2.3 Kotoran Sapi	19
2.4 Biogas	20
2.5 Proses Pembentukan Biogas	22
2.5.1 Hidrolisis	24
2.5.2 Asedogenesis	25
2.5.3 Asetogenesis	26
2.5.4 Metanogenesis	27
2.6 Nilai pH	28
2.7 Suhu	29
2.8 Pupuk Organik Cair	30
2.9 Rasio C/N	31
2.10 Digester Berbentuk Limas dan Balok	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pendekatan Desain Fungsional	34
3.2 Pendekatan Desain Struktural	36
3.2.1 Gambar Alat Modifikasi Digester	37
3.3 Pertimbangan Percobaan	40
3.3.1 Waktu dan Tempat	40
3.3.2 Bahan dan Alat	40
3.4 Pengamatan	42
3.5 Prosedur Percobaan	43

3.5.1 Tahap Pembuatan Modifikasi Digester	44
3.5.2 Tahap Uji Coba Modifikasi Untuk Produksi Biogas secara <i>fed batch</i>	44
3.5.3 Prosedur Analisa	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	51
4.1.1 Hasil Analisa Bahan Baku	51
4.1.2 Hasil Pengamatan Laju Alir 6 Liter/Menit dalam Modifikasi Digester Pada Tangki Berbentuk Limas Untuk Proses Sedimentasi.....	52
4.1.3 Hasil Analisa <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD), dan <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	52
4.1.4 Data Analisa Produksi Biogas	53
4.2 Pembahasan	54
4.2.1 Analisa Bahan Baku	54
4.2.2 Laju Alir 6Liter/Menit terhadap Waktu Tinggal.....	56
4.2.3 Analisa <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) dan <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	59
4.2.4 Produksi Biogas	62
4.2.5 Pengaruh Kandungan Oksigen Terhadap Produksi Biogas	64
4.2.6 Perbandingan Hasil Produksi Biogas dari Pengolahan POME dengan Sistem Fed Batch	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN	73

DAFTAR TABEL

Tabel

1	Produksi Minyak Kelapa Sawit Dunia per Negara (dalam Juta Metrik Ton)	5
2	Data sebaran kelapa sawit menurut provinsi di Indonesia	6
3	Karakteristik <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME) Tanpa Perlakuan	9
4	Spesifikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	10
5	Baku Mutu Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit untuk Aplikasi Lahan.....	10
6	Baku Mutu Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit	11
7	Kandungan Hara Beberapa Jenis Kotoran Hewan	20
8	Komponen Penyusun Biogas	21
9	Kesetaraan Biogas dengan Sumber Bahan Bakar Lain.....	22
10	Klasifikasi Bakteri Hidrolisis Berdasarkan Substrat yang Diolah.....	25
11	Degradasi Senyawa pada Tahap Asetogenesis.....	26
12	Data Analisa Awal Air Limbah Industri Kelapa Sawit.....	51
13	Waktu Tinggal terhadap % Volume Lumpur dan % Volume Air yang dihasilkan pada Desain Limas dengan Laju Alir 6 liter/menit.....	52
14	Data Analisa Limbah Setelah Pengolahan	53
15	Hasil Pengukuran Produksi Biogas	54
16	Perbandingan Hasil Produksi Biogas dengan Penelitian Terdahulu	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar

1 kolam Pengolahan Limbah pada PT Perkebunan Mitra Ogan	11
2 <i>Instalasi</i> Pengolahan Limbah Cair	12
3 <i>Fat Pit</i> pada PT Perkebunan Mitra Ogan	12
4 <i>Cooling Pond</i> pada PT Perkebunan Mitra Ogan	13
5 <i>Acidifaction Pond</i> pada PT Perkebunan Mitra Ogan	13
6 <i>Anaerob Pond</i> pada PT Perkebunan Mitra Ogan.....	14
7 Kolam Resirkulasi pada PT Perkebunan Mitra Ogan	15
8 <i>Sedimentation Pond</i> pada PT Perkebunan Mitra Ogan	16
9 Alur Pengolahan Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Secara Umum.....	16
10 <i>Land Application</i> pada PT Perkebunan Mitra Ogan	17
11 Contoh Alur Peengolahan Kolam Stabil Biologis yang Aktual	18
12 Konversi Bahan Organik Menjadi Metan Secara Anaerobik	23
13 Desain <i>Digester</i> Berbentuk Limas dan Balok.....	37
14 Alat Modifikasi digester Pembuatan Biogas.....	34
15 Grafik Pemisahan Volume Air dan Lumpur pada Laju Alir 6 Liter/menit	58
16 Grafik % Volume Air dan Lumpur pada Laju Alir 6 Liter/menit.....	59
17 Grafik Nilai COD Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit Setelah Mengalami Pengolahan Dalam Modifikasi Digester Secara <i>Fed Batch</i>	60
18 Grafik Nilai BOD Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit Setelah Mengalami Pengolahan Dalam Modifikasi Digester Secara <i>Fed Batch</i>	61
19 Grafik Konsentrasi Gas Metana Pada Pengolahan Secara <i>Fed Batch</i>	63
20 Grafik Pengaruh Kandungan Oksigen terhadap Produksi Gas <i>Methane</i>	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1 Data Pengamatan.....	72
2 Perhitungan	74
3 Dokumentasi Kegiatan	85
4 Surat-surat.....	86

DAFTAR SINGKATAN

Halaman Pertama

BOD	= <i>Biological Oxygen Demand</i>	5
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>	5
CPO	= <i>Crude Palm Oil</i>	1
GRK	= Gas Rumah Kaca	2
KPO	= <i>Palm Kernel Oil</i>	8
PKS	= Pabrik Kelapa Sawit	8
POME	= <i>Palm Oil Mill Effluent</i>	1
TBS	= Tandan Buah Segar	1
TKKS	= Tandan Kosong Kelapa Sawit	1
TOC	= <i>Total Organik Carbon</i>	13
TOD	= <i>Total Oxygen Demand</i>	13
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>	4
VFA	= <i>Volatile Fatty Acid</i>	9