

SKRIPSI

ANALISIS PEMURNIAN BIOGAS DARI LIMBAH POME DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN ABSORBEN NaOH DENGAN VARIASI KONSENTRASI, LAJU ALIR DAN JENIS PACKING



**Disusun Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan (DIV) Pada Jurusan Teknik Kimia
Program Studi Teknik Energi**

**Oleh :
Muhammad Adithia Wiranata
0621 4041 2445**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS PEMURNIAN BIOGAS DARI LIMBAH POME DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN ABSORBEN NaOH DENGAN VARIASI KONSENTRASI, LAJU ALIR DAN JENIS PACKING

OLEH:
MUHAMMAD ADITHIA WIRANATA
062140412445

Palembang, Agustus 2025

Menyetujui
Pembimbing I,



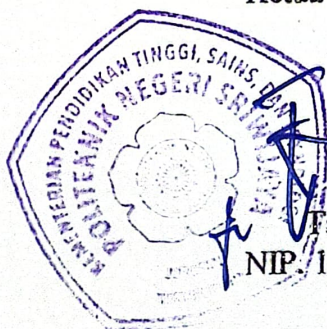
Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M.S.
NIDN. 0023107103

Pembimbing II,



Agus Manggala, S.T., M.T.
NIDN. 0026088401

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Fahdid, S.T., M.T.
NIP. 197201131997021001



SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Adithia Wiranata
NIM : 062140412445
Jurusan / Program Studi : Teknik Kimia / DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian:

“Analisis Pemurnian Biogas Dari Limbah POME dan Kotoran Sapi menggunakan Absorben NaOH dengan Variasi Konsentrasi, Laju Alir dan Jenis Packing”

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,

Pembimbing I,

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

Muhammad Adithia Wiranata
NIM. 062140412445

Pembimbing II,

Agus Manggala, S.T., M.T.
NIDN. 0026088401

MOTTO

“Only you can change your life. Nobody else can do it for you”

Orang lain ga akan bisa paham *struggle* dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian *succes stories*. Berjuanglah untuk diri sendiri walaupun ga ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan.

“ Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,
Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan
sungguh – sungguh (urusan) yang lain”

(QS: Al-Insyirah 6-7)

“ Jangan hidup untuk disukai banyak orang, tapi hiduplah untuk membantu
banyak orang “

-Timothy Ronald-

ABSTRAK

ANALISIS PEMURNIAN BIOGAS DARI LIMBAH POME DAN KOTORAN SAPI MENGGUNAKAN ABSORBEN NaOH DENGAN VARIASI KONSENTRASI, LAJU ALIR DAN JENIS PACKING

(Muhammad Adithia Wiranata, 2025, 68 Halaman, 29 Tabel, 32 Gambar)

Kebutuhan energi sebagian besar masih bergantung pada bahan bakar fosil, sehingga cadangannya terus menurun dan emisi gas rumah kaca meningkat. Salah satu sumber energi berkelanjutan sebagai pengganti adalah biogas. Biogas dihasilkan melalui fermentasi anaerob, yaitu penguraian bahan organik tanpa oksigen oleh bakteri. Biogas mengandung metana (CH_4), karbon dioksida (CO_2), dan sedikit hidrogen sulfida (H_2S). Penelitian ini meninjau pengaruh konsentrasi dan laju alir dalam peningkatan kadar CH_4 , penyerapan CO_2 dan H_2S menggunakan absorben Natrium Hidroksida (NaOH). Biogas diproduksi dari limbah POME dan kotoran sapi melalui fermentasi selama 25 hari. Variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi NaOH 1M dan 2M serta laju alir 0,4 L/m, 1,2 L/m dan 2 L/m. Semakin tinggi konsentrasi dan laju alir absorben, maka penyerapan CO_2 dan H_2S meningkat, serta kadar CH_4 juga meningkat. Pada packing *ceramic raschig ring* dengan NaOH 2M dan laju alir 2 L/m, penyerapan CO_2 dari 41,87% menjadi 25,94%, H_2S dari 209 ppm menjadi 65 ppm, dan CH_4 dari 58% menjadi 74%. Pada packing *kaldnes* diperoleh CO_2 menjadi 28,93%, H_2S menjadi 78 ppm, dan CH_4 meningkat menjadi 71%. Packing *ceramic raschig ring* menunjukkan hasil lebih baik daripada packing *kaldnes*.

