

PEMANFAATAN SAMPAH SISA MAKANAN DENGAN KOTORAN SAPI SEBAGAI KO- SUBSTRAT UNTUK PRODUKSI ENERGI

LISTRIK

SKRIPSI



Oleh :

JUAN VINCENT ELFONDA

NPM 21034010041

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

2026

**PEMANFAATAN SAMPAH SISA MAKANAN DENGAN
KOTORAN SAPI SEBAGAI KO-SUBSTRAT UNTUK
PRODUKSI ENERGI LISTRIK**

SKRIPSI

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

Diajukan Oleh :

JUAN VINCENT ELFONDA

NPM 21034010041

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
PEMANFAATAN SAMPAH SISA MAKANAN DENGAN
KOTORAN SAPI SEBAGAI KO-SUBSTRAT UNTUK
PRODUKSI ENERGI LISTRIK

Disusun Oleh:


Juan Vincent Elfonda
NPM 21034010041

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Aussie Amalia, S.T., M.Sc
NPT. 172.1992.1124.059


Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, S.T., M.T
NIP. 19901001 202406 2001

Mengetahui,

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


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

LEMBAR PENGESAHAN
PEMANFAATAN SAMPAH SISA MAKANAN DENGAN
KOTORAN SAPI SEBAGAI KO-SUBSTRAT UNTUK
PRODUKSI ENERGI LISTRIK

Disusun Oleh:


Juan Vincent Elfonda
NPM 21034010041

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada Jurnal
Saintifik: Jurnal Pendidikan MIPA (Terakreditasi Sinta 4)

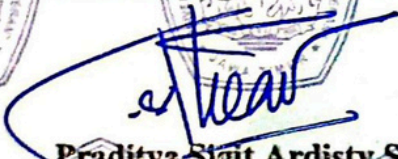
Menyetujui,

Pembimbing I


Aussie Amalia, S.T., M.Sc.

NPT. 172 1992 1124 059

Pembimbing II


Praditya Sigit Ardisty Sitogasa, S.T., M.T.
NIP. 19901001 202406 2001

TIM PENGUJI
1. Ketua


Syadzadhiya Ootrunada Zakiyayasin,
Nisa', S.T., M.T.
NPT. 21219940930296

2. Anggota


Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T.
NIP. 19900905 201903 1 026

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
PEMANFAATAN SAMPAH SISA MAKANAN DENGAN
KOTORAN SAPI SEBAGAI KO-SUBSTRAT UNTUK
PRODUKSI ENERGI LISTRIK

Disusun Oleh:



Juan Vincent Elfonda
NPM 21034010041

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 20 Februari 2026

TIM PENILAI

KETUA



Syadzadhiya Ootrunada Zakiyayasin

Nisa', S.T., M.T.
NPT. 21219940930296

ANGGOTA



Raden Kokoh Haryo Putro, S.T., M.T.

NIP. 19900905 201903 1 026

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Juan Vincent Elfonda

NPM : 21034010041

Program : Sarjana (S1) / Magister (S2) / Doktor (S3)

Program Studi: Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik Dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* 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 ditemukan 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, 19 Februari 2026

Yang Membuat Pernyataan



Juan Vincent Elfonda
NPM. 21034010041

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Sampah Sisa Makanan dengan Kotoran Sapi sebagai Ko-Substrat untuk Produksi Energi Listrik” dengan baik serta lancar. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sejumlah-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M. P., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
2. Firra Rosariawari, S. T., M. T., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur;
3. Aussie Amalia, S. T., M. Sc., selaku Dosen Pembimbing pertama yang senantiasa membantu serta mengarahkan dalam setiap proses pengerjaan skripsi;
4. Praditya Sigit Ardisty Sitogasa S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing kedua yang senantiasa membantu serta mengarahkan dalam setiap proses pengerjaan skripsi;
5. Para Dosen serta Staf Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah dengan tulus membagikan ilmu baik di dalam maupun di luar kelas;
6. Kedua orang tua serta seluruh anggota keluarga, yang senantiasa mendoakan serta memberi dukungan tanpa henti bagi keberhasilan penulis;
7. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 2021, yang selalu memberi dorongan, bantuan, serta kebersamaan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini;
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas segala bantuan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang telah turut mendukung penyelesaian skripsi ini.

