

**SKRIPSI**

**Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent (POME)* menjadi Biogas dengan  
Sistem Anaerobik Tipe Batch tanpa Proses Netralisasi**



**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan  
strata satu (SI) pada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Palembang**

**Oleh :  
Vini Tri Khaerani (122017043)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
2021**



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Jl. Jendral A. Yani 13 Ulu Palembang 30623. Telp (0711) 518764 Fax (0711) 519408  
Terakreditasi B dengan SK No.396/SK/BAN-PT/Akred/S/X/2014

Nama : Vini Tri Khaerani

NRP : 122017043

Judul Tugas : Pengaruh Pengolahan Palm Oil Mill Effluent (POME) Menjadi Biogas Dengan Sistem Anaerobik Tipe Batch Tanpa Proses Netralisasi

Telah Mengikuti Ujian Sidang Sarjana Teknik Kimia Pada Tanggal Dua Puluh Sembilan Bulan Dua Belas Tahun Dua Ribu Dua Puluh Satu  
Dinyatakan Lulus Dengan Nilai : A

Palembang 29 Desember 2021

Ketua Tim Penguji

Dr. Ir. M. Arief Karim, M.Sc  
NIDN: 0203016201

Ketua Panitia Ujian Tugas Akhir  
Prodi Teknik Kimia

Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D  
NIDN: 0228076701

Menyetujui

Pembimbing I

Dr. Ir. M. Arief Karim, M.Sc  
NIDN: 0203016201

Pembimbing II

Ir. Ummi Kalsum, M.T  
NIDN: 0012076206

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UMP



Dr. Ir. A. Roni, M.T., IPM  
NIDN: 0220177004

Ketua Prodi Teknik Kimia UMP



Ir. Erna Yuliwati, M.T., Ph. D  
NIDN: 0228076701

**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**PENGOLAHAN *PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)*  
MENJADI BIOGAS DENGAN SISTEM ANAEROBIK TIBE  
BATCH TANPA PROSES NETRALISASI**

**OLEH :**

**VINI TRI KHAERANI (122017043)**

**Disetujui Oleh :**

**Pembimbing I**



**Dr. Ir. M. Arief Karim, M.Sc**  
NIDN: 0203016201

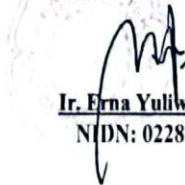
**Pembimbing II**



**Ir. Ummi Kalsum, MT**  
NIDN: 0012076206

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Kimia FT-UMP**



**Ir. Erna Yuliwati M.T Ph.D**  
NIDN: 0228076701

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGOLAHAN PALM OIL MILL EFFLUENT (POME) MENJADI  
BIOGAS DENGAN SISTEM ANAEROBIK TIPE BATCH TANPA  
PROSES NETRALISASI**

Oleh :


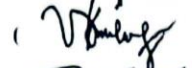
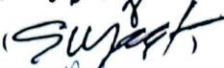

**Vini Tri Khaerani (122017043)**

Telah diuji dihadapan tim penguji pada tanggal 29 Desember 2021

Di Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Palembang

Tim Penguji :

1. Dr.Ir. M Arief Karim, M.sc (  )
2. Ir.Ummi Kalsum, M.T (  )
3. Dr. Eko Ariyanto, M.ChemEng (  )
4. Dr.Ir. Elfidiah, M.T (  )

Menyetujui,

Dekan Fakultas Teknik UMP

  
  
Dr. Ir. A. Rani, M.T, I.PM  
NIDN : 0227077004

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Kimia

  
  
