

**ANALISIS KANDUNGAN KARBON DIOKSIDA  
(CO<sub>2</sub>), NITROGEN (N<sub>2</sub>) DAN SUHU PADA  
FERMENTASI ECO-ENZYME  
DENGAN STARTER  
KOTORAN SAPI**

**Skripsi**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana (S.Pd) dalam Ilmu  
Pendidikan Biologi

**Oleh:**

**NANIK SUHERLIN**

**NPM: 1811060297**

**Jurusan: Pendidikan Biologi**

**Pembimbing I : Marlina Kamelia, M.Sc**

**Pembimbing II : Welly Anggraini, M.Si**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
RADEN INTAN LAMPUNG  
1444 H / 2023M**

## ABSTRAK

Penyumbang limbah di tempat pembuangan akhir (TPA) salah satunya adalah limbah organik. Pembuangan limbah organik hanya dilakukan secara *open dumping* dan tidak dilakukan pengolahan sehingga menyebabkan dampak pencemaran lingkungan, seperti pencemaran pada sumur warga di sekitar TPA Bakung akibat air lindi TPA yang mengakibatkan sumur menjadi kotor dan berbau. Selain itu, menumpuknya limbah organik di TPA Bakung menyebabkan terjadinya peningkatan gas metana pada setiap tahunnya yang mengakibatkan terjadinya ledakan dan kebakaran di TPA Bakung kota Bandar Lampung. Berdasarkan hal tersebut peneliti melakukan pengolahan limbah organik rumah tangga menjadi biogas yang berbahan *Eco-enzyme* dan dilakukan penambahan starter kotoran sapi karena dalam kotoran sapi mengandung bakteri metanogenik yang merupakan bakteri penghasil gas metana. Kandungan utama biogas adalah gas metana, dengan sebagian kecil berupa gas nitrogen ( $N_2$ ) dan karbon dioksida ( $CO_2$ ) gas tersebut merupakan pengotor dalam biogas jika jumlahnya lebih besar dari gas metana karena dapat mempengaruhi kalor yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan gas pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan menggunakan starter kotoran sapi seperti gas nitrogen ( $N_2$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan suhu, sehingga dapat diketahui apakah penelitian ini dapat digunakan sebagai biogas atau tidak. Metode yang digunakan adalah kuantitatif. Sampel yang digunakan terdiri dari 5 perlakuan yaitu  $P_0$  sebagai kontrol (1 L Air + 1000g kotoran sapi),  $P_1$  (3 L *Eco-enzyme*, 600g starter + 25% molase),  $P_2$  (3 L *Eco-enzyme*, 800g starter + 25% molase),  $P_3$  (3 L *Eco-enzyme*, 1000g starter + 25% molase),  $P_4$  (1 L *Eco-enzyme*, 1000g starter + 25% molase). Sampel tersebut diuji menggunakan alat uji gas kromatografi, kemudian hasil uji dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada reaktor  $P_0$ - $P_4$  terdapat gas nitrogen ( $N_2$ ) sebesar 95,875-99,669 %, gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) sebesar 0,237-4,125 % dan pengukuran suhu awal pada rentang 28,8°C-29,1°C sedangkan suhu akhir mengalami penurunan dengan rentang suhu 27,9°C - 28,7°C.

**Kata kunci:** *Eco-enzyme*, Starter Kotoran Sapi,  $CO_2$ ,  $N_2$  dan Suhu

## ABSTRACT

One of the contributors to waste in landfills (TPA) is organic waste. Disposal of organic waste is only carried out in an open dumping manner and no processing is carried out, causing environmental pollution, such as pollution of the residents' wells around the Daffodils TPA due to TPA leachate which causes the wells to become dirty and smelly. In addition, the accumulation of organic waste in the Bakung TPA causes an increase in methane gas every year which results in an explosion and fire at the Bakung TPA, Bandar Lampung city. Based on this, the researchers processed household organic waste into biogas made from Eco-enzyme and added cow dung starter because cow dung contains methanogenic bacteria which are bacteria that produce methane gas. The main content of biogas is methane gas, with a small portion in the form of nitrogen gas (N<sub>2</sub>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). This gas is an impurity in biogas if the amount is greater than methane gas because it can affect the heat produced. This study aims to determine the gas content in Eco-enzyme fermentation using cow dung starter such as nitrogen gas (N<sub>2</sub>), carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and temperature, so that it can be known whether this research can be used as biogas or not. The method used is quantitative. The sample used consisted of 5 treatments, namely P<sub>0</sub> as control (1 L Water + 1000g cow dung), P<sub>1</sub> (3 L Eco-enzyme, 600g starter + 25% molasses), P<sub>2</sub> (3 L Eco-enzyme, 800g starter + 25% molasses), P<sub>3</sub> (3 L Eco-enzyme, 1000g starter + 25% molasses), P<sub>4</sub> (1 L Eco-enzyme, 1000g starter + 25% molasses). The sample was tested using a gas chromatography test kit, then the test results were analyzed descriptively. The results showed that in the P<sub>0</sub>-P<sub>4</sub> reactor there was nitrogen gas (N<sub>2</sub>) of 95.875-99.669%, carbon dioxide gas (CO<sub>2</sub>) of 0.237-4.125% and the initial temperature measurement was in the range of 28.8°C-29.1°C while the final temperature decreased with a temperature range of 27.9°C - 28.7°C.

**Keywords:** Eco-enzyme, Cow Manure Starter, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> and Temperature

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nanik Suherlin  
NPM : 1811060297  
Jurusan : Pendidikan Biologi  
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Analisis Kandungan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>) dan Suhu pada Fermentasi *Eco-Enzyme* dengan Starter Kotoran Sapi**” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila dilain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, Januari 2023  
Penulis,



**Nanik Suherlin**  
**NPM. 1811060297**





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)**  
**RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame | Bandar Lampung, 35131, Telp. (0721) 703260

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi** : Analisis Kandungan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>) dan Suhu pada Fermentasi Eco-Enzyme dengan Starter Kotoran Sapi  
**Nama** : Nanik Suherlin  
**NPM** : 1811060297  
**Jurusan** : Pendidikan Biologi  
**Fakultas** : Tarbiyah dan Keguruan

**MENYETUJUI**

Untuk dimunaqsyahkan dan dipertahankan dalam sidang Munaqasyah  
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam  
Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I,

**Marlina Kamelia, M.Sc.**

**NIP. 19810314 201503 2 001**

Pembimbing II,

**Welly Angraini, M.Si.**

**NIP. 20021286 02**

Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi,

**Dr. Eko Kuswanto, M.Si.**

**NIP. 19750514 200801 1 009**




**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)  
RADEN INTAN LAMPUNG  
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**


Alamat: Jl. Let. Kol H. Endro Suratmin Sukarame | Bandar Lampung, 35131, Telp. (0721) 703260


**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul **Analisis Kandungan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>), Nitrogen (N<sub>2</sub>) dan Suhu pada Fermentasi Eco-Enzyme dengan Starter Kotoran Sapi**, disusun oleh **Nanik Suherlin, NPM 1811060297**, jurusan **Pendidikan Biologi**, diajukan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada hari/tanggal **Rabu, 14 Desember 2022**, pukul **09.30 – 10.50 WIB**, Tempat **Gedung Pendidikan Biologi (Zoom Cloud Meeting)**


**TIM DEWAN PENGUJI MUNAQOSYAH**

Ketua : Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd. 