Sebagai penutup, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih sekaligus permohonan maaf atas segala kekurangan yang masih terdapat dalam penyusunan laporan akhir skripsi ini. Penulis sangat mengharapkan kritik serta saran yang bersifat membangun, agar dapat menjadi acuan perbaikan di masa mendatang. Semoga kajian ini memberi manfaat, baik bagi masyarakat luas maupun bagi dunia akademik.

Surabaya, 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Sampah Organik.....	5
2.1.2 Sampah Sisa Makanan	6
2.1.3 Limbah Kotoran Hewan.....	6
2.2 Landasan Teori	7
2.1.2 Biogas.....	7
2.2.2 Kandungan Biogas	10
2.2.3 Proses Terjadinya Biogas	11

2.2.4	Faktor yang Berpengaruh dalam Proses Biogas.....	13
2.2.5	<i>Thermoelectric Generator</i>	15
2.2.6	Cattle Rumen Content (CRC)	18
2.3	Hasil Penelitian Sebelumnya.....	18
BAB 3		24
METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	Kerangka Penelitian	24
3.2	Bahan dan Alat	26
3.3	Prosedur Kerja.....	26
3.3.1	Persiapan Bahan	26
3.3.2	Perancangan Alat.....	27
3.3.3	Pengambilan Sampel dan Analisis Rasio C/N	27
3.3.4	Proses Fermentasi <i>Anaerobic</i>	28
3.3.5	Proses Konversi Biogas Menjadi Sumber Energi Listrik	29
3.4	Variabel Penelitian	31
3.5	Analisis Data	32
3.6	Jadwal Penelitian.....	35
3.7	Rancangan Anggaran Biaya	36
BAB 4		38
HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Hasil Penelitian	38
4.1.1	Uji Kadar Rasio C/N	38
4.1.2	Hasil Pengukuran pH dan Suhu	41
4.1.3	Uji Kadar Gas Metana (CH ₄)	48
4.1.4	Hasil Pengukuran Volume Biogas.....	52

4.2 Analisis Potensi Energi Listrik berdasarkan Kandungan Gas Metana (CH ₄).....	56
BAB 5	60
KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN.....	77
LAMPIRAN A	77
LAMPIRAN A.1 Hasil Uji C/N.....	77
LAMPIRAN A.2 Hasil Uji Gas Metana	77
LAMPIRAN B DOKUMENTASI	78
LAMPIRAN C DATA PENDUKUNG	82
LAMPIRAN C.1 Uji Laboratorium C/N	82
LAMPIRAN C.2 Uji Gas Metana.....	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komponen Penyusun Biogas	10
Tabel 2. 2 Hasil Penelitian Sebelumnya.....	18
Tabel 3. 1 Komposisi Substrat	28
Tabel 3. 2 Kontrol pH dan Suhu.....	33
Tabel 3. 3 Uji C/N	34
Tabel 3. 4 Volume Biogas dan Kadar Gas Metana.....	34
Tabel 3. 5 Parameter Uji Akhir	35
Tabel 3. 6 Jadwal Penelitian.....	36
Tabel 3. 7 Rancangan Anggaran Biaya	36
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Rasio C/N.....	38
Tabel 4. 2 Pengukuran Suhu.....	42
Tabel 4. 3 Pengukuran pH.....	45
Tabel 4. 4 Data Persentase Gas Metana	48
Tabel 4. 5 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu	54
Tabel 4. 6 Konversi Energi Gas Metana menjadi Energi Listrik	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Digester Tipe Fixed Dome	8
Gambar 2. 2 Digester Tipe Floating Drum.....	9
Gambar 2. 3 Digester Tipe Batch.....	10
Gambar 2. 4 Struktur Thermoelectric Generator	17
Gambar 3. 1 Desain Reaktor Rasio 50:50.....	30
Gambar 3. 2 Desain Reaktor Rasio 74:26.....	30
Gambar 3. 3 Rangkaian Seri <i>Thermoelectric Generator</i>	31
Gambar 4. 1 Grafik Perubahan Suhu Pada Proses <i>Anaerobic Digestion</i>	42
Gambar 4. 2 Grafik Perubahan pH Grafik Perubahan Suhu Pada Proses <i>Anaerobic Digestion</i>	44
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Gas Metana (CH ₄) antar Digester	52