Ir. E. Yuliyati, M.T, Ph.D  
NIDN : 0228076701

iii

## HALAMAN PERNYATAAN

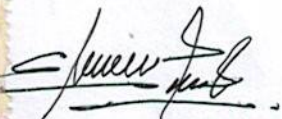
Nama : Vini Tri Khaerani  
Tempat/Tanggal lahir : OKI, 25 Februari 1999  
NIM : 12 2017 043  
Program Studi : Teknik Kimia  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammdiyah Palembang  
Menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah hasil karya saya dan disusun sendiri dengan sungguh-sungguh serta bukan merupakan penjiplakan karya orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima sanksi berupa pembatalan skripsi ini dan segala konsekuensi nya.
2. Saya bersedia untuk menanggung segala bentuk tuntutan hukum yang mungkin timbul jika terdapat pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.
3. Memberikan hak kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menyimpan, alih media, mengelola dan menampilkan/mempublikasikannya di media secara fulltext untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai pebulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Demikian pernyataan ini saya buat sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 29 Desember 2021



  
Vini Tri Khaerani

## MOTTO DAN PESEMBAHAN

### MOTTO:

*“Tidak ada hal yang sia-sia dalam belajar karena ilmu akan bermanfaat pada waktunya”*

*“Tidak penting seberapa lambat anda berjalan layaknya siput, selagi anda tidak berhenti”*

### PERSEMBAHAN:

- ❖ Kedua orang tuaku tersayang yang selalu memberikan dukungan, materi dan doa yang selalu mengiringi langkahku.

## ABSTRAK

### **Pengolahan *Palm Oil Mill Effluent (POME)* menjadi Biogas dengan Sistem Anaerobik Tipe Batch tanpa Proses Netralisasi**

**Oleh :  
Vini Tri Khaerani**

Dalam prosesnya, industri kelapa sawit menghasilkan beberapa jenis limbah, yang berupa limbah padat dan cair. Limbah cair industri kelapa sawit yang paling utama adalah *Palm Oil Mill Effluent (POME)*. Limbah POME yang keluar dari proses pengolahan biasanya memiliki suhu tinggi yaitu berkisar antara 70-80°C, dengan tingkat keasaman (pH) sekitar 4,56 – 4,98, COD (*Chemical Oxygen Demand*) berkisar antara 57.000-60.400 mg/ liter dan *Total Suspended Solid (TSS)* 0,23 – 5,44 g/L. Adapun tujuan mengadakan penelitian yaitu menghasilkan nilai parameter volume, dan CH<sub>4</sub> dari campuran limbah POME dengan Kotoran sapi, kemudian untuk mengetahui proses dan cara kerja pengolahan Limbah POME sehingga bisa menjadi biogas. Sehingga dapat mengetahui penurunan kadar kandungan COD dan TSS. Hasil analisa COD dan TSS didapatkan penurunan nilai COD dan TSS terhadap volume biogas yang dihasilkan adalah pada waktu gas ke-40 hari dengan perbandingan 60%:40% yaitu yaitu COD 114 mg/L dan TSS 0,600 mg/L. Hasil analisa gas metan didapatkan kenaikan setiap 10 harinya selama 40 hari gas metan yang dihasilkan sebanyak 521.497 ppm (52%). Analisa uji nyala api diketahui bahwa titik nyala api yang paling menyala sangat cepat dan berwarna biru yaitu pada hari ke -40 .

Kata kunci: *Palm Oil Mill Effluent (POME)*, anaerobik, *Batch*, biogas, netralisasi

## ABSTRACT

### *Processing Palm Oil Mill Effluent (POME) into Biogas with Batch Type Anaerobic System without Neutralization Process*

By :

*Vini Tri Khaerani*

*In process, the palm oil industry produces several types of waste, in the form of solid and liquid waste. The most important liquid waste from the palm oil industry is Palm Oil Mill Effluent (POME). POME waste that comes out of the treatment process usually has a high temperature, which is around 70-80°C, with an acidity (pH) of around 4.56 – 4.98, COD (Chemical Oxygen Demand) ranging from 57,000-60,400 mg/liter and Total Suspended Solid (TSS) 0.23 – 5.44 g/L. The purpose of conducting research is to produce volume parameter values, and CH<sub>4</sub> from a mixture of POME waste with cow dung, then to find out the process and workings of processing POME waste so that it can become biogas. So that it can determine the decrease in the levels of COD and TSS content. The results of COD and TSS analysis showed a decrease in the value of COD and TSS to the volume of biogas produced at the 40th day of gas with a ratio of 60%: 40%, namely COD 114 mg/L and TSS 0.600 mg/L. The results of methane gas analysis were obtained increase every 10 days for 40 days of methane gas produced as much as 521,497 ppm (52%). .Analysis of the flame test is known that the flash point is the most rapidly burning and is blue in color, namely on the 40th day.*