Sekretaris : Iqlima Amelia, M.Si. 

Penguji I : Dr. Yuni Satitiningrum, M.Si. 

Penguji II : Marlina Kamelia, M.Sc. 

Penguji III : Welly Anggraini, M.Si. 

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

 **Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.**  
NIP. 19640825 198803 2 002





## MOTTO

﴿١٥٢﴾ وَلَا تُطِيعُوا أَمْرَ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٥١﴾ الَّذِينَ يُفْسِدُونَ فِي الْأَرْضِ وَلَا يُصْلِحُونَ ﴿١٥٢﴾

“Dan janganlah kamu mentaati perintah orang-orang yang melewati batas. Yang membuat kerusakan dimuka bumi dan tidak mengadakan perbaikan.”

(Q.S Asy-Syu'araa: 151-152)

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ يَجْعَلْ لَهُ مِنْ أَمْرِهِ يُسْرًا ﴿٤﴾

“Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.”

(At- Talaq: 4)



## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillahirobbi'alamin*, dengan mengucap puji syukur Kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis diberikan kekuatan, kesabaran dan kemudahan dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulis persembahkan skripsi ini kepada:

1. Kepada orang tuaku tercinta Ayahanda Lahuri dan Ibunda Sringatin. Persembahan ini tidak sebanding dengan rasa cinta yang telah diberikan, kasih sayang, motivasi dan do'a serta perjuangan yang tiada ternilai harganya. Semoga kelak anakmu ini senantiasa memberikan yang terbaik untuk kalian berdua, kedua orang tua yang terbaik dalam hidupku.
2. Kepada kakak kandungku tersayang Edi Suprayitno dan Muhammad Hanafi serta adik-adik kandungku tercinta, Wiwied Widya Sari, Alek Fauzi dan Nurma Desma Az-Zahra yang selalu memotivasi, dan memberikan semangat saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Kepada kakek, nenek, saudara dan semua keluarga besarku, terimakasih ku sampaikan atas segala arahan, suport, semangat, motivasi dukungan, baik materil maupun nonmateril serta do'a yang selalu kalian berikan hingga saya berada pada titik ini.
4. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Nanik Suherlin, dilahirkan pada tanggal 06 Juni 2000, di Desa Bumi Agung, Kecamatan Lempuing, Kabupaten Ogan komering Ilir, kota Palembang, Anak ketiga dari enam bersaudara dari pasangan Bapak Lahuri dan Ibu Sringatin.

Penulis memulai pendidikan di RA Al-Islam pada tahun 2004 hingga tahun 2005. Setelah lulus lalu melanjutkan pendidikan di MI Darussalam Bumi Agung pada tahun 2006 hingga tahun 2012, kemudian melanjutkan Pendidikan di MTs Islamiyah Bumi Agung pada tahun 2013 hingga tahun 2015. Pendidikan selanjutnya di MA Darussalam Bumi Agung yang diselesaikan pada tahun 2018.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan Pendidikan di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung sebagai mahasiswa Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Selama menjadi mahasiswa di Program Studi Pendidikan Biologi, penulis melaksanakan kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN-DR) di Desa Cahya Maju pada tanggal 22 Juni - 31 Juli 2021 yang berada di Kecamatan Lempuing Kabupaten Ogan Komering Ilir, dan melaksanakan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di MTs Al-Hikmah Way Halim kota Bandar Lampung.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta sahabat dan para pengikutnya.

Skripsi ini disusun guna memenuhi dan melengkapi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung dengan judul “Analisis Kandungan Nitrogen ( $N_2$ ), Karbon Dioksida ( $CO_2$ ) dan Suhu pada Fermentasi *Eco-Enzyme* dengan *Starter* Kotoran Sapi”. Penulis menyadari dengan keterbatasan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari banyak pihak yang telah membantu, mendo'akan serta mendukung penulis baik secara moral dan materil, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Dr. Eko Kuswanto, M.Si dan Irwandani, M.Pd, selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Pendidikan Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan motivasi, kesempatan, kemudahan serta fasilitas dalam mengikuti pendidikan hingga selesainya skripsi ini.
3. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc. dan Ibu Welly Anggraini, M.Si. selaku pembimbing I dan II yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, nasehat,

motivasi saran selama penulis menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

4. Bapak dan Ibu dosen di lingkungan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung yang telah memberikan Ilmu dan Pengetahuan pada penulis selama di bangku perkuliahan.
5. Kepada sahabat seperjuanganku Fida Aulia Khoirunnisa dan Yusri Yuvika Amalia, terimakasih selalu ada dan membantu dari awal perkuliahan hingga pada titik ini, selalu menemani, saling memberikan semangat, dan menangis bersama dalam berjuang untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Sahabat-sahabat terbaikk, Umi Luluk Maghfiroh, Dhea Fitriy Asih, Sintia Dwikis, Dede Ayu Fadillah dan Rena Tri Andini terimakasih selalu bersama selama 4 tahun terakhir, memberi semangat tiada hentinya, selalu memberikan nasehat dan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Dan terimakasih kepada M. Hafiez Alfaridzi, S.E atas kebaikannya, membantu saya dalam mengambil kotoran sapi di ladang peternakan warga, yang memberikan pengalaman dalam melaksanakan penelitian sehingga terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa pendidikan biologi kelas A angkatan 2018, yang telah bersama penulis menempuh pendidikan, memotivasi dan memberikan semangat selama perjalanan penulis menjadi mahasiswa UIN Raden Intan Lampung.
8. Rekan-rekan KKN-DR kelompok 31 dan KKN-DR Desa Bumi Agung, lempuing, Oki Palembang
9. Rekan-rekan PPL MTs Al-Hikmah Way Halim kota Bandar Lampung.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
 <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
A. Penegasan Judul .....	1
1. Analisis .....	1
2. Kandungan .....	1
3. Nitrogen (N <sub>2</sub> ) .....	1
4. Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	1
5. Suhu .....	2
6. Fermentasi.....	2
7. <i>Eco-enzyme</i> .....	2
8. <i>Starter</i> .....	2
9. Kotoran Sapi .....	2
B. Latar Belakang Masalah .....	2
C. Identifikasi dan Batasan Masalah .....	12
1. Identifikasi Masalah.....	12
2. Batasan Masalah .....	12
D. Rumusan Masalah .....	13
E. Tujuan Penelitian.....	13
F. Manfaat Penelitian.....	14



