

**ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA DENGAN
PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI RUMEN SAPI PADA
BIODIGESTER MULTI TAHAP**

SKRIPSI



Oleh :

VIKHORY BAGUS WAHYU NUGROHO
NPM 21034010047

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2025**

**ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA DENGAN
PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI RUMEN SAPI PADA
BIODIGESTER MULTI TAHAP**

SKRIPSI



Oleh :

VIKHORY BAGUS WAHYU NUGROHO

NPM 21034010047

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2025

ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA DENGAN PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI RUMEN SAPI PADA BIODIGESTER MULTI TAHAP

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST.)
Program Studi Teknik Lingkungan

Diajukan Oleh

VIKHORY BAGUS WAHYU NUGROHO

NPM: 21034010047

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA DENGAN PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI RUMEN SAPI PADA BIODIGESTER MULTI TAHAP

Disusun Oleh:

Vikhory Bagus Wahyu Nugroho
NPM. 21034010035

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NIP./NPT. 172.1992/1124 059

Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NIP./NPT. 2011987/1124216

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA DENGAN
PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI RUMEN SAPI PADA
BIODIGESTER MULTI TAHAP**

Disusun Oleh:

Vikhory Bagus Wahyu Nugroho
NPM. 21034010047

**Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada *Journal
of Biobased Chemicals* (Terakreditasi Sinta 4)**

Menyetujui,

Pembimbing 1

Aussie Amalia, S.T., M.Sc.
NIP./NPT. 172 1992 1124 059

Pembimbing 2

Rizka Novembrianto, S.T., M.T.
NIP./NPT. 20119871124216

TIM PENGUJI
1. Ketua

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.
NIP./NPT. 19620501 198803 1 00 1

2. Anggota

Firra Rosariawati, S.T., M.T.
NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA DENGAN
PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI RUMEN SAPI PADA
BIODIGESTER MULTI TAHAP**

Disusun Oleh:

Vikhorv Bagus Wahyu Nugroho

NPM. 21034010047

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 28 Oktober 2025

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T.

NIP./NPT. 19620501 198803 1 00 1

Firra Rosariawari, S.T., M.T.

NIP./NPT. 19750409 202121 2 004

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Vikhory Bagus Wahyu Nugroho
NPM : 21034010047
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 28 Oktober 2025

Yang Membuat pernyataan



Vikhory Bagus Wahyu Nugroho
NPM. 21034010047

SKRIPSI

**ANALISIS PENINGKATAN GAS METANA
DENGAN PENAMBAHAN SUBSTRAT ISI
RUMEN SAPI PADA BIODIGESTER
MULTI TAHAP**



Oleh :

VIKHORY BAGUS WAHYU NUGROHO
21034010047

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
SURABAYA
TAHUN 2025**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Analisis Peningkatan Gas Metana Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi Pada Biodigester Multi Tahap”**. Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya kerja sama, bantuan, dukungan, bimbingan, arahan, petunjuk, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karenanya, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah. M. P., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Aussie Amalia, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing pertama yang telah membimbing dan memberikan waktu sebagai bentuk bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan laporan tugas akhir.
4. Bapak Rizka Novembrianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing dan memberikan waktu sebagai bentuk bantuan serta bimbingan juga kritik maupun saran dalam penyusunan laporan tugas akhir.
5. Bapak Ir. Tuhu Agung Rachmanto, M.T dan Ibu Firra Rosariawari, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji yang telah membantu memberikan masukan serta saran agar penelitian ini bisa berjalan dengan baik,
6. Kedua orang Tua dan keluarga penulis yang senantiasa membantu dan mendukung penulis selama proses pendidikan di Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur. Serta ridho dan ikhlas dalam setiap doa yang dipanjatkan sehingga penulis dapat tiba pada titik ini.
7. Amanda Putri Amelia yang telah kebersamai proses penulis dalam setiap lika-likunya, dan senantiasa memberikan dukungan moral kepada penulis. Sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