ABSTRAK

Di Indonesia, sampah sisa makanan menjadi komponen utama dari timbulan sampah organik serta mempunyai potensi menimbulkan dampak negatif pada lingkungan melalui emisi gas rumah kaca, terutama gas metana. Kajian ini bertujuan mengeksplorasi pemanfaatan sampah sisa makanan sebagai bahan baku biogas serta menganalisis bagaimana variasi komposisi sampah sisa makanan serta kotoran sapi memengaruhi produksi gas metana (CH_4). Kajian ini juga menilai kemungkinan konversi biogas menjadi energi listrik melalui penerapan Thermoelectric Generator (TEG). Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan mempergunakan digester anaerobik tipe batch berkapasitas 15 L dengan variasi rasio sampah sisa makanan serta kotoran sapi sejumlah 50:50 serta 74:26. Parameter yang dianalisis meliputi rasio C/N, pH, suhu, persentase gas metana, volume biogas, serta daya listrik yang dihasilkan dari proses konversi energi panas pembakaran biogas menggunakan TEG tipe SP1848. Hasil penelitian memperlihatkan jika variasi komposisi substrat berpengaruh pada kestabilan pH serta suhu fermentasi serta kandungan gas metana yang dihasilkan, dimana komposisi tertentu menghasilkan persentase CH_4 yang lebih tinggi serta berpotensi memperoleh energi listrik yang lebih besar. Meskipun efisiensi konversi energi menggunakan Thermoelectric Generator relatif rendah, kajian ini membuktikan jika sampah sisa makanan mempunyai potensi sebagai sumber energi terbarukan yang dapat mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan serta pemenuhan kebutuhan energi ramah lingkungan.

Kata kunci: sampah sisa makanan, biogas, gas metana, *anaerobic digestion*, *thermoelectric generator*

ABSTRACT

In Indonesia, food waste is the main component of organic waste and has the potential to cause a negative impact on the environment through greenhouse gas emissions, especially methane gas. This study aims to explore the utilization of food waste as a biogas raw material and analyze how the variation in the composition of food waste and cow dung affects the production of methane gas (CH₄). This study also assesses the possibility of converting biogas into electrical energy through the application of Thermoelectric Generator (TEG). The research was conducted on a laboratory scale using a batch type anaerobic digester with a capacity of 15 L with a variation in the ratio of food waste and cow manure of 50:50 and 74:26. The analyzed parameters include C/N ratio, pH, temperature, methane gas percentage, biogas volume, and electric power generated from the heat energy conversion process of biogas combustion using TEG type SP1848. The research results show that the variation in substrate composition affects the stability of pH and fermentation temperature as well as the content of methane gas produced, where certain compositions produce a higher percentage of CH₄ and have the potential to obtain greater electrical energy. Although the efficiency of energy conversion using Thermoelectric Generator is relatively low, this study proves that food waste has the potential as a renewable energy source that can support sustainable waste management and the fulfillment of environmentally friendly energy needs.

Keywords: food waste, biogas, methane gas, anaerobic digestion, thermoelectric generator