G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	14
H. Sistematika Penulisan .....	16
1. BAB I.....	16
2. BAB II .....	17
3. BAB III.....	17
4. BAB IV .....	17
5. BAB V .....	17
6. DAFTAR RUJUKAN .....	17
7. LAMPIRAN.....	17

## **BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS**

A. Landasan Teori.....	18
1. <i>Eco- Enzyme</i> .....	18
2. Limbah.....	23
3. Biogas .....	26
4. Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ).....	36
5. Nitrogen (N <sub>2</sub> ) .....	42
6. Kotoran Sapi.....	47
7. Molase .....	50
8. Gas Kromatografi.....	53
B. Pengajuan Hipotesis .....	58

## **BAB III METODE PENELITIAN**

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	59
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian .....	59
1. Pendekatan Penelitian .....	59
2. Jenis Penelitian .....	59
C. Populasi, Sampel dan Teknik Pengumpulan Data .....	61
1. Populasi .....	61
2. Sampel .....	61
3. Teknik Pengumpulan Data.....	62
D. Definisi Operasional Variabel .....	64
1. Variabel Bebas.....	64
2. Variabel Terikat .....	64
E. Instrumen Penelitian.....	64
F. Prosedur Kerja.....	67

1. Pembuatan Digester Biogas .....	68
2. Pembuatan Biogas dari Fermentasi <i>Eco-enzyme</i> dengan <i>Starter</i> Kotoran Sapi .....	68
G. Teknik Analisis Data .....	69

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

A. Deskripsi Hasil .....	70
1. Analisis Kandungan Gas pada Fermentasi <i>Eco-enzyme</i> dengan <i>Starter</i> Kotoran Sapi .....	70
2. Pengukuran Suhu .....	71
3. Hubungan Tabel 4.1 dan Tabel 4.2 .....	72
B. Pembahasan .....	74

#### **BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

A. Kesimpulan .....	82
B. Rekomendasi .....	82

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
<b>Tabel 2.1</b> Komposisi Rata-Rata Kandungan Molase .....	52
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi <i>Eco-Enzyme</i> .....	60
<b>Tabel 3.2</b> Campuran Bahan dalam Fermentasi Biogas .....	60
<b>Tabel 3.3</b> Instrumen Penelitian .....	65
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Analisis Kandungan Gas pada Fermentasi <i>Eco-enzyme</i> dengan <i>Starter</i> Kotoran Sapi.....	70
<b>Tabel 4.2</b> Nilai Pengukuran Suhu Awal dan Suhu Akhir Fermentasi <i>Eco-enzyme</i> dengan <i>Starter</i> Kotoran Sapi.....	71



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1</b> Siklus Nitrogen .....	44
<b>Gambar 2.2</b> Instrumen Kromatografi Gas .....	54
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir .....	67
<b>Gambar 3.2</b> Rancangan Alat Uji Digester Biogas.....	68





## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
<b>Lampiran 1</b> Data Timbulan Limbah di Kota Bandar Lampung .	90
<b>Lampiran 2</b> Hasil Parameter Kekeruhan, Warna, pH, BOD, dan COD Permukiman Warga TPA Bakung.....	91
<b>Lampiran 3</b> Pembuatan Biogas <i>Eco-Enzyme</i> dengan <i>Starter</i> Kotoran Sapi .....	92
<b>Lampiran 4</b> Data Hasil Analisis Kandungan Nitrogen (N <sub>2</sub> ) dan Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> ) Menggunakan Gas Kromatografi.....	93
<b>Lampiran 5</b> Pengukuran Suhu Awal .....	98
<b>Lampiran 6</b> Pengukuran Suhu Akhir .....	99
<b>Lampiran 7</b> Uji Sampel Gas Menggunakan Alat Uji Gas Kromatografi .....	100



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Penegasan Judul

Skripsi dengan judul “**Analisis Kandungan Nitrogen (N<sub>2</sub>), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Suhu pada Fermentasi *Eco-Enzyme* dengan Starter Kotoran Sapi**” akan membahas topik penelitian mengenai Nitrogen (N<sub>2</sub>), Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dan Suhu yang terkandung pada gas hasil fermentasi *Eco-enzyme* dengan starter kotoran sapi. Untuk menghindari terjadinya kesalahan dalam memahami judul penelitian tersebut, maka penulis akan memaparkan arti dari masing-masing kata yang digunakan dalam penyusunan judul. Adapun pemaparannya adalah sebagai berikut:

1. Analisis adalah penyelidikan terhadap suatu peristiwa (karangan, perbuatan dan sebagainya) untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya.<sup>1</sup>
2. Kandungan adalah sesuatu atau benda yang termuat pada hasil akhir fermentasi.<sup>2</sup>
3. Nitrogen (N<sub>2</sub>) merupakan elemen penting untuk biomolekul kunci seperti protein dengan jumlah yang cukup banyak di bumi.<sup>3</sup>
4. Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) adalah senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> A Setiawati, “Analisis Pengelolaan Dana Simpanan Hari Raya (SHR) pada Kelompok Pengajian Asifa’ di Desa Sumberejo Transad” *Skripsi*, (Institut Agama Islam Negeri Curup, 2019): 8.

<sup>2</sup> Fernando Gertum Becker ., *Kamus Bahasa Indonesia, Syria Studies*, vol. 7,(2015): 50.

<sup>3</sup> Qian Liu, “Enhanced N<sub>2</sub> to NH<sub>3</sub> Conversion Efficiency on Cu<sub>3</sub> P Nanoribbon Electrocatalyst,” *Nano Research* 15, no. 8 (2022): 34-38.

<sup>4</sup> Colin P. O’Brien ., “Single Pass CO<sub>2</sub> Conversion Exceeding 85% in the Electrosynthesis of Multicarbon Products via Local CO<sub>2</sub> Regeneration,” *ACS Energy Letters* 6, no. 3 (2021): 52-59.