8. Sahabat-sahabat terdekat penulis Moch. Andy Wibisono, Pratama Restu Aji, Juan Vincent Elfonda, dan Afif Pratama Tris Adiputra yang telah kebersamaian dari awal perkuliahan hingga proses pengerjaan tugas akhir. Terima kasih atas seluruh dukungannya dan semoga bisa bertemu dengan penulis pada titik terbaik masing-masing
9. Teman-teman terdekat penulis Rizky, Yolanda, Chandra Nabila, Lely, Alfina, Hanna, Intan Laili, Hasna, Sekar yang telah kebersamaian, mendukung, dan membantu penulis hingga saat ini.
10. Teman-teman yang jauh di sana Rafi, Johan, Abi, Febrio, Sukma, Rangga, Hilal yang telah mendukung dan memberikan semangat kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
11. Teman-teman Teknik Lingkungan Angkatan 2021 terutama teman-teman dekat saya yang senantiasa membantu dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan laporan ini.
12. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, semoga segala kebaikan dan jasanya dibalas oleh Tuhan Yang Maha Esa.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, tentunya masih terdapat kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Namun, penulis telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran dari para pembaca agar dapat belajar lebih baik di masa depan. Laporan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis, masyarakat luas, dan juga institusi, khususnya program studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Surabaya, 28 Oktober 2025

Penulis

Vikhory Bagus Wahyu Nugroho

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
ABSTRACT	ix
ABSTRAK.....	x
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Limbah Organik.....	4
2.1.2 Pengolahan Anaerobik.....	5
2.1.3 Biodigester.....	8
2.1.4 Gas Metana	9
2.1.5 Total Solids.....	9
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Isi Rumen Sapi	10
2.2.2 Biodigester Multi Tahap	11
2.2.3 Hydraulic Retention Time	13
2.2.4 Power of Hydrogen.....	13
2.2.5 Nilai C/N	14
2.3 Penelitian Terdahulu	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Kerangka Penelitian.....	17
3.2 Bahan dan Alat	19

3.2.1	Bahan.....	19
3.2.2	Alat	19
3.3	Cara Kerja.....	19
3.3.1	Persiapan Cairan Mikroorganisme Lokal Rumen	19
3.3.2	Persiapan Alat dan Bahan.....	20
3.3.3	Biodigester Satu Tahap.....	20
3.3.4	Biodigester Dua Tahap	21
3.4	Variabel Penelitian.....	21
3.4.1	Variabel Bebas	21
3.4.2	Variabel Tetap	22
3.4.3	Variabel Terikat.....	22
3.4.4	Variabel Kontrol	22
3.5	Analisis Data	22
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1	Hasil Penelitian.....	23
4.1.1	Hasil Uji Kadar Rasio C/N	23
4.1.2	Hasil Pengukuran pH.....	24
4.1.3	Hasil Pengukuran Total Solid	26
4.1.4	Hasil Pengujian Gas Metana	27
4.2	Pengaruh Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi Terhadap Kadar Total Solid.....	29
4.2.1	Perbandingan Penambahan Isi Rumen Sapi Pada Biodigester Satu Tahap Terhadap Kadar Total Solid	29
4.2.2	Perbandingan Penambahan Isi Rumen Sapi Pada Biodigester Dua Tahap (Tahap Pertama) Terhadap Kadar Total Solid.....	30
4.2.3	Perbandingan Penambahan Isi Rumen Sapi ada Biodigester Dua Tahap (Tahap Kedua) Terhadap Kadar Total Solid	31
4.3	Pengaruh Penggunaan Biodigester Multi Tahap Terhadap Kandungan Gas Metana	32

4.3.1	Perbandingan Biodigester Satu Tahap dengan Biodigester Dua Tahap Tanpa Substrat Isi Rumen Sapi Terhadap Kandungan Gas Metana	32
4.3.2	Perbandingan Biodigester Satu Tahap Terhadap Biodigester Dua Tahap Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 1 Kilogram Terhadap Kandungan Gas Metana.....	34
4.3.3	Perbandingan Biodigester Satu Tahap Terhadap Biodigester Dua Tahap Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 2 Kilogram Terhadap Kandungan Gas Metana.....	35
4.4	Perbandingan Kadar Total Solid Terhadap Kandungan Gas Metana ...	36
4.4.1	Perbandingan Kadar Total Solid Terhadap Kandungan Gas Metana Pada Biodigester Tanpa Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi	36
4.4.2	Perbandingan Kadar Total Solid Terhadap Kandungan Gas Metana Pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 1 Kg	39
4.4.3	Perbandingan Kadar Total Solid Terhadap Kandungan Gas Metana Pada Biodigester Tanpa Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 2 Kg	43
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	48
	DAFTAR PUSTAKA	49
	LAMPIRAN	53
	LAMPIRAN A	53
	LAMPIRAN B	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Anaerobik.....	7
Gambar 2.2 Bagian Pencernaan Sapi.....	11
Gambar 2.3 Biodigester Dua Tahap	12
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian	18
Gambar 3.2 Reaktor Biodigester Satu Tahap	20
Gambar 3.3 Reaktor Biodigester Dua Tahap	21
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Antara Waktu Dengan Kadar Total Solid pada Biodigester Satu Tahap	29
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Waktu Dengan Kadar Total Solid pada Biodigester Dua Tahap (Tahap Pertama)	30
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Waktu Dengan Kadar Total Solid pada Biodigester Dua Tahap (Tahap Kedua)	31
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Persentase Gas Metana pada Biodigester Tanpa Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi	32
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Persentase Gas Metana pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 1 Kilogram	34
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Persentase Gas Metana pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 2 Kilogram	35
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Kadar Total Solid pada Biodigester Dengan Tanpa Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi.....	36
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Persentase Gas Metana pada Biodigester Dengan Tanpa Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi.....	37
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap pH pada Biodigester Dengan Tanpa Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi.....	38
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Total Solid pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 1 Kilogram.....	39
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Persentase Gas Metana pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 1 Kilogram	41