Kata Kunci : Biogas, POME, Kotoran Sapi, NaOH, Absorpsi

ASBTRACT

ANALYSIS OF BIOGAS PURIFICATION FROM POME WASTE AND COW MANURE USING NaOH ABSORBENT WITH VARIATIONS IN CONCENTRATION, FLOW RATE, AND PACKING TYPE

(Muhammad Adithia Wiranata, 2025, 68 pages, 29 tables, 32 figures)

Energy needs are still largely dependent on fossil fuels, causing reserves to continue to decline and greenhouse gas emissions to increase. One sustainable energy source that can be used as a substitute is biogas. Biogas is produced through anaerobic fermentation, which is the decomposition of organic matter without oxygen by bacteria. Biogas contains methane (CH_4), carbon dioxide (CO_2), and a small amount of hydrogen sulfide (H_2S). This study examines the effect of concentration and flow rate on increasing CH_4 levels, CO_2 and H_2S absorption using sodium hydroxide (NaOH) absorbent. Biogas is produced from POME waste and cow manure through fermentation for 25 days. The independent variables used were NaOH concentrations of 1M and 2M, and flow rates of 0.4 L/m, 1.2 L/m, and 2 L/m. As the concentration and flow rate of the absorbent increased, CO_2 and H_2S absorption also increased, and CH_4 levels also rose. In the *Raschig ring ceramic* packing with 2M NaOH and a flow rate of 2 L/m, CO_2 absorption decreased from 41.87% to 25.94%, H_2S decreased from 209 ppm to 65 ppm, and CH_4 increased from 58% to 74%. With *Kaldnes* packing, CO_2 absorption reached 28.93%, H_2S absorption reached 78 ppm, and CH_4 absorption increased to 71%. *Ceramic Raschig ring* packing showed better results than *Kaldnes* packing.

Keywords: Biogas, POME, Cow Manure, NaOH, Absorption

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis sampaikan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Pemurnian Biogas dari Limbah POME dan Kotoran Sapi menggunakan Absorben NaOH dengan Variasi Konsentrasi, Laju Alir dan Jenis Packing”. Skripsi ini dibuat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV) Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi . Penulis menyusun skripsi ini berdasarkan penelitian yang dilakukan pada Maret – Juli 2025.

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini, penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung dan tidak langsung. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Yusri, S.Pd.,M.Pd selaku Wakil Direktur Bidang Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Tahdid S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Isnandar Yunanto S.ST.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Lety Trisnaliani S.T.,M.T.selaku Kordinator Program Studi Teknik Energi.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Yohandri Bow, S.T., M. S. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Agus Manggala, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu selama proses penyusunan skripsi ini
8. Segenap Bapak/Ibu Dosen di Jurusan Teknik Kimia Program Studi D-IV Teknik energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Ayah tercinta dan panutanku yaitu bapak Paijo, terima kasih sudah berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang hanya tamatan SMP yang tidak pernah bermimpi bisa melanjutkan SMA atau bahkan duduk

dibangku kuliah. Namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi dan memberi dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.

