

**TRANSFORMASI LIMBAH SAYURAN PASAR  
MENJADI SUMBER ENERGI ALTERNATIF  
MELALUI PROSES BIOGAS**

**SKRIPSI**



Oleh :

**RAIHAN JANUAR ANGGORO**

20034010094

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

**TRANSFORMASI LIMBAH SAYURAN PASAR MENJADI  
SUMBER ENERGI ALTERNATIF MELALUI  
PROSES BIOGAS**

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Lingkungan Pada Fakultas Teknik Dan Sains  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



**OLEH :**

**RAIHAN JANUAR ANGGORO**

**20034010094**

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

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**

**SURABAYA**

**2025**


**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**TRANSFORMASI LIMBAH SAYURAN PASAR MENJADI**  
**SUMBER ENERGI ALTERNATIF MELALUI**  
**PROSES BIOGAS**

Ditusun Oleh :


**RAIHAN JANUAR ANGGORO**  
**NPM. 20034010094**

Telah disetujui untuk mengikuti penelitian/verifikasi artikel ilmiah

Menyetujui,  
Pembimbing

  
**Ir. Yayok Suryo Purnomo, M.S.**  
**NIP. 19600601 198703 1 001**

Mengetahui,  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

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

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TRANSFORMASI LIMBAH SAYURAN PASAR MENJADI**  
**SUMBER ENERGI ALTERNATIF MELALUI**  
**PROSES BIOGAS**

Disusun Oleh :

**RAIHAN JANUAR ANGGORO**

**20034010094**

Telah diuji kebenarannya oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada  
**JKL: Jurnal Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Banjarmasin**  
**(Terakreditasi Sinta 3)**

Menyetujui,

**TIM PENGUJI**


**Pembimbing**

**1. Ketua**

  
**Ir. Yavok Surya Purnomo, M.S.**  
**NIP. 19600401 198703 1 001**

  
**Dr. Ir. Munawar Ali, M.T.**  
**NIP. 19600401 198803 1 001**

**2. Anggota**

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

Mengetahui,  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM**

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

**LEMBAR REVISI**  
**TRANSFORMASI LIMBAH SAYURAN PASAR MENJADI**  
**SUMBER ENERGI ALTERNATIF MELALUI**  
**PROSES BIOGAS**

Direvisi Oleh :

**RAIHAN JANUAR ANGGORO**


**20034010094**

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 10 Maret 2025

**TIM PENILAI**

**Ketua**

**Anggota**

  
**Dr. Ir. Munawar An. M.T.**  
**NIP. 19600401 198803 1 001**

  
**Aussie Amalia, S.T., M.Sc.**  
**NPT. 172 1992 1134 059**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Raihan Januar Anggoro  
NPM : 20034010094  
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 10 Maret 2025

nyataan  
  
METERA  
TEMPORAL  
10000  
DDAKX11558522

(Raihan Januar Anggoro)  
NPM. 20034010094

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena dengan segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Transformasi Limbah Sayuran Pasar Menjadi Sumber Energi Alternatif Melalui Proses Biogas”. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, ST., MT. selaku Koordinator Jurusan Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS., selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membantu dan mengarahkan setiap proses pengerjaan skripsi ini.
4. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang telah membagikan ilmu di dalam maupun di luar kelas.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu ada untuk menguatkan dan memberi dukungan moril, material, dan doa.
6. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Lingkungan angkatan 2020 yang telah bersedia memberi saran, bertukar pikiran, dan saling menguatkan dalam penyelesaian tugas perancangan ini.
7. Pasangan tercinta ShafaMauludya Amarsah, yang selalu setia menemani dan mendukung penulis dalam setiap langkah. Terima kasih atas segala cinta, kesabaran, dan dorongan yang tiada henti, baik dalam suka maupun duka.

Akhir kata penulis menyampaikan terima kasih, penulisan skripsi ini tentunya masih belum sempurna sehingga diperlukan kritik dan saran serta masukan dari berbagai pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kami sendiri sebagai penulis dan juga para pembacanya.

Surabaya, 10 Maret 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.1.1 Sampah Organik Pasar .....	5
2.1.2 Karakteristik Sampah Organik Pasar .....	6
2.1.3 Pengolahan Sampah Organik Pasar .....	8
2.1.4 Energi Alternatif Biogas.....	10
2.1.5 Pengaruh Proses Biogas .....	18
2.2 Landasan Teori .....	19
2.2.1 Pemilihan Substrat yang Sesuai .....	19
2.2.2 Pengaturan Rasio C/N yang Optimal .....	20
2.2.3 Pengaturan Suhu yang Tepat .....	21
2.2.4 Pengaturan pH yang Optimal .....	21