5. Suhu merupakan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi lingkungan proses fermentasi.<sup>5</sup>
6. Fermentasi merupakan proses yang dilakukan oleh mikroorganisme aerob atau anaerob dengan mengubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana.<sup>6</sup>
7. *Eco-enzyme* adalah cairan alami yang merupakan hasil fermentasi gula merah atau molase, limbah buah/sayuran dan air, dengan perbandingan 1: 3: 10.<sup>7</sup>
8. *Starter* adalah biakan mikroorganisme yang ditambahkan ke dalam substrat untuk melakukan fermentasi.<sup>8</sup>
9. Kotoran sapi adalah limbah hasil pencernaan sapi.<sup>9</sup>

Simpulan dari istilah yang telah dijelaskan, penelitian ini digunakan untuk mengkaji hasil analisis nitrogen (N<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan suhu yang terkandung dalam gas dari fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi.

## **B. Latar Belakang Masalah**

Limbah merupakan sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat, cair maupun gas.<sup>10</sup> Secara umum, Limbah terbagi menjadi limbah organik dan anorganik. Limbah

---

<sup>5</sup> Aisah, Noor Harini, and Damat, "Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Menggunakan Pengereng Kabinet dalam Pembuatan MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dengan Fermentasi Ragi Tape," *Food Technology and Halal Science Journal* 4, no. 2 (2021): 72-91.

<sup>6</sup> Ulfa Azizah Rahmah, "Pengaruh Waktu Fermentasi Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Kasgot Terhadap Kandungan Unsur Hara" (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, *Skripsi*, (2021): 21.

<sup>7</sup> Syarifah Putri Agustini Alkadri and Kristin Damay Asmara, "Pelatihan Pembuatan *Eco-Enzyme* sebagai *Hand Sanitizer* dan *Desinfektan* pada Masyarakat Dusun Margo Sari Desa Rasau Jaya Tiga dalam Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Tangguh Covid-19 Berbasis *Eco-Community*," *Jurnal Buletin Al-Ribaath* 17, no. 2 (2020): 98.

<sup>8</sup> Nur Arifah Qurota A'yunin Kiki Kristiandi, Sanya Anda Lusiana, *Teknologi Fermentasi*, (Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021): 78.

<sup>9</sup> Krisna Wiradharma, "Respon Pemberian MOL Kotoran Sapi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)," *Skripsi* (Universitas Cokroaminoto palopo, (2020): 33 .

<sup>10</sup> Wince Hendri ., "Pengolahan Limbah Organik dan Anorganik sebagai Transmode Upaya Peningkatan Kreativitas Masyarakat Pantai Gondaria Pariaman," *Journal of Character Education Society* 1, no. 2 (2018): 44-49.

organik adalah limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup seperti hewan, manusia dan juga tumbuhan yang mengalami pembusukan atau pelapukan. Limbah ini tergolong limbah yang ramah lingkungan karena dapat diuraikan oleh bakteri secara alami dan berlangsung cepat.<sup>11</sup> Limbah anorganik merupakan limbah yang tidak dapat atau sulit busuk secara alami oleh organisme pengurai.<sup>12</sup>

Penyumbang limbah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) adalah berasal dari limbah rumah tangga dan non rumah tangga. Total timbulan limbah rata-rata di kota Bandar Lampung adalah 1257,13 ton/hari. Total timbulan limbah rumah tangga mencapai 2494,32m<sup>3</sup>/hari atau 1047,61 ton/hari total tersebut lebih besar dari limbah non rumah tangga yang hanya menghasilkan limbah 209,52 ton/hari. Maka dengan jumlah penduduk 997,728 jiwa, apabila dikonversikan setiap penduduk kota Bandar Lampung menghasilkan limbah sebesar 1257,13 ton/hari. Dari data tersebut komposisi limbah rumah tangga kota Bandar Lampung paling banyak berupa limbah organik yaitu totalnya sebesar 51,29% dari total limbah yang dihasilkan.<sup>13</sup>

Limbah organik yang tidak dimanfaatkan akan dibuang ke TPS dan selanjutnya akan dibuang ke tempat pembuangan akhir TPA Bakung yang berada di kecamatan Teluk Betung Barat, kelurahan Keteguhan kota Bandar Lampung. Limbah di TPA hanya dibuang secara *open dumping* dan tidak dilakukan pengolahan. Hanya dilakukan perataan tumpukan dan pemadatan menggunakan *bulldozer*.<sup>14</sup> Tidak dapat dipungkiri bahwa keberadaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) limbah pada suatu wilayah akan meningkatkan bahaya dan resiko pencemaran terhadap udara, air

---

<sup>11</sup> Tita Rosita dan Euis Mintarsih, "Penyuluhan Pengolahan Sampah Rumah Tangga secara Daring Melalui Metode Takakura oleh Kelompok Wanita Tani Kebun Saunyan," *Abdimas Siliwangi* 4, no. 2 (2021): 227- 232.

<sup>12</sup> Rosmidah Hasibuan, "Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup," *Ilmiah Advokasi* 04, no. 01 (2016): 42-52.

<sup>13</sup> E. Phelia, A. Damanhuri, "Kajian Evaluasi TPA dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah di TPA," *Jurnal Teknik Lingkungan* 25, no. 2 (2019): 85-100.

<sup>14</sup> Imam Santosa dan Enro Sujito, "Potensi Ekonomi dan Pengelolaan Sampah Pasar di Kota Bandar Lampung," *Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai* 14, no. 2 (2020): 64.



tanah, air permukaan, bau dan berkurangnya estetika lingkungan akibat adanya gas maupun air lindi dari limbah organik.<sup>15</sup>

Air tanah warga di sekitar TPA Bakung telah tercemar oleh air lindi yang berasal dari TPA Bakung dengan hasil analisis kualitas air tanah yang didapatkan pada parameter warna, pH, BOD dan COD memiliki nilai yang melebihi parameter baku mutu. Penelitian tersebut didasarkan oleh laporan warga bahwa air lindi di TPA Bakung memberikan dampak bagi warga yang tinggal disekitarnya, bahwasannya telah terjadi pencemaran pada air sumur warga yang menyebabkan air sumur tidak dapat digunakan karena kotor dan berbau. Bau yang dikeluarkan oleh air tersebut merupakan bau karat, berwarna coklat dan tidak layak digunakan untuk mencuci karena warna pakaian akan menjadi kusam dan terdapat bercak coklat pada pakaian tersebut.<sup>16</sup>

