

SKRIPSI

ANALISIS PRODUKSI BIOGAS LIMBAH POME DAN KOTORAN SAPI DENGAN EM-4 PADA DIGESTER TERHADAP NILAI KALOR BIOGAS



**Disusun sebagai salah satu Syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH:

**LEVIA MONICA
062140412415**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
ANALISIS PRODUKSI BIOGAS LIMBAH POME DAN
KOTORAN SAPI DENGAN EM-4 PADA DIGESTER
TERHADAP NILAI KALOR BIOGAS

OLEH:
LEVIA MONICA
062140412415

Palembang, Juli 2025

Menyetujui
Pembimbing I,



Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S. T., M. S.
NIDN. 0023107103

Pembimbing II,



Iriani Reka Septiana, S. ST., M. T.
NIDN. 0022099108

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Tahdid, S. T., M. T.
NIP. 197201131997021001

MOTTO

“

Diawali dengan bismillah, diakhiri dengan alhamdulillah

Karena “Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Selalu ada harga dalam sebuah proses, nikmati saja lelah-lelah ini. Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar. Tapi, gelombang-gelombang itu yang nanti bisa kau ceritakan”

(Boy Candra)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139

Telp. 0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Levia Monica
NIM : 062140412415
Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian:

“Analisis Produksi Biogas Limbah POME dan Kotoran Sapi dengan EM-4 pada Digester terhadap Nilai Kalor Biogas”

Data penelitian ini tidak mengandung unsur “PLAGIAT” sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, Agustus 2025

Penulis,

Levia Monica
NIM. 062140412415

Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.S.
NIDN. 0023107103

Pembimbing II,

Iriani Reka Septiana, S. ST., M. T.
NIDN. 0022099108



KATA PENGHANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “Analisis Produksi Biogas Limbah POME dan Kotoran Sapi dengan EM-4 pada Digester terhadap Nilai Kalor Biogas”.

Laporan akhir merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Dalam pelaksanaan sampai penyusunan laporan akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S. Pd., M. Pd selaku Wakil Direktur Bidang akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M. T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S. ST., M. T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia PoliteknikNegeri Sriwijaya.
5. Dr. Lety Trisnaliani, S. T., M.T. selaku Koordinator Program Studi JurusanTeknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S. T,. M. S. selaku Dosen Pembimbing I Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Iriani Reka Septiana, S. ST., M. T. selaku Dosen Pembimbing II Laporan Akhir di Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Endang Supraptiah, M.T.S.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik di Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Seluruh Dosen beserta staf Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
10. Kedua Orang Tua tercinta, Bapak Toharudin dan Ibu Siti Aisyah yang selalu memberikan do’a dan dukungan untuk kelancaran dan kesuksesan pada penelitian dan penyelesaian laporan ini.
11. Keluarga tercinta, Kakak Iswanto Ardani dan Ayuk Monita Purwandani

selaku saudara yang telah memberikan dukungan kepada penulis, serta keponakan-keponakan penulis, Abang Azzam Elvano Ardani, Kakak Muhammad Alwi Yusuf Al-Badar dan Adik Zizi Gita Ardani yang selalu memberikan semangat kepada penulis.

12. Teman-teman penelitian “Biogas” yang bersama berjuang menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Desy Nur Alifah, Iin Nabilasari, Tilawa Sathia, Cintia Putri Lestari dan yang lainnya selaku sahabat-sahabat yang selalu memberikan semangat pada penulis.
14. Muhammad Adithia Wiranata dan Dibyo Prakoso yang telah saling membantu dan kebersamai serta berkolaborasi dengan baik untuk menyelesaikan penelitian bersama-sama.
15. Rekan – rekan kelas EGA Angkatan 2021 yang senantiasa saling memberikan semangat selama pelaksanaan tugas akhir ini.
16. *Last but not least*, kepada diri saya sendiri yang telah percaya dan yakin serta bekerja keras untuk dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karenaitu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca, yang tentunya akan mendorong penulis untuk berkarya lebih baik lagi pada kesempatanyang akan datang. Akhir kata penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi setiap pembaca.