2.2.5	Penggunaan <i>Co-digestion</i> .....	21
2.2.6	Penggunaan Mikroorganisme yang Efisien .....	21
2.2.7	Pengaturan Waktu Retensi Hidup (WRT) .....	21
2.2.8	Pengendalian Faktor-faktor Inhibisi.....	21
2.3	Penelitian Terdahulu .....	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		30
3.1	Kerangka Penelitian .....	30
3.2	Alat dan Bahan .....	31
3.3	Cara Kerja.....	31
3.4	Variabel Penelitian.....	34
3.5	Analisis Penelitian .....	36
3.6	Rencana Anggaran Biaya (RAB).....	36
3.7	Jadwal Pelaksanaan .....	38
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Potensi Sampah Sayur Sebagai Produksi Biogas .....	39
4.1.1	Produksi Biogas dari Sampah Sayur .....	40
4.2	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas .....	42
4.2.1	Jenis dan Komposisi Substrat.....	42
4.2.2	Rasio C/N .....	45
4.2.3	Perbandingan <i>Co-Digestion</i> dan <i>Non Co-Digestion</i> .....	48
4.2.4	Faktor Penghambat Produksi Biogas .....	52
4.3	Pengaruh Campuran Substrat Dengan Berat Sampah & Hasil Biogas ..	66
4.3.1	Produksi Biogas Berdasarkan Rasio Campuran.....	70
4.3.2	Hubungan Berat Sampah dengan Lama Nyala Api.....	74

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA .....	80
LAMPIRAN A .....	87
LAMPIRAN B .....	91
LAMPIRAN C .....	94
LAMPIRAN D.....	98

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram Alir Proses Fermentasi Anaerobik.....	12
Gambar 3. 1 Kerangka Penelitian .....	30
Gambar 3. 2 Desain Biodigester .....	34
Gambar 4. 1 Grafik Produksi Biogas dari Sampah Sayur dan Kotoran Sapi.....	40
Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Jenis Komposisi Substrat terhadap CH <sub>4</sub> & CO <sub>2</sub> ..	44
Gambar 4. 3 Grafik Hubungan Rasio C/N terhadap CH <sub>4</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	47
Gambar 4. 4 Grafik Metode Co-Digestion terhadap hasil CH <sub>4</sub> & CO <sub>2</sub> .....	49
Gambar 4. 5 Grafik Metode <i>Non Co-Digestion</i> terhadap hasil CH <sub>4</sub> & CO <sub>2</sub> .....	50
Gambar 4. 6 Grafik Parameter pH Reaktor Kotoran Sapi + Sayur (KSS) 10-90 .	54
Gambar 4. 7 Grafik Parameter pH Reaktor Kotoran Sapi + Sayur (KSS) 30-70 .	55
Gambar 4. 8 Grafik Parameter pH Reaktor Kotoran Sapi + Sayur (KSS) 50-50 .	55
Gambar 4. 9 Grafik Parameter pH Reaktor Air + Sayur (AS) 10-90.....	56
Gambar 4. 10 Grafik Parameter pH Reaktor Air + Sayur (AS) 30-70.....	56
Gambar 4. 11 Grafik Parameter pH Reaktor Air + Sayur (AS) 50-50.....	57
Gambar 4. 12 Grafik Parameter Suhu Reaktor Kotoran Sapi+Sayur KSS 10-90.	60
Gambar 4. 13 Grafik Parameter Suhu Reaktor Kotoran Sapi+Sayur KSS 30-70.	61
Gambar 4. 14 Grafik Parameter Suhu Reaktor Kotoran Sapi+Sayur KSS 50-50.	61
Gambar 4. 15 Grafik Parameter Suhu Reaktor Air + Sayur (AS) 10-90.....	62
Gambar 4. 16 Grafik Parameter Suhu Reaktor Air + Sayur (AS) 30-70.....	62
Gambar 4. 17 Grafik Parameter Suhu Reaktor Air + Sayur (AS) 50-50.....	63
Gambar 4. 18 Grafik pH, Suhu, dan Rasio C/N terhadap Hasil CH <sub>4</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	65
Gambar 4. 19 Grafik Pengaruh Variasi Campuran Substrat terhadap Hasil .....	67

Gambar 4. 20 Grafik Pengaruh Variasi Campuran Substrat terhadap Hasil .....	68
Gambar 4. 21 Grafik Pengaruh Variasi Campuran Substrat terhadap Hasil .....	68
Gambar 4. 22 Grafik Rasio C/N Sampel KSS Terhadap Hasil CH <sub>4</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	71
Gambar 4. 23 Grafik Rasio C/N Sampel AS terhadap Hasil CH <sub>4</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	72
Gambar 4. 24 Grafik Hubungan Campuran Substrat terhadap Lama Nyala Api..	75

