

**ANALISIS POTENSI PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN
LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DAN KOTORAN
SAPI POTONG**

TESIS

Untuk memenuhi satu syarat mencapai derajat pendidikan Strata Dua (S-2)
Sebagai Magister Energi pada Program Studi Magister Energi



Disusun Oleh:

**TIYO AGUNG PAMBUDI
NIM. 30000418420005**

**PROGRAM STUDI MAGISTER ENERGI
FAKULTAS SEKOLAH PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2021**

**HALAMAN PENGESAHAN
TESIS**

**ANALISIS POTENSI PRODUKSI BIOGAS DARI
CAMPURAN LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT*
(POME) DAN KOTORAN SAPI POTONG**

Disusun Oleh :

Tiyo Agung Pambudi
NIM. 30000418420005

**Telah diujikan dan dinyatakan oleh Tim Penguji
Pada tanggal 09 Agustus 2021.**

Tim Penguji

Dosen Pembimbing I



(Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc., IPU)
NIP. 19751029 199903 1 004

Dosen Penguji I



(Dr. Endang Kusdiyantini, DEA)
NIP. 19591126 198810 2 001

Dosen Pembimbing II



(Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si., M.Si.)
NIP. 19730201 200003 1 001

Dosen Penguji II



(Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T.)
NIP. 19581107 198803 1 001

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Energi
Tanggal 09 Agustus 2021**

Dekan Sekolah Pascasarjana

Kaprodi Magister Energi

(Dr. R.B. Sularto, S.H., M. Hum.)
NIP. 19670101 199103 1 005

(Dr. Ir. Jaka Windarta, M.T.)
NIP. 19640526 198903 1 002

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Dibuat di: Semarang

Pada Tanggal: 25 Agustus 2021

Yang Menyatakan



Tiyo Agung Pambudi

**PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Mahasiswa : Tiyo Agung Pambudi
NIM : 30000 41842 0005
Program Studi : Magister Energi
Sekolah : Pascasarjana
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**ANALISIS POTENSI PRODUKSI BIOGAS DARI
CAMPURAN LIMBAH PALM OIL MILL EFFLUENT
(POME) DAN KOTORAN SAPI POTONG**

Beserta perangkat yang ada. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Magister Energi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat, dan mempublikasikan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Dibuat di: Semarang
Pada Tanggal: 25 Agustus 2021
yang Menyatakan



Tiyo Agung Pambudi

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “ANALISIS POTENSI PRODUKSI BIOGAS DARI CAMPURAN LIMBAH *PALM OIL MILL EFFLUENT* (POME) DAN KOTORAN SAPI POTONG”. Proposal tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Energi pada Program Studi Magister Energi, Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang. Pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membimbing, memberi bantuan, arahan dan saran dalam penyusunan proposal tesis ini yaitu kepada:

1. Dr. R.B. Sularto, S.H., M. Hum selaku Dekan Pasca sarjana, Universitas Diponegoro Semarang.
2. Dr. Ir. Jaka Windarto, M.T selaku Ketua Program Studi Magister Energi Universitas Diponegoro Semarang.
3. Prof. Dr. Hadiyanto, S.T., M.Sc.,IPU selaku Dosen Pembimbing Pertama atas waktu, tenaga, petunjuk, dan keramah-tamahannya dalam membimbing penulis mengerjakan Tesis.
4. Bapak Dr. Sri Widodo Agung Suedy, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua atas waktu, tenaga, petunjuk, dan keramah-tamahannya dalam membimbing penulis mengerjakan Tesis ini.
5. Dr. Endang Kusdiyantini, DEA, selaku Dosen Penguji I atas waktu dan petunjuk dalam menyelesaikan Tesis.
6. Prof. Dr. Ir. Syafrudin, CES, M.T. selaku Dosen Penguji II atas waktu dan petunjuk dalam menyelesaikan Tesis.
7. Bapak dan Ibu Dosen Magister Energi yang telah memberikan pengajaran dan ilmu kepada penulis.
8. Orang Tua Kami, istri dan keluarga yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Magister Energi yang selalu mendukung dan memberi semangat.

10. Sdr. Hugeng, Sdr. Taufiq, dan Sdr. Sugeng atas saran dan diskusinya
11. Teman Seangkatan tahun 2018 & 2019: Arie Wicaksono, Priyo, Ruth, Rusdin, Hardito, Helmy, Nurhadi yang selalu memberi dukungan dan semangat.