Palembang, Juli 2025

Penulis

ABSTRAK

ANALISIS PRODUKSI BIOGAS LIMBAH POME DAN KOTORAN SAPI DENGAN EM-4 PADA DIGESTER TERHADAP NILAI KALOR BIOGAS

(Levia Monica, 2025: 77 Halaman, 11 Tabel, 17 Gambar)

Keterbatasan sumber energi konvensional mendorong eksplorasi terhadap alternatif energi terbarukan. Biogas adalah salah satu energi alternatif yang ramah lingkungan, dengan memanfaatkan limbah organik melalui proses anaerobik hingga menghasilkan gas metana. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis produksi biogas dengan fokus pada pengaruh waktu retensi terhadap volume biogas, karakteristik komposisi biogas serta nilai kalor biogas yang dihasilkan. Penelitian dilakukan menggunakan digester berkapasitas 250 L dengan bahan baku berupa campuran limbah POME dan kotoran sapi dengan rasio [1:1]. Proses fermentasi dilakukan selama 25 hari dengan variasi waktu retensi 5, 10, 15, 20, dan 25 hari. Volume biogas, komposisi gas (CH_4 , CO_2 , O_2 , dan H_2S), temperatur (digester dan lingkungan), pH slurry, serta tekanan gas menggunakan manometer U diamati secara berkala setiap 5 hari sesuai waktu retensi. Nilai kalor biogas kemudian dihitung berdasarkan persentase kandungan metana yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi biogas meningkat seiring waktu retensi, dengan puncak produksi terjadi pada hari ke-25. Kandungan metana (CH_4) maksimum mencapai 58 %Vol dan nilai kalor tertinggi diperoleh sebesar 20,76 MJ/m³ pada komposisi CH_4 maksimum. Penelitian ini membuktikan bahwa kapasitas digester, volume bahan baku, serta parameter operasional seperti pH, temperatur, tekanan, dan waktu retensi memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas dan kuantitas biogas yang dihasilkan.

Kata Kunci: Biogas, Digester, Limbah POME, Kotoran Sapi, Nilai Kalor Biogas

ABSTRACT

ANALYSIS OF BIOGAS PRODUCTION FROM POME WASTE AND COW DUNG WITH EM-4 IN A DIGESTER ON THE CALORIAL VALUE OF BIOGAS

(Levia Monica, 2025: 77 Pages, 11 Tables, 17 Figures)

The limitations of conventional energy sources encourage exploration of renewable energy alternatives. Biogas is an environmentally friendly alternative energy, utilizing organic waste through an anaerobic process to produce methane gas. The purpose of this study was to analyze biogas production with a focus on the effect of retention time on biogas volume, biogas composition characteristics, and the calorific value of the produced biogas. The study was conducted using a 250 L digester with a raw material consisting of a mixture of POME waste and cow dung with a ratio of [1:1]. The fermentation process was carried out for 25 days with varying retention times of 5, 10, 15, 20, and 25 days. Biogas volume, gas composition (CH₄, CO₂, O₂, and H₂S), temperature (digester and environment), slurry pH, and gas pressure using a U-shaped manometer were monitored periodically every 5 days according to the retention time. The calorific value of the biogas was then calculated based on the percentage of methane content obtained. The results showed that biogas production increased with retention time, with peak production occurring on the 25th day. The maximum methane (CH₄) content reached 58%Vol and the highest calorific value was 20.76 MJ/m³ at the maximum CH₄ composition. This study demonstrated that digester capacity, raw material volume, and operational parameters such as pH, temperature, pressure, and retention time significantly influence the quality and quantity of biogas produced.

Keywords: Biogas, Digester, POME, Cow Manure, Calorific Value

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
MOTTO	iii
SURAT BEBAS PLAGIAT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Relevansi	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Biogas	6
2.2.1 Kandungan Biogas.....	6
2.2.2 Proses Pembentukan Biogas	7
2.2 Bahan Baku Pembuatan Biogas	9
2.2.1 <i>Palm Oil Mill Effluent</i> (POME).....	10
2.2.2 Kotoran Sapi	11
2.3 Tahapan Proses Produksi Biogas	12
2.4 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Biogas	14
2.5 Bioaktivator	15
2.6 Digester Biogas	16
2.6.1 <i>Batch Reactors</i>	16
2.6.2 <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (CSTR)	17
2.6.3 <i>Plug Flow Digester</i>	18
2.6.4 <i>Fixed Dome Digester</i>	18
2.6.5 <i>Floating Drum Digester</i>	19
2.6.6 <i>Horizontal Digester</i>	20
2.6.7 <i>Balloon-Type Digester</i>	20
2.7 Volume Digester Biogas	22
2.7.1 Volume Tabung Digester.....	22
2.7.2 Volume Isi Tabung Digester.....	22
2.7.3 Ruang Gas.....	22
2.8 Tekanan Biogas	22
2.9 Produksi Biogas.....	23