**Keywords:** *Palm Oil Mill Effluent (POME), anaerobic, Batch, biogas, neutralization*



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah swt atas limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas Proposal yang berjudul Pengolahan Palm Oil Mill Effluent (POME) menjadi Biogas dengan Sistem Anaerobik tipe Batch tanpa Proses Netralisasi

Selama pelaksanaan dan penyusunan tugas Akhir, penulis mendapatkan begitu banyak bantuan dari berbagai pihak. Ucapan terima kasih disampaikan kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kgs. Ahmad Roni, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
2. Ibu Ir. Erna Yuliwati M.T Ph.D selaku ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Ibu Dr. Mardwita, S.T., M.T selaku sekretaris Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Dr. Ir. M.Arief Karim, M.Sc. dan Ibu Ir. Ummi Kalsum, MT selaku Dosen Pembimbing.
5. Orang tua terkhusus Ayah dan Mama saya dan keluarga, yang telah memberikan bantuan secara materil dan non materil.
6. Kedua saudara saya abang Vani Andriat Mido, S.P dan kakak saya Vina Dwi Despa, Amd.Keb
7. kepada saudara Rahman Mahendra, S.H yang telah ikut menemani dan membantu dalam proses pembuatan tugas akhir saya.
8. Semua pihak yang tidak bias disebutkan satu per satu, yang telah membantu penyusunan dalam terselesaikannya tugas akhir sebagai salah satu syarat mengikuti ujian sarjana.

Palembang,29 Desember 2021

Penyusun

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Penelitian Terdahulu Tentang Biogas .....	3
1.3. Permasalahan .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Sejarah Biogas .....	5
2.2. Definisi Biogas .....	6
2.3. Palm Oil Mill Effluent .....	8
2.4. Kotoran Sapi/Kotoran Ternak .....	12
2.5. Tahap Pembentukan Biogas .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	16
3.2. Alat dan Bahan .....	16
3.3. Rencana Penelitian .....	17
3.4. Analisa Hasil .....	20
3.5. Perancangan Alat Biodigester .....	21
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
4.1. Hasil Penelitian.....	22
4.2. Pembahasan Penelitian .....	23
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>29</b>
5.1. Kesimpulan.....	29
5.2. Saran .....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>30</b>

<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>31</b>
-----------------------	-----------

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi Biogas .....	7
Tabel 2.2. Karakteristik Limbah Cair POME .....	9
Tabel 2.3. Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Minyak Sawit .....	10
Tabel 2.4. Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri .....	11
Tabel 2.5. Kandungan Unsur Hara Pada Beberapa Ternak.....	13
Tabel 2.6. Kondisi Pengoprasian Pada Proses Pencernaan Anaerob.....	14
Tabel 2.7. Rasio Karbon dan Nitrogen (C/N) dari Beberapa Bahan Baku... ..	15
Tabel 4.1. Pengaruh variasi campuran limbah POME dan hasil digester terhadap volume biogas .....	22
Tabel 4.2. Pengaruh variasi campuran limbah POME dan hasil digester terhadap COD, TSS dan Nyala api .....	23
Tabel 4.3. Pengaruh variasi campuran limbah POME dan hasil digester terhadap COD, TSS dan Nyala api .....	28