Selain air lindi, limbah organik di TPA Bakung kota Bandar Lampung juga menghasilkan gas metana. Potensi gas metana yang dibangkitkan dari TPA Bakung memiliki nilai yang cukup besar dan jumlahnya terus bertambah pada setiap tahunnya. Volume gas metana yang terkumpul pada tahun 2018 mencapai 788,404 m<sup>3</sup>. Dari tahun 2018-2019 terjadi penambahan volume gas metana sebesar 567,397 m<sup>3</sup> dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2020 penambahan produksi gas metana sebesar 418,411 m<sup>3</sup> dari tahun sebelumnya. Gas metana disebabkan oleh proses dekomposisi limbah organik oleh mikroba secara anaerob. Gas metana termasuk ke dalam kelompok gas rumah kaca (GRK).<sup>17</sup> Gas rumah kaca dapat berdampak pada pemanasan global, gas metana yang terkumpul dari fermentasi anaerob bahan organik tersebut akan menyebabkan peningkatan suhu di sekitar TPA

---

<sup>15</sup> Dudung Muhally Hakim Ongky Anggara, Indri Nurlisa Febrina, Agel Vidian Krama, "Penentuan Alternatif Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kota Bandar Lampung Menggunakan Sistem Informasi Geografis," *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi* 5, no. 1 (2021): 12- 22.

<sup>16</sup> Tastapyani Kurnia Nufutomo dan Rafli Pratama, "Analisis Kualitas Air Tanah Berdasarkan Perbedaan Jarak di Permukiman Warga Sekitar TPA Bakung Bandar Lampung," *Jurnal of Empowerment Community and Education* 1, no. 2 (2021): 83-88.

<sup>17</sup> Udin Hasanudin Dewi Agustina Iryani, Muhammad Ikromi, Dikpride Despa, "Karakterisasi Sampah Padat Kota dan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung Kota Bandar Lampung," *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 9, no. 2 (2019): 18-28.

sehingga menyebabkan terjadinya ledakan dan kebakaran sekitar 2.000-2.500 meter yang terbakar dari total luas TPA Bakung yaitu 14,1 hektar.<sup>18</sup>

Beberapa dampak pencemaran lingkungan tersebut sebagaimana dijelaskan dalam firman Allah SWT yang terdapat dalam kitab suci Al-Qur'an, surat Ar-Ruum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ  
يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali kepada jalan yang benar” (QS Ar-Ruum: 41).<sup>19</sup>

“Maksud dari QS Ar-Ruum: 41 tersebut dalam tafsir Muhammad Quraish Shihab, sikap yang mengabaikan tuntunan-tuntunan agama, berdampak buruk bagi kehidupan masyarakat dan lingkungan. Seperti terjadinya paceklik, hilangnya rasa aman, kekurangan hasil laut, sungai dan sebagainya, itu disebabkan oleh karena perbuatan manusia yang durhaka, sehingga Allah mencicipkan kepada mereka hasil perbuatan pelanggaran dosa mereka, dengan tujuan mereka kembali ke jalan yang benar. Pada dasarnya, musibah atau bencana alam harus menjadi teguran bagi manusia atas keserakahan dalam mengeksploitasi alam.”<sup>20</sup>

Berdasarkan tafsir tersebut, Allah telah menciptakan alam semesta untuk kepentingan dan kesejahteraan semua makhluknya, khususnya manusia keserakahan dan perlakuan buruk sebagian manusia terhadap alam dapat menyengsarakan manusia itu sendiri. Kekeringan, kebakaran, tata ruang daerah yang tidak karuan dan udara serta air yang tercemar adalah hasil dari kelakuan manusia yang justru

<sup>18</sup> Wakos Reza Gautama, “Kebakaran di TPA Sampah Bakung,” *Tribun Lampung.Co.Id*, 2017.

<sup>19</sup> Badrudin, *Pendidikan Islam dalam Al-Qur'an Perspektif Syekh Abdul Qadir Jailani* (Serang: A-Empat, 2015): 81.

<sup>20</sup> Suryo Adi Sahnutra, *Filsafat Lingkungan* (Surabaya: Academia Publication, 2021): 115.

merugikan manusia dan makhluk hidup lainnya. Selain untuk beribadah kepada Allah, manusia juga diciptakan sebagai khalifah di muka bumi. Sebagai khalifah, manusia memiliki tugas untuk mengelola, memelihara dan memanfaatkan alam semesta.<sup>21</sup>

Salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat dampak negatif yang ditimbulkan oleh keberadaan limbah organik yang tidak diolah, maka diperlukan adanya pengolahan atau pemanfaatan limbah tersebut menjadi suatu produk yang dapat berguna bagi masyarakat. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S Al-Imran ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا  
مَا خَلَقْتَهُذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): “Ya Tuhan kami, tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka”. (QS Al-Imran: 191).

Dari QS Al-Imran: 191 diatas menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan manusia sebagai makhluk yang terbaik, serta mampu mengolah dan memikirkan ciptaan tuhan-Nya dan tidak menyia-nyiaikan nikmat yang telah diberikan.<sup>22</sup> Contohnya Pengolahan limbah organik menjadi energi terbarukan atau biogas yang berbahan *Eco-enzyme*. Pengolahan tersebut dapat dijadikan solusi untuk mengatasi permasalahan limbah organik.<sup>23</sup>

Limbah organik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah organik yang berasal dari rumah tangga yaitu limbah kulit

<sup>21</sup> B. Eriyanto, “Fasâd Al-Ardi dalam Tafsir Al-Sya’rawi,” *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2019): 5.

<sup>22</sup> Ebid Diyah Safitri, “Pembuatan Briket dari Campuran Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit” (Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020): 34.

<sup>23</sup> Saifuddin Saifuddin, “Peningkatan Kualitas *Utilization of Domestic Waste for Bar Soap and Enzym Cleaner (Ecoenzyme)* sebagai Bahan Baku Pembuatan Sabun,” *Jurnal Vokasi* 5, no. 1 (2021): 45.

buah seperti kulit semangka, kulit mengkudu, kulit pepaya, kulit jeruk, kulit mentimun, kulit labu siam dan limbah tanaman seperti lidah buaya, daun pandan, daun binahong, daun salam dan pegagan. Penggunaan limbah tersebut karena berdasarkan pra-penelitian yang telah dilakukan, fermentasi *Eco-enzyme* menggunakan bahan tersebut menghasilkan gas pada lama waktu fermentasi 1 bulan.