10. Pintu surgaku ibunda tercinta yaitu ibu Samaniyah yang telah melahirkan, memberikan kasih sayang dan cinta kepada penulis, serta selalu menjadi tempat paling nyaman bagi penulis. Terima kasih untuk do'a yang beliau panjatkan selama ini sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
11. Teman – teman kelas 8 EGC angkatan 2021 yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama mengerjakan skripsi.
12. Teman – teman penelitian “Biogas Mesa” yang bersama-sama berjuang menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Nana, Levia, Desy, Dibyo, Irgy, Dwi dan Rahka selaku tempat berkeluh kesah dan yang memberikan saran saat penulis sedang kesusahan.
14. Semua Pihak yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini yang namanya tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis sepenuhnya menyadari bahwasannya dalam pembuatan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR	ii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Relevansi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biogas	6
2.2 Bahan Baku Biogas	7
2.2.1 <i>Palm Oil Mill Effluent (POME)</i>	7
2.2.2 Kotoran Sapi	9
2.3 Digester Biogas	10
2.3.1 <i>Continuous Stirred Tank Reactor (CSTR)</i>	10
2.3.2 <i>Plug Flow Digester</i>	11
2.3.3 <i>Fixed Dome Digester</i>	12
2.3.4 <i>Floating Drum Digester</i>	12
2.3.5 <i>Horizontal Digester</i>	13
2.3.6 <i>Ballon-Type Digester</i>	14
2.4 Proses Pembentukan Biogas	14
2.5 Proses Pemurnian Biogas	16
2.6 Absorber	16
2.6.1 <i>Menara Spray</i>	17
2.6.2 <i>Menara Gelembung</i>	17
2.6.3 <i>Menara Plate</i>	18
2.6.4 <i>Packed Tower</i>	18
2.7 Absorpsi	19
2.8 Absorben	20
2.9 Jenis Packing	22
2.9.1 <i>Ceramic Raschig Ring</i>	22
2.9.2 <i>Kaldnes</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	24
3.2 Bahan dan Alat	24
3.2.1 Alat	24
3.2.2 Bahan	30
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan	30
3.3.1 Perlakuan Percobaan	30