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Perkebunan kelapa sawit .....	1
Gambar 2.1. Limbah Cair POME .....	8
Gambar 2.2. Limbah kotoran sapi .....	12
Gambar 2.3 Aliran Karbon Pembentukan Metana pada Anaerobik.....	15
Gambar 3.1. limbah cair palm oil mill effluent .....	17
Gambar 3.2. Campuran rumen sapi dengan air .....	17
Gambar 3.3. Rangkaian alat biodigester.....	21
Gambar 4.1. Pengaruh komposisi limbah POME dan hasil digester 60%:40% terhadap volume biogas .....	24
Gambar 4.2. Pengaruh komposisi limbah POME dan hasil digester 60%:40% terhadap konsentrasi COD .....	25
Gambar 4.3. Pengaruh komposisi limbah POME dan hasil digester 60%:40% terhadap konsentrasi TSS.....	26
Gambar 4.4. Pengaruh komposisi limbah POME dan hasil digester 60%:40% terhadap konsentrasi Gas metan .....	27

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Laju perkembangan industri kelapa sawit di Indonesia saat ini semakin pesat karena Indonesia merupakan produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 14.996.010 hektar dengan produksi sebesar 23,47 juta ton minyak sawit (GAPKI, 2020). Dalam prosesnya, industri kelapa sawit menghasilkan beberapa jenis limbah dalam prosesnya, yang berupa limbah padat dan cair. Limbah cair industri kelapa sawit yang paling utama adalah *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Setiap satu ton tandan buah segar kelapa sawit akan menghasilkan sekitar 0,7 – 0,8 m<sup>3</sup> limbah POME. Limbah POME yang keluar dari proses pengolahan biasanya memiliki suhu tinggi yaitu berkisar antara 70-80°C, dengan tingkat keasaman (pH) sekitar 4,56 – 4,98, COD (*Chemical Oxygen Demand*) berkisar antara 57.000- 60.400 mg/liter dan *Total Suspended Solid* (TSS) 0,23 – 5,44 g/L.



Gambar 1.1 Perkebunan Kelapa Sawit

Alkyol tahun 2012 menyatakan bahwa tingginya angka COD dapat membahayakan ikan dan menngkontaminasi rantai makanan apabila dibuang langsung ke saluran pembuangan tanpa diolah terlebih dahulu. Oleh karena itu, pengolahan terbaik untuk buangan limbah yang memiliki kandungan organik yang tinggi adalah dengan cara pengolahan secara anaerobik. (Teknologi Lingkungan vol.20, No 1, Jan 2019)

Proses degradasi anaerobik merupakan proses fermentasi bahan organik oleh aktivitas bakteri anaerob pada kondisi tanpa oksigen bebas dan merubahnya dari bentuk tersuspensi menjadi terlarut dan biogas. Proses anaerobik adalah

salah satu teknologi yang paling hemat energi dan ramah lingkungan untuk produksi bioenergi. Pengolahan limbah secara anaerobik dapat diartikan sebagai proses biokimia yang menghasilkan biogas dengan merubah bahan organik kompleks menjadi sumber energi terbarukan. Proses pengelohan anaerobik dapat memberikan keuntungan lebih dibandingkan pengolahan secara aerobik, yaitu:

- a. Proses anaerobik tidak membutuhkan energi untuk aerasi, sehingga mengurangi biaya pada proses pengolahannya
- b. Lumpur atau sludge yang dihasilkan lebih sedikit dari proses aerobik.
- c. Bahan pencemar berupa bahan organik yang dapat terbiodegradasi hampir semuanya dikonversi ke bentuk biogas (gas metana) yang mempunyai nilai kalor tinggi dan dapat digunakan sebagai substitusi sumber energi.

Proses anaerobik dilakukan oleh konsorsium bakteri yang berinterelasi syntrophic sehingga dapat bakteri tersebut data saling memenuhi kebutuhannya masing-masing. Konsorsium bakteri yang terjadi pada proses pengolahan anaerobik diantaranya proses hidrolisis, proses asidogenesis, proses asetogenesis, dan proses metanogenesis. Tahapan proses pada pengolahan anaerobik tersebut saling terkait erat satu sama lain. (Teknologi Lingkungan vol.20, No 1, Jan 2019).