Pengolahan limbah organik menjadi *Eco-enzyme* karena dalam proses pembuatannya dapat menggunakan bahan berupa limbah organik rumah tangga yang mudah didapatkan dari rumah, cara pembuatan *Eco-enzyme* mudah dan tidak memerlukan biaya yang banyak, wadah yang digunakan dalam fermentasi dapat berupa botol-botol bekas atau wadah-wadah lain yang tidak digunakan dapat dimanfaatkan lagi sehingga dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan, dan *Eco-enzyme* tidak memiliki tanggal *Expired* kecuali jika terkontaminasi.<sup>24</sup> Dalam pembuatan biogas, fermentasi *Eco-enzyme* perlu ditambahkan molase dan starter kotoran sapi.

Molase (tetes tebu) merupakan produk sampingan dari pengolahan tebu menjadi gula atau sisa dari proses pengkristalan gula pasir yang masih mengandung gula dan asam-asam organik. Molase memiliki kandungan sukrosa sekitar 30% di samping gula reduksi, sekitar 25% berupa glukosa dan fruktosa. Sukrosa dalam molase merupakan komponen yang tidak dapat dikristalkan karena mempunyai nilai *Sucrose Reducing Sugar Ratio* yang rendah berkisar antara 0,98-2,06.<sup>25</sup> Glukosa adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga bagi mikroba. Penambahan sumber karbon (C) berasal dari karbohidrat (glukosa) yang akan digunakan untuk pengaturan nilai karbon dalam substrat. Karena

---

<sup>24</sup> Alkadri and Asmara, "Pelatihan Pembuatan *Eco-Enzyme* sebagai *Hand Sanitizer* dan *Desinfectant* pada Masyarakat Dusun Margo Sari Desa Rasau Jaya Tiga dalam Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Tangguh Covid-19 Berbasis *Eco-Community*," *jurnal Buletin Al-Ribaath* 17, no. 2 (2020): 98.

<sup>25</sup> Muhammad Jihad Hawari, "Pengaruh Penambahan Nutrisi Urea dan Molases Terhadap Produksi Biogas Limbah Cair Batang Aren" *Skripsi* (Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018): 61-67.

glukosa digunakan disamping menambah nilai karbon merupakan nutrisi bagi mikrobial perombak pembentuk gas metan.<sup>26</sup>

Kotoran sapi adalah limbah hasil pencernaan sapi.<sup>27</sup> Di kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan terdapat beberapa peternakan sapi. Sapi-sapi tersebut dipelihara selama 5-6 bulan dengan berat awal 300-400 kg hingga mencapai 500 kg. Sapi mengeluarkan sekitar 2-3 ton/hari berupa kotoran padat yang bercampur dengan urine dari kandang dengan kapasitas sapi sekitar 100-150 ekor. Limbah tersebut diangkut menuju lokasi pembuangan yang berjarak hanya sekitar 500 m dari lokasi kandang.<sup>28</sup>

Saat ini peternakan sapi warga di kecamatan Jati Agung belum menerapkan pola pengelolaan limbah yang baik. Kandang hanya dibersihkan dari kotoran sapi yang bercampur antara kotoran padat dan cair setiap hari dengan menggunakan sekop. Kotoran tersebut diangkut menuju ladang dan dibiarkan begitu saja tanpa ada pengolahan lebih lanjut sehingga menimbulkan bau yang tidak sedap. Bau dari limbah segar sangat busuk dan menyengat karena bercampur dengan urine. Sedangkan untuk limbah yang berumur satu minggu dan satu bulan urinenya telah menguap bersama dengan bahan volatil lainnya sehingga baunya busuk karena sudah terdampat aktivitas mikroorganisme pengurai di sana.<sup>29</sup>

Kotoran sapi tersusun atas 22,59% selulosa, 18,32% hemiselulosa, 10,20% lignin, 34,72% total karbon organik, dan 1,26% total nitrogen. Selain itu, kotoran sapi juga mengandung 0,37% fosfor dan 0,68% kalium. Dengan kandungan selulosa yang tinggi, kotoran

---

<sup>26</sup> I.R Zulkarnaen, H.S Tira, and Y.A Padang, "Pengaruh Rasio Karbon dan Nitrogen (C/N Ratio) pada Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas dari Proses Anaerob," *Dinamika Teknik Mesin* 1, no. 1 (2018): 1-16.

<sup>27</sup> Wiradharma, "Respon Pemberian MOL Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Skripsi (Universitas Cokroaminoto palopo, (2020): 33.

<sup>28</sup> Rinda Gusvita, "Analisis Potensi Energi dan Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub> dengan Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi Rakyat di Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan," *Journal of Science and Application Technology* 2, no. 1 (2019): 106-113.

<sup>29</sup> Ibid.

sapi dapat menghasilkan biogas dalam jumlah yang banyak.<sup>30</sup> Selain itu di dalam substrat kotoran sapi mengandung bakteri metanogenik yang merupakan bakteri penghasil gas metan yang terdapat dalam perut ternak ruminansia.<sup>31</sup> Kotoran sapi merupakan penghasil biogas terbaik berdasarkan lama nyala api yang diperoleh dalam waktu 1 hari fermentasi yaitu (20,8 menit) yang merupakan hasil nyala paling lama dibandingkan dengan feses ternak yang lain yaitu hanya menghasilkan lama nyala (16,6 menit) pada feses kambing, (16,2 menit) pada feses domba, (9,2 menit) pada feses ayam dan (14,8 menit) pada feses kelinci.<sup>32</sup> Berdasarkan hal tersebut kotoran sapi merupakan substrat yang cocok untuk dijadikan starter dalam fermentasi produk *Eco-enzyme* pada penelitian ini.

Fermentasi produk *Eco-enzyme* dilakukan secara anaerob.<sup>33</sup> Fermentasi anaerob merupakan proses perombakan senyawa organik kompleks menjadi senyawa organik sederhana tanpa memerlukan oksigen.<sup>34</sup> Pada saat proses fermentasi, *Eco-enzyme* akan menghasilkan gas pada minggu pertama dan semakin lama waktu fermentasi gas akan semakin berkurang.<sup>35</sup> Fermentasi anaerob bahan organik dapat menghasilkan gas yang dapat dimanfaatkan sebagai biogas.

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri-bakteri anaerob (bakteri yang hidup dalam kondisi tanpa oksigen yang

---

<sup>30</sup> Asmiarti, "Kualitas Bahan Biogas dan Biogas dari Feses Sapi dan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L. Merr) dengan C/N Rasio yang Berbeda", *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 2019): 4-24.