3.3.2 Variabel Penelitian	30
3.3.3 Diagram Alir Penelitian	31
3.4 Data Pengamatan	32
3.5 Diagram Alir Penelitian	32
3.5.1 Preparasi Biogas	32
3.5.2 Pembuatan Larutan NaOH 1M	32
3.5.3 Pembuatan Larutan NaOH 2M	32
3.5.4 Pemurnian Biogas menggunakan Absorben NaOH	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Penelitian	34
4.2 Data Hasil Perhitungan Pemurnian Biogas	35
4.3 Pembahasan	37
4.3.1 Pengaruh Konsentrasi dan Laju Alir Absorben terhadap Peningkatan CH ₄	37
4.3.2 Pengaruh Konsentrasi dan Laju Alir Absorben terhadap Penyerapan CO ₂	39
4.3.3 Pengaruh Konsentrasi dan Laju Alir Absorben terhadap Penyerapan H ₂ S	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Komposisi Biogas	7
2.2 Karakteristik POME	8
2.3 Karakteristik Kotoran Sapi	9
2.4 Sifat Fisika/Kimia Natrium Hidroksida	21
3.1 Bahan yang digunakan	30
4.1 Data Produksi Biogas sebelum Pemurnian Per 5 hari	34
4.2 Data Puncak Produksi Biogas sebelum Pemurnian	34
4.3 Data Kadar Biogas setelah Pemurnian	35
4.4 Data Persen Kenaikan Kadar CH ₄	36
4.5 Efektifitas Penyerapan Kadar CO ₂	36
4.6 Efektifitas Penyerapan Kadar H ₂ S	37
I.1 Data Produksi Biogas sebelum Pemurnian Per 5 hari	49
I.2 Data Hasil Pengamatan Kenaikan Air Manometer, Temperatur dan pH pada Biogas	49
I.3 Data Puncak Produksi Biogas sebelum Pemurnian	49
I.4 Data Kadar Biogas setelah Pemurnian	50
II.1 Persen Penyerapan CO ₂	53
II.2 Persen Penyerapan H ₂ S	55
II.3 Peningkatan CH ₄	56
II.4 Data Awal Input	58
II.5 Komposisi Biogas	59
II.6 Menghitung Massa Komponen Biogas	59
II.7 Data Awal Output	60
II.8 Komposisi Biogas	60
II.9 Menghitung Massa Komponen Biogas	61
II.10 Neraca Massa NaOH 1M dengan Laju Alir 0,4 L/m	61
II.11 Neraca Massa NaOH 1M dengan Packing Ceramic Raschig Ring	63
II.12 Neraca Massa NaOH 2M dengan Packing Ceramic Raschig Ring	63
II. 13 Neraca Massa NaOH 1M dengan Packing Kaldnes.....	64
II. 14 Neraca Massa NaOH 1M dengan Packing Kaldnes	64
II. 15 Nilai Kalor Biogas dengan Jenis Packing Ceramic Raschig Ring	65
II. 16 Nilai Kalor Biogas dengan Jenis Packing Kaldnes	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Limbah POME	8
2.2 Kotoran Sapi	10
2.3 <i>Continuous Stirred Tank Reactor</i> (CSTR)	11
2.4 <i>Plug Flow Digester</i>	11
2.5 <i>Fixed Dome Digester</i>	12
2.6 <i>Floating Drum Digester</i>	13
2.7 <i>Horizontal Digester</i>	13
2.8 <i>Ballon-Type Digester</i>	14
2.9 Menara Spray	17
2.10 Menara Gelembung	17
2.11 Menara Plate	18
2.12 Menara Isiain	19
2.13 Natrium Hidroksida	22
2.14 <i>Ceramic Raschig Ring</i>	23
2.15 <i>Kaldnes</i>	23
3.1 Desain Alat Biogas Sebelum <i>Upgrading</i>	25
3.2 Desain Alat Biogas Setelah <i>Upgrading</i>	25
3.3 Desain 2D dan 3D <i>Upgrading</i> Alat Biogas	28
3.4 <i>Flowsheet</i> Alat Biogas Sebelum <i>Upgrading</i>	29
3.5 <i>Flowsheet</i> Alat Biogas Setelah <i>Upgrading</i>	29
3.6 Diagram Alir Penelitian	31
4.1 Grafik Pengaruh Laju Alir dan Konsentrasi NaOH terhadap Peningkatan CH ₄ Packing <i>Ceramic Raschig Ring</i> dan <i>Kaldnes</i>	38
4.2 Grafik Pengaruh Laju Alir dan Konsentrasi NaOH terhadap Peningkatan CO ₂ Packing <i>Ceramic Raschig Ring</i> dan <i>Kaldnes</i>	38
4.3 Grafik Pengaruh Laju Alir dan Konsentrasi NaOH terhadap Peningkatan H ₄ S Packing <i>Ceramic Raschig Ring</i> dan <i>Kaldnes</i>	38
II.1 Diagram Alir Neraca Massa NaOH 1M Laju Alir 0,4 L/m dengan Packing <i>Ceramic Raschig Ring</i> setelah Perhitungan	57
II.2 Diagram Alir Neraca Massa NaOH 1M Laju Alir 0,4 L/m dengan Packing <i>Ceramic Raschig Ring</i> sebelum Perhitungan	62
III.1 Pengambilan Kotoran Sapi	66
III.2 Pengambilan Limbah POME	66
III.3 Pencampuran Limbah POME dan Kotoran Sapi	66
III.4 Pengovenan Filter <i>Zeolite</i> dan Packing <i>Ceramic Raschig Ring</i>	67
III.5 Menimbang NaOH	67
III.6 Proses Pencampuran NaOH dan Aquadest ke Gelas Kimia	67
III.7 Proses Pemurnian dan Pengambilan Sampel	68
III.8 Kelompok Biogas	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran I	49
Lampiran II	51
Lampiran III	66