Akhir kata penulis memohon maaf apabila terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Tesis ini. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan guna penyempurnaan dan pengembangan Tesis ini kearah yang lebih baik. Semoga segala yang tertuang dalam Tesis dapat memberikan manfaat bagi kita semua baik sekarang maupun dimasa akan datang. Mudah-mudahan usaha penyusun Tesis memperoleh Ridha dari Allah SWT. Amin.

Semarang, 25 Agustus 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
INTISARI	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Biogas	8
2.1.1 Sumber Dan Syarat Bahan Baku	11
2.1.2 Karakteristik Biogas	13
2.1.3 Pengembangan Dan Perkembangan Teknologi Biogas.....	14
2.1.4 Pemanfaatan Biogas	18
2.2 POME (<i>Palm Oil Mill Effluent</i>)	20
2.2.1 Karakteristik POME	22
2.2.2 Pemanfaatan POME	24
2.3 <i>Cow dung</i> (Kotoran Sapi).....	24
2.3.1 Pemanfaatan Kotoran Sapi	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	30
3.2 Alat dan Bahan	30
3.2.1 Alat Penelitian	30
3.2.2 Bahan Penelitian.....	31
3.3 Jenis Penelitian	32
3.4 Variabel Penelitian	32

3.5	Kerangka Pikir Penelitian	33
3.6	Ruang Lingkup Penelitian	35
3.7	Jenis dan Sumber Data	35
3.8	Teknis pengambilan data	35
3.9	Teknik Analisa Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Analisa Bahan Pembuatan Biogas	39
4.2	Analisis Bahan Masukan Produksi Biogas	40
4.3	Analisis Temperatur Digester	42
4.4	Analisis Nilai Derajat Keasaman (pH) di Dalam Digester	43
4.5	Analisis Kandungan <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	44
4.6	Analisis Produksi Biogas	46
4.6.1	Pengukuran tekanan dan volume biogas	46
4.6.2	Model matematis	46
4.7	Dampak Lingkungan	60
BAB V PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		69

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Baku Mutu Limbah Cair Industri Kelapa Sawit	2
Tabel 2. 1 Komposisi Biogas Secara Umum Menurut Sumber Bahannya	10
Tabel 2. 2 Komposisi Biogas	13
Tabel 2. 3 Karakteristik Limbah Cair Kelapa Sawit.....	23
Tabel 2. 4 Nilai Kalor Limbah Pabrik Kelapa Sawit	24
Tabel 2.5 Peneliti Terdahulu.....	18
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Bahan Baku POME	39
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Campuran POME Dengan Kotoran Sapi	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Produksi biogas global tahun 2012-2022 (Raboni et al, 2013).....	9
Gambar 2. 2 Tipe Fixed Dome Plant (Ambar, 2016)	16
Gambar 2. 3 Tipe Floating Drum Plant (Ambar, 2016).....	16
Gambar 2. 4 Tipe Baloon Plant (Ambar, 2016).....	17
Gambar 2. 5 Tipe Plug Flow (Ambar, 2016).....	18
Gambar 2. 6 Pemanfaatan Biogas	20
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian (Sumber: Dokumen Pribadi, 2020)	30
Gambar 3. 2 Alat Instalasi Biogas (Sumber: Dokumen Pribadi, 2020).....	31
Gambar 3. 3 (1) Kotoran Sapi, (2) Palm Oil Mill Effluent (Sumber: Dokumen Pribadi, 2020)	32
Gambar 3. 4 Kerangka Alur Pikir Penelitian	34
Gambar 4. 1 Grafik Temperatur di Dalam Digester	42
Gambar 4. 2 Grafik Nilai pH	43
Gambar 4. 3 Diagram Peningkatan Kandungan COD	44
Gambar 4. 4 Manometer U (Sumber: Dokumen Pribadi, 2020).....	48
Gambar 4. 5 Grafik Peningkatan Tekanan Biogas Pada Pembebanan 1 Liter.....	49
Gambar 4. 6 (a) Grafik Volume Biogas Harian Pada Pembebanan 1 Liter, (b) Grafik Volume Akumulasi Biogas Pada Pembebanan 1 liter	50
Gambar 4. 7 Grafik Peningkatan Tekanan Biogas Pada Pembebanan 2 liter	51
Gambar 4. 8 (a) Grafik Volume Biogas Harian Pada Pembebanan 2 Liter, (b) Grafik Volume Akumulasi Biogas Pada Pembebanan 2 Liter	53
Gambar 4. 9 Grafik Peningkatan Tekanan Biogas Pada Pembebanan 3 Liter.....	53
Gambar 4. 10 (a) Grafik Volume Biogas Harian Pada Pembebanan 3 Liter, (b) Grafik Volume Akumulasi Biogas Pada Pembebanan 3 Liter	55
Gambar 4. 11 Grafik Peningkatan Tekanan Biogas Pada Pembebanan 4 Liter.....	56
Gambar 4. 12 (a) Grafik Volume Biogas Harian Pada Pembebanan 4 Liter, (b) Grafik Volume Akumulasi Biogas Pada Pembebanan 4 Liter	57
Gambar 4. 13 Uji Bakar Biogas	59