<sup>31</sup> Karlina, "Penguji-an Parameter Fisis Biogas dari Komposisi Kotoran Sapi dan Limbah Eceng Gondok Menggunakan Reaktor dengan Pengaduk" *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2017): 8.

<sup>32</sup> Riyanto Yendri Junaidi, Luki Amar Hendrawati, "Perbandingan Kualitas Biogas dari Berbagai Jenis Feses Ternak yang Diproduksi dengan Digester Portable," *Jurnal Agriekstensia* 19, no. 2 (2021): 141-149.

<sup>33</sup> I Putu Parwata, "Pelatihan Pengolahan Sampah Organik menjadi *Eco Enzyme* bagi Pedagang Organik di Pasar Desa Panji," in *Preceeding Senadimas Undiksha* (Bali, 2021): 35-40.

<sup>34</sup> Moekti Ariebowo Fictor Ferdinand P, *Biologi* (Jakarta: PT. Visindo Media Persada, 2007): 37.

<sup>35</sup> Delvi Yanti dan Rahmi Awalina, "Sosialisasi dan Pelatihan Pengolahan Sampah Organik menjadi *Eco-Enzyme*," *Warta Pengamdian Andalas* 28, no. 2 (2021): 84-90.



ada dalam udara).<sup>36</sup> Kandungan utama dari biogas adalah gas metana ( $\text{CH}_4$ ) selain itu juga terdapat karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ).<sup>37</sup> Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) merupakan gas pengotor karena senyawa karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) memiliki sifat yang tidak begitu reaktif dan tidak mudah terbakar.<sup>38</sup> Sedangkan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) sangat sulit bereaksi dengan unsur atau senyawa lainnya. Nitrogen dinamakan zat lemas karena zat ini bersifat malas, tidak aktif bereaksi dengan unsur lainnya.<sup>39</sup> Berdasarkan sifatnya tersebut karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) merupakan gas pengotor karena dapat mempengaruhi kalor yang dihasilkan oleh biogas.<sup>40</sup> Namun, kedua gas tersebut berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup di bumi.

Nitrogen berperan dalam proses kehidupan di bumi yaitu pada tumbuhan, hewan dan manusia. Misalnya melalui daur nitrogen, gas nitrogen ( $\text{N}_2$ ) di udara akan ditambat oleh beberapa bakteri dan jamur perombak untuk diubah menjadi bentuk ion nitrat atau ammonium, kemudian diserap oleh tanaman untuk kebutuhan nutrisinya kemudian hewan dan manusia memperoleh nitrogen dari tanaman yang dimakan dalam bentuk protein. Sedangkan karbon dioksida berperan seperti pada proses fotosintesis yang mana tumbuhan mengubah gas ( $\text{CO}_2$ ) menjadi karbohidrat kemudian melepaskan oksigen ke atmosfer yang berguna untuk manusia dan hewan. Yang mana oksigen diperlukan sel

---

<sup>36</sup> Daniel Pasaribu and Endang Kusdiyantini, "Energi Mandiri dengan Pemanfaatan Limbah Cair pada Industri Pabrik Kelapa Sawit," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan* 2, no. 3 (2021): 163-69.

<sup>37</sup> Simon Patabang and Frederik Palallo, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pengolahan Limbah Ternak menjadi Energi Terbarukan (Biogas) di Desa La'Bo'," *Batara Wisnu Journal : Indonesian Journal of Community Services* 2, no. 1 (2022): 43-49.

<sup>38</sup> Michael Anderson and Fri Murdiya, "Sifat Dielektrik Campuran Gas  $\text{CO}_2$  dengan Nitrogen ( $\text{N}_2$ ) di bawah Terpaan Medan Tinggi DC Polaritas Positif," *Jom FTEKNIK* 4, no. 1 (2017): 1-10.

<sup>39</sup> Anderson and Murdiya, "Sifat Dielektrik Campuran Gas  $\text{CO}_2$  dengan Nitrogen ( $\text{N}_2$ ) di bawah Terpaan Medan Tinggi DC Polaritas Positif," *Jom FTEKNIK* 4, no. 1 (2017): 1-10.

<sup>40</sup> Agung Kurniawan and Muhrinsyah Fatimura, "Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Alam Terhadap Absorpsi Gas  $\text{CO}_2$  dan Waktu Pembakaran Gas Alam," *Jurnal Kimia* 7, no. 1 (2022): 73-81.

untuk mengubah glukosa menjadi energi yang dibutuhkan manusia dan hewan.<sup>41</sup>

Suhu adalah besaran yang menyatakan derajat panas atau dingin suatu benda.<sup>42</sup> Temperatur yang baik untuk proses pembuatan biogas adalah 30<sup>o</sup> C hingga kira-kira 40<sup>o</sup> C. Temperatur tersebut merupakan temperatur optimal bagi bakteri perombak untuk menghasilkan biogas.<sup>43</sup> Suhu yang melebihi batas akan menyebabkan rusaknya protein dan komponen sel esensial, sehingga menyebabkan sel mati. Demikian pula bila suhu di bawah batas maka akan menyebabkan transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti, dengan demikian suhu berpengaruh terhadap proses perombakan bahan organik dan produksi gas.<sup>44</sup>

Penelitian mengenai analisis kandungan nitrogen (N<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan suhu pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi hingga saat ini belum pernah dilakukan, sehingga penulis merasa perlu melakukan penelitian ini. Penelitian ini penting untuk dilakukan agar dapat mengetahui kandungan biogas pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi seperti nitrogen (N<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan suhu, sehingga dapat diketahui apakah *Eco-enzyme* dapat dijadikan substrat untuk produksi biogas atau tidak dan menjadikan pemanfaatan limbah organik menjadi *Eco-enzyme* lebih tepat guna. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul analisis kandungan nitrogen (N<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan suhu pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi.

---

<sup>41</sup> Sonny Kristianto dan Andi Susilawati Dyah Widodo, *Ekologi dan Ilmu Lingkungan* (Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021): 2-46.

<sup>42</sup> Sri Indarwati, Sri Mulyo Bondan Respati, and Darmanto, "Kebutuhan Daya pada Air Conditioner saat Terjadi Perbedaan Suhu dan Kelembaban," *Jurnal Ilmiah Momentum* 15, no. 1 (2019): 91-95.

<sup>43</sup> Arridina Susan Silitonga, *Energi Baru dan Terbarukan*, (Yogyakarta: Deepublish, 2020): 123-125.