Kandungan dari limbah cair kelapa sawit memiliki kandungan terdiri dari bahan organik biodegradable dengan konsentrasi yang tinggi seperti lemak, protein dan selulosa yang akan mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dan padatan tersuspensi, bahan-bahan organik yang sukar terurai, sehingga mempengaruhi jumlah kandungan oksigen (Baharudin et al., 2009). kandungan organik yang kemudian difermentasikan dengan bakteri untuk menghasilkan biogas yang mengandung gas metan.

Kandungan kotoran sapi yang banyak mengandung selulosa, bahan baku dalam bentuk selulosa yang akan mudah di cerna oleh bakteri anaerob dan kotoran sapi mengandung gas methan sebanyak 65,7% dibandingkan gas lainnya. Gas methan inilah merupakan komposisi utama Biogas (Indri Vaseline Harahap, 2007).

Biogas adalah gas produk akhir pencernaan atau degradasi anaerobik bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerobik dalam lingkungan bebas

oksigen atau udara. Komponen terbesar biogas adalah Methana ( $\text{CH}_4$ , 5480%-vol) dan karbondioksida ( $\text{CO}_2$ , 20-45%-vol) serta sejumlah kecil  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2\text{S}$ . Dalam aplikasinya, biogas digunakan sebagai gas alternatif untuk memanaskan dan menghasilkan energi listrik. Kemampuan biogas sebagai sumber energi sangat tergantung dari jumlah gas metana yang dihasilkan. Sebagai gas alternatif, biogas bersifat ramah lingkungan dan dapat mengurangi efek rumah kaca. *United Nation (1978) dalam Budianto (2010)*.

## 1.2 Penelitian terdahulu tentang Biogas

(R.Sudradjat, dkk.2003) "produksi Biogas dari Limbah pengolahan kelapa sawit dengan proses fermentasi padat".menyatakan hasil menunjukkan bahwa rasio substrat dengan inokulum 25:500 menghasilkan biogas terbesar (32,3% VS). rasio tersebut juga memberikan hasil produksi biogas terbesar untuk continuous process((1623,7 ml/liter-hari).(Adzani Ghani Ilmannafian, dkk. 2020)"Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Enceng Gondok"Menyatakan hasil bahwa aplikasi pengolahan limbah PKS dengan tanaman enceng gondok belum efektif, dengan ditunjang hasil penelitian sebagai berikut: 100%, 75%, dan 50%. (Surya Dharma, Kms. Ridhuan, 2014)"Kajian potensi sumber energi biogas dari kotoran ternak untuk bahan bakar alternatif di kecamatan kalirejo kabupaten lampung tengah"Namun dari hasil pengujian, terlihat kotoran ayam memiliki potensi menghasilkan biogas yang paling besar per kg bahan baku kotorannya yaitu mencapai 0,102 m<sup>3</sup>/kg dibandingkan sapi dan kambing yang hanya mencapai sepertiga nilainya yaitu 0,038 m<sup>3</sup>/kg dan 0,028 m<sup>3</sup>/kg.

Mengacu pengamatan ppeneliti yang dilakukan adalah pengolahan Palm Oil Mill Effluent (POME) menjadi biogas. Maka pada penelitian dilakukan menggunakan bahan utama limbah cair kelapa sawit dan bahan pendamping menggunakan kotoran sapi, air,. Maka dari itu penelitian yang akan di laksanakan variabel , yang akan mencari perbandingan yang optimum dari campuran limbah POME dan kotoran sapi . sehingga akan menghasilkan biogas yang lebih banyak dan optimal dengan system anaerobic tipe batch.



### **1.3. Permasalahan**

Adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Apakah limbah cair kelapa sawit dengan kotoran sapi dapat menghasilkan biogas berupa  $\text{CH}_4$  yang optimum?
2. Bagaimanakah proses dan cara kerja pengolahan POME sehingga bisa menjadi biogas?
3. Apakah pengolahan limbah cair Palm Oil Mill Effluent menjadi biogas dapat menurunkan kandungan COD dan TSS?