Gambar 4.12	Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap pH pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 1 Kilogram.....	42
Gambar 4.13	Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Total Solid pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 2 Kilogram.....	43
Gambar 4.14	Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap Persentase Gas Metana pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 2 Kilogram	44
Gambar 4.15	Grafik Hubungan Antara Waktu Terhadap pH pada Biodigester Dengan Penambahan Substrat Isi Rumen Sapi 2 Kilogram.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	15
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pH	24
Tabel 4.3 Hasil Pegukuran Total Solid.....	26
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Persentase Gas Metana	27

ABSTRACT

Organic waste is produced from various daily activities and, if not properly treated, can have a negative impact on human health and the environment. Anaerobic digestion is a promising method for converting organic waste into methane gas, a renewable energy source. However, conventional anaerobic processes often fail to optimise methane production. This study aims to increase methane gas production by adding cow rumen substrate and using a multi-stage biodigester in the anaerobic process. The study was conducted over 35 days under anaerobic conditions, with cow rumen substrate added to single-stage and two-stage biodigesters. The resulting methane gas was then compared with that produced by biodigesters without the addition of cow rumen substrate. Methane production from both types of biodigesters was also compared to determine which produced better results. The results showed that the two-stage biodigester with rumen addition produced the highest methane concentration, namely 0.0392%. The effect of cow rumen content substrate made methane gas production faster than without the addition. The best composition in this study was in the biodigester with the addition of 1 kilogram of rumen content substrate with a carbon value of 52.61 and a nitrogen value of 2.478. The C/N ratio value was 21.23. However, the pH condition in all biodigesters was too acidic, resulting in less than optimal results. These findings indicate that the addition of cow rumen inoculum can increase anaerobic activity and methane production, so the combination of cow rumen inoculum with a multi-stage biodigester has the potential to be a breakthrough for sustainable biogas production and is worthy of further research.

ABSTRAK

Limbah organik dihasilkan dari berbagai aktivitas sehari-hari dan, jika tidak diolah dengan baik, dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Pencernaan anaerob merupakan metode yang menjanjikan untuk mengubah limbah organik menjadi gas metana, sumber energi terbarukan. Namun, proses anaerob konvensional sering kali gagal mengoptimalkan hasil produksi metana. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan produksi gas metana dengan penambahan substrat isi rumen sapi dan penggunaan biodigester multi tahap dalam proses anaerobik. Penelitian dilakukan selama 35 hari dalam kondisi anaerob, dengan substrat isi rumen sapi dimasukkan ke dalam biodigester satu tahap dan dua tahap. Kemudian, hasil gas metana yang tercipta dibandingkan dengan biodigester tanpa penambahan substrat isi rumen sapi. Produksi metana dari kedua jenis biodigester juga akan dibandingkan untuk melihat hasil yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodigester dua tahap dengan penambahan rumen menghasilkan konsentrasi metana tertinggi, yaitu 0,0392%. Pengaruh substrat isi rumen sapi membuat produksi gas metana lebih cepat dibandingkan dengan tanpa penambahan. Komposisi terbaik pada penelitian ini adalah pada biodigester dengan penambahan substrat isi rumen sapi sebesar 1 kilogram dengan nilai Carbon 52,61 dan nilai Nitrogen 2,478. Dan, nilai rasio C/N sebesar 21,23. Akan tetapi, kondisi pH pada keseluruhan biodigester berada dalam keadaan yang terlalu asam sehingga hasil kurang maksimal. Temuan ini menunjukkan bahwa penambahan rumen sapi dapat meningkatkan aktivitas anaerob dan produksi metana, sehingga kombinasi inokulum rumen dengan biodigester multi-tahap berpotensi menjadi terobosan untuk produksi biogas berkelanjutan dan layak untuk diteliti lebih lanjut.