2.10	Nilai Kalor Biogas.....	24
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2	Alat dan Bahan	25
3.2.1	Alat	24
3.2.2	Bahan	31
3.3	Perlakuan Penelitian	31
3.4	Prosedur Penelitian.....	31
3.4.1	Karakterisasi Fisik dan Kimia Substrat	31
3.4.2	Preparasi Biogas	31
3.4.3	Pengamatan pH.....	32
3.4.4	Pengamatan Temperatur Digester dan Lingkungan.....	32
3.4.5	Pengamatan Tekanan	32
3.4.6	Pengamatan Volume Biogas.....	33
3.4.7	Pengambilan Sample Gas	34
3.4.8	Pengosongan dan Pembersihan Digester	34
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Hasil Parameter Penelitian.....	37
4.1.2	Hasil Analisa Produksi Biogas	37
4.1.3	Hasil Perhitungan.....	38
4.1.3.1	Hasil Perhitungan Tekanan Digester Biogas.....	38
4.1.3.2	Hasil Perhitungan Volume Biogas	39
4.1.3.3	Hasil Perhitungan Nilai Kalor Biogas	39
4.2	Pembahasan	39
4.2.1	Analisis Parameter Operasional Terhadap Produksi Biogas	40
4.2.2	Analisis Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Produksi	42
4.2.3	Analisis Karakteristik Biogas Terhadap Waktu Retensi	45
4.2.3.1	Analisis Hubungan Kandungan CH ₄	46
4.2.3.2	Analisis Hubungan Kandungan CO	47
4.2.3.3	Analisis Hubungan Kandungan H ₂ S	48
4.2.3.4	Analisis Hubungan Kandungan O ₂	49
4.2.4	Analisis Produksi Biogas Terhadap Nilai Kalor Biogas	50
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	52
5.1	Kesimpulan	52
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		54

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2. 1 Komposisi Biogas Secara Umum	7
2. 2 Karakteristik POME.....	10
2. 3 Baku Mutu Limbah Cair Industri Kelapa Sawit	11
2. 4 Karakteristik Kotoran Sapi.....	12
3. 1 Bahan yang digunakan	31
4. 1 BOD, COD dan TSS	37
4. 2 Karakteristik N, Total organic carbon dan C/N Ratio.....	37
4. 3 Hasil Pengamatan Tekanan, Temperatur dan pH Pada Biogas.....	38
4. 4 Komposisi Biogas	38
4. 5 Data Hasil Perhitungan Tekanan Digester Biogas	38
4. 6 Data Hasil Perhitungan Volume Biogas	39
4. 7 Data Hasil Perhitungan Nilai Kalor Biogas	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 <i>Palm Oil Mill Effluent</i>	10
2. 2 Kotoran Sapi	11
2. 3 <i>Effektive Mikroorganisme 4</i>	16
2. 4 <i>Batch Reactors</i>	17
2. 5 <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i>	17
2. 6 <i>Plug Flow Digester</i>	18
2. 7 <i>Fixed Dome Digester</i>	19
2. 8 <i>Floating Drum Digester</i>	19
2. 9 <i>Horizontal Digester</i>	20
2. 10 <i>Balloon-Type Digester</i>	21
3. 1 Desain Alat Biogas Sebelum <i>Upgrading</i>	26
3. 2 Desain Alat Setelah <i>Upgrading</i>	26
3. 3 Desain 2 D dan 3D <i>Upgrading</i> Alat Biogas	29
4. 1 Grafik Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Produksi Biogas	43
4. 2 Grafik Karakteristik Produksi Biogas Terhadap Waktu Retensi	45
4. 3 Grafik Hubungan Produksi Biogas terhadap Kandungan CH ₄	46
4. 4 Grafik Hubungan Produksi Biogas terhadap Kandungan CO	47
4. 5 Grafik Hubungan Produksi Biogas terhadap Kandungan H ₂ S.....	48
4. 6 Grafik Hubungan Produksi Biogas terhadap Kandungan O ₂	49
4. 7 Grafik Hubungan Produksi Biogas Terhadap Nilai Kalor Biogas	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
LAMPIRAN I	61
LAMPIRAN II.....	62
LAMPIRAN III	72