Gambar 4. 14 (a) Input Data Karbon POME Sebelum Diolah, (b) Jumlah Emisi Yang Dihasilkan	60
Gambar 4. 15 (a) Input Data Karbon POME Sesudah Diolah, (b) Jumlah Emisi Yang Dihasilkan	61

INTISARI

Minyak kelapa sawit saat ini merupakan sumber minyak nabati terbesar di dunia. Meningkatnya permintaan terhadap minyak kelapa sawit akan meningkatkan produksi minyak kelapa sawit yang berdampak pada meningkatnya jumlah limbah yang dihasilkan. Salah satu limbah dari sisa produksi minyak kelapa sawit yaitu *Palm Oil Mill Effluent* (POME). Limbah POME mengandung senyawa organik sehingga nilai COD, BOD dan TSS tinggi. POME atau limbah cair pabrik kelapa sawit saat ini masih menjadi persoalan limbah yang belum di manfaatkan secara maksimal. Limbah POME memiliki potensi energi terbarukan berupa biogas. Penambahan kotoran sapi perlu di lakukan untuk meningkatkan produksi biogas karena bakteri metanogen yang terdapat pada kotoran sapi membantu memaksimalkan proses fermentasi anaerob dan produksi metana. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi produksi biogas dari campuran POME dan kotoran sapi selama 25 hari dengan melakukan kajian terhadap proses produksi biogas. Metode yang dilakukan dalam proses pembuatan biogas dari campuran POME dan kotoran sapi yaitu anaerob dengan biodigester tipe *fixed dome*. Perbandingan konsentrasi pencampuran yaitu 50% POME dan 50% larutan kotoran sapi dengan pembebanan diberikan berbeda, dengan variasi pemberian 1L/hari, 2L/hari, 3L/hari dan 4L/hari. Parameter yang diamati adalah temperatur, pH, COD, produksi biogas, dan analisis dampak lingkungan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan COD meningkat seiring pertambahan laju pembebanan sebesar 11.198 mg/L - 26.327 mg/L dengan temperatur rata-rata di dalam biodigester yaitu sebesar 25°-30°C dan pH rata-rata sebesar 6,2-7. Tekanan biogas di dalam biodigester meningkat seiring penambahan laju pembebanan yaitu sebesar 101.102 N/m²/hari menjadi 101.107 N/m²/hari dengan produksi biogas harian sebesar 0, 24247 liter/hari dengan total akumulasi produksi biogas selama 25 hari sebesar 6,1liter.

Kata Kunci: POME, Biogas, Kotoran sapi

ABSTRACT

Palm oil is currently the largest source of vegetable oil in the world. The increasing demand for palm oil will increase palm oil production which has an impact on increasing the amount of waste generated. One of the wastes from the rest of palm oil production is Palm Oil Mill Effluent (POME). POME waste contains organic compounds so that the COD, BOD and TSS values are high. POME or palm oil mill effluent is currently still a waste problem that has not been utilized optimally. POME waste has the potential for renewable energy in the form of biogas. The addition of cow dung needs to be done to increase biogas production because methanogenic bacteria found in cow dung help to maximize the anaerobic fermentation process and methane production. This research was conducted to determine the potential for biogas production from a mixture of POME and cow dung for 25 days by conducting a study of the biogas production process. The method used in the process of making biogas from a mixture of POME and cow dung is anaerobic with a fixed dome type biodigester. Comparison of mixing concentrations of 50% POME and 50% cow dung solution with different loading rates, with variations in administration of 1L/day, 2L/day, 3L/day and 4L/day. Parameters observed were temperature, pH, COD, biogas production, and environmental impact analysis. The results of this study showed that the COD content increased with increasing loading rate of 11,198 mg/L - 26,327 mg/L with an average temperature in the biodigester of 25°-30°C and an average pH of 6.2-7. The biogas pressure in the biodigester increases with the addition of the loading rate, which is 101.102 N/m²/day to 101.107 N/m²/day with a daily biogas production of 0.24247 liters/day with a total accumulation of biogas production for 25 days of 6.1 liters.

Keywords: POME, Biogas, Cow dung