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konversi Energi Biogas dan Penggunaannya .....	10
Tabel 2. 2 Potensi Produksi Gas dari Berbagai Jenis Kotoran.....	19
Tabel 2. 3 Rasio Karbon dan Nitrogen (C/N) dari Beberapa Bahan .....	20
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu.....	22
Tabel 3. 1 Matriks Penelitian .....	35
Tabel 3. 2 RAB Alat.....	36
Tabel 3. 3 RAB Bahan .....	37
Tabel 3. 4 RAB Uji Laboratorium.....	37
Tabel 3. 5 RAB Total.....	38
Tabel 3. 6 Jadwal Penelitian.....	38
Tabel 4. 1 Komposisi Bahan Biogas .....	39
Tabel 4. 2 Hasil CH <sub>4</sub> dan CO <sub>2</sub> dari Sampah Sayur dan Kotoran Sapi .....	40
Tabel 4. 3 Jenis dan Komposisi Substrat Biogas.....	43
Tabel 4. 4 Hasil Rasio C/N Biogas Sampah Sayur dan Kotoran Sapi .....	46
Tabel 4. 5 Hasil Biogas Metode Co-Digestion.....	49
Tabel 4. 6 Hasil Biogas Metode Non Co-Digestion.....	50
Tabel 4. 7 Hasil Penelitian Parameter pH Sampel Biogas .....	53
Tabel 4. 8 Hasil Penelitian Parameter Suhu Reaktor Biogas .....	59
Tabel 4. 9 Campuran Substrat terhadap Hasil CH <sub>4</sub> dan CO <sub>2</sub> .....	67
Tabel 4. 10 Hasil Rasio C/N, CH <sub>4</sub> , dan CO <sub>2</sub> .....	71
Tabel 4. 11 Komposisi Berat Campuran Substrat terhadap Lama Nyala Api .....	75

## ABSTRAK

Biogas adalah sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerob terhadap bahan organik, seperti limbah pertanian, kotoran hewan, dan sampah organik. Proses ini melibatkan peran mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik sehingga menghasilkan gas metana ( $\text{CH}_4$ ) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Biogas memiliki berbagai manfaat, di antaranya sebagai energi alternatif yang ramah lingkungan, mengurangi emisi gas rumah kaca, serta memanfaatkan limbah organik guna menekan pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan produksi biogas dengan memanfaatkan potensi sampah sisa sayuran pasar sebagai sumber energi alternatif. Sampah sayuran yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sawi, kangkung, dan kubis sebagai bahan utama. Penambahan kotoran sapi digunakan sebagai substrat tambahan untuk meningkatkan kandungan nutrisi selama proses fermentasi. Reaktor yang digunakan dalam penelitian ini merupakan reaktor anaerob tanpa pengaduk. Berbagai variasi campuran substrat diterapkan guna mengetahui jumlah biogas yang dihasilkan. Variasi substrat sayuran yang dicampur dengan kotoran sapi, atau dikenal dengan metode *co-digestion*, menghasilkan volume biogas lebih tinggi dibandingkan dengan substrat sayuran tanpa tambahan kotoran sapi. Biogas yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan konsentrasi  $\text{CH}_4$  dan  $\text{CO}_2$ . Hasil produksi biogas tertinggi dalam penelitian ini diperoleh dari campuran KSS 50-50 (50% kotoran sapi dan 50% sayuran), yang menghasilkan biogas dengan kandungan  $\text{CH}_4$  sebesar 58,35% dan  $\text{CO}_2$  sebesar 41,64%. Sementara itu, campuran AS 10-90 (10% air dan 90% sayuran) menghasilkan biogas dengan konsentrasi  $\text{CH}_4$  sebesar 33,26% dan  $\text{CO}_2$  sebesar 29,83%.

Kata Kunci: *Co-Digestion*, Biogas, Sampah Sayur

## ABSTRACT

*Biogas is a renewable energy source produced from the anaerobic fermentation process of organic materials, such as agricultural waste, animal waste, and organic waste. This process involves the role of microorganisms in decomposing organic materials to produce methane gas (CH<sub>4</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Biogas has various benefits, including as an environmentally friendly alternative energy, reducing greenhouse gas emissions, and utilizing organic waste to reduce environmental pollution. This study aims to optimize biogas production by utilizing the potential of market vegetable waste as an alternative energy source. The vegetable waste used in this study included mustard greens, kale, and cabbage as the main ingredients. The addition of cow dung was used as an additional substrate to increase the nutrient content during the fermentation process. The reactor used in this study was an anaerobic reactor without a stirrer. Various variations of the substrate mixture were applied to determine the amount of biogas produced. Variations in vegetable substrates mixed with cow dung, or known as the co-digestion method, produced a higher volume of biogas compared to vegetable substrates without additional cow dung. The biogas obtained was then analyzed to determine the concentration of CH<sub>4</sub> and CO<sub>2</sub>. The highest biogas production in this study was obtained from a mixture of KSS 50-50 (50% cow dung and 50% vegetables), which produced biogas with a CH<sub>4</sub> content of 58.35% and CO<sub>2</sub> of 41.64%. Meanwhile, a mixture of AS 10-90 (10% water and 90% vegetables) produced biogas with a CH<sub>4</sub> concentration of 33.26% and CO<sub>2</sub> of 29.83%.*

*Keywords: Co-Digestion, Biogas, Vegetable Waste*