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan mengadakan penelitian:

1. Untuk menghasilkan nilai parameter volume biogas,  $\text{CH}_4$  dari campuran limbah POME dan Kotoran sapi pada beberapa sampel menggunakan perbandingan 60%:40%
2. Untuk mengetahui proses dan cara kerja pengolahan Limbah POME sehingga bisa menjadi biogas.
3. Untuk mengetahui penurunan kadar kandungan COD dan TSS

### **1.5. Manfaat Penelitian**

1. Bagi masyarakat:
  - a. Limbah cair kelapa sawit mengandung  $\text{CH}_4$  (Metana) yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari
  - b. Mengurangi masalah pencemaran udara
  - c. Meminimalisir dampak kerusakan lingkungan yang akan disebabkan oleh limbah tersebut.
2. Bagi Peneliti:
  - a. Melatih diri untuk terus menciptakan terobosan baru bagi masyarakat
  - b. Sebagai referensi lanjutan dalam penelitian berikutnya.
3. Bagi perkembangan IPTEK:

Inovasi terbaru yang bersifat ilmiah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azwir. *Analisa pencemaran air Sungai Tapung Kiri oleh limbah industri kelapa sawit PT. Peputra Masterindo di kabupaten Kampar*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang, 2006.
- Baharudin, dkk, *Co-composting of empty fruit bunches and partially treated palm oil mill effluent in pilot scale*. International Journal Agric Res 4 (2) : 2009
- Dharma, Surya dan Kms. Ridhuan, *Kajian potensi sumber energi biogas dari kotoran ternak untuk bahan bakar alternatif di kecamatan kalirejo kabupaten lampung tengah*. 2014.
- Fardiaz, *Pencemaran Lingkungan*. PT. Aneka Cipta. Jakarta. 1992.
- Harahap, Indri Vaselina, *Uji Beda Komposisi Campuran Kotoran Sapi dengan Beberapa Hasil Limbah Pertanian Terhadap Biogas yang Dihasilkan*. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara : 2007
- Ilmannafian, Adzani Ghani. dkk. *Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dengan Metode Filtrasi dan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Enceng Gondok*. 2020
- Irvan, dkk, *Pembuatan Pupuk Organik Aktif Dari Pengolahan Lanjut Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit, Laporan Hasil Penelitian*, Universitas Sumatera Utrara, Medan, 2011.
- Meynell, P. J., *Methane : Planing a Digester, Carbon and Nitrogen (C/N) Ratio Biogas*, Prism Press, Great Britain. 1981
- Munamar, E.I. *Pembuatan dan Aplikasi Pupuk Organik Padat*. Seri Agro Tekno Penebar Swadaya, Cimanggis Bogor : 2006
- Sudradjat, R. dkk. *produksi Biogas dari Limbah pengolahan kelapa sawit dengan proses fermentasi padat*, 2003

Winanti, Widiatmini Sih, dkk, *Pengolahan palm oil milleffluent (POME) menjadi Biogas dengan sistem Anaerobik tipe Fixed Bed tanpa proses netralisasi*.  
Jurnal Teknologi Lingkungan, vol 2 Tangerang Selatan : 2019

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No: Kep51/MenLH/10/1995,  
Tentang Baku Mutu Limbah Cair Untuk Industri Minyak Sawit, 1995

Direktorat Jenderal Pengolahan dan Pemasaran Hasil Tanaman Pangan (PPHP),  
Departemen Pertanian, 2006

Dinas Peternakan Jawa Tengah,(Kandungan Unsur Hara pada Beberapa Ternak),  
2008

PerMen LH No. 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi  
Kawasan Industri, 2010

<https://www.mesinpks.com/pemanfaatan-limbah-cair-kelapa-sawit/>,Diakses  
tanggal 25 April 2021