<sup>44</sup> Muchamad Rico Pernanda, "Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang Berbeda" *Skripsi* (Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 2021): 5.

## C. Identifikasi dan Batasan Masalah

### 1. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka yang dapat diidentifikasi dan dibatasi yaitu:

- a. Limbah organik adalah limbah yang paling banyak dihasilkan dari kota Bandar Lampung dengan persentase 51,29% dari total limbah yang dihasilkan.
- b. Permukiman warga di sekitar TPA Bakung mengalami pencemaran air tanah yang disebabkan oleh air lindi di TPA Bakung kota Bandar Lampung.
- c. Kadar gas metana di TPA Bakung diprediksi akan selalu mengalami peningkatan pada setiap tahunnya dari tahun 2017-2032, yang mana telah mengakibatkan terjadinya ledakan dan kebakaran di TPA Bakung kota Bandar Lampung pada tahun 2017.
- d. Masyarakat di kecamatan Jati Agung memiliki sapi sebanyak 100-150 ekor yang mana setiap harinya memproduksi kotoran sebanyak 2-3 ton/ hari. Warga di kecamatan Jati Agung belum menerapkan pola pengelolaan limbah yang baik limbah hanya dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan sehingga menimbulkan bau busuk disekitar rumah warga.
- e. Sifat gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang tidak mudah terbakar dan Nitrogen ( $\text{N}_2$ ) yang memiliki sifat lembam (*inert*) atau tidak mudah bereaksi maka keduanya merupakan zat pengotor dalam biogas.

### 2. Batasan masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

- a. Bahan yang digunakan pada fermentasi dalam pembuatan biogas adalah *Eco-enzyme*, molase dan kotoran sapi.

- b. Limbah organik yang digunakan dalam pembuatan *Eco-enzyme* yaitu limbah organik yang berasal dari rumah tangga yaitu limbah kulit buah (kulit semangka, kulit mengkudu, kulit pepaya, kulit jeruk, kulit mentimun, kulit labu siam) dan limbah tanaman (lidah buaya, daun pandan, daun binahong, daun salam dan pegagan).
- c. Bahan yang dianalisis adalah gas hasil fermentasi *Eco-enzyme* dengan penambahan kotoran sapi dan kandungan gas yang diamati berupa nitrogen ( $N_2$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan suhu.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana kandungan gas nitrogen ( $N_2$ ) pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi?.
2. Bagaimana kandungan gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi?.
3. Bagaimana kondisi suhu pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi?.

#### **E. Tujuan Penelitian**

Setelah peneliti merumuskan masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kandungan gas nitrogen ( $N_2$ ) pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi.
2. Untuk mengetahui kandungan gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi.
3. Untuk mengetahui kondisi suhu pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi.

## F. Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan dan tujuan penelitian, adapun manfaat penelitian ini yaitu:

a. Bagi peneliti

Menambah wawasan mengenai kandungan nitrogen ( $N_2$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ), dan suhu pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi, kemudian juga dapat dijadikan sebagai referensi pada penelitian selanjutnya.

b. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan masyarakat dalam penanggulangan dampak pencemaran lingkungan akibat limbah organik.

c. Bagi pendidikan

Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan ajar kepada peserta didik dengan materi pembelajaran yang relevan seperti pembuatan energi terbarukan dari *Eco-enzyme* dengan memanfaatkan limbah organik.

## G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Analisis hasil konversi *Eco-enzyme* menggunakan nenas (*Ananas comosus*) dan pepaya (*Carica papaya l.*) hasil penelitian menyatakan bahwa parameter pH untuk kedua buah cenderung asam yaitu pada 3,15 dan 3,29, selanjutnya untuk TDS memiliki kecenderungan yang relatif dekat yaitu, 1132 mg/l untuk nanas dan 1188 mg/l untuk pepaya. Diketahui juga bahwa larutan *Eco-enzyme* bermanfaat dalam kegiatan rumah tangga sekaligus dalam pengolahan air limbah.<sup>45</sup>

*Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah* (Studi Kasus di Kota Semarang). Menyatakan bahwa hasil uji organoleptik, karakteristik dari produk *Eco-enzyme* dari semua produk *Eco-enzyme* yang dihasilkan memiliki aroma asam yang khas (seperti aroma asam yang dihasilkan oleh buah-buahan). Pada variabel 5 selain aroma asam juga memiliki aroma tidak sedap seperti aroma buah yang

---

<sup>45</sup> Neny, Rochyani, Rih Laksmi Utpalasari, and Inka Dahliana, "Analisis Hasil Konversi *Eco-Enzyme* Menggunakan Nanas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya L.*)," *Jurnal Redoks* 5, no. 2 (2020): 135.

busuk, dikarenakan adanya pertumbuhan mikroorganisme di dalam cairan *Eco-enzyme*. Semua produk *Eco-enzyme* mengalami perubahan warna menjadi coklat keruh. Terjadi penambahan dan pengurangan volume produk *Eco-enzyme* setelah dipanen. Variabel 1,3 dan 5 mengalami penambahan volume, sedangkan variabel 2 dan 4 mengalami penurunan.<sup>46</sup>

*Production and Characterization of Eco-Enzyme Produced From Tomato and Orange Wastes and Its Influence.* Dalam penelitian ini, *Eco-enzyme* yang dihasilkan dari tomat dan jeruk kedua *Eco-enzyme* yang dihasilkan ternyata bersifat asam dan mengandung banyak TS, TDS, BOD, COD, asam sitrat serta sifat biokatalitik protease, amilase dan lipase yang bereaksi sebagai faktor degradasi polutan terpilih.<sup>47</sup>

*Production, Extraction and Use of Eco-Enzyme Using Waste Fruit Site: Wealth From Waste.* Hasil penelitian menyatakan bahwa Setelah inkubasi filtrat diperoleh, ditemukan Flavonoid, Alkaloid, Kuinon, Saponin sebagai adanya metabolit yang berbeda. Spektrum IR-nya menunjukkan adanya gugus -OH, COOH. Juga, amilase, protease dan lipase ditemukan di filtrat. ditemukan penerapan sebagai pembersih lantai, peralatan, berkebun, dan lain-lain. Pendekatan baru untuk mendaur ulang dan menggunakan kembali limbah alam akan membantu mengurangi limbah buah, ramah lingkungan, ekonomis dengan aplikasi multiguna.<sup>48</sup>

*Production and Characterization of Eco-enzyme Produced from Fruit and Vegetable Wastes and its Influence on the Aquaculture Sludge.* Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Eco-enzyme* mengandung Protease, Amilase, dan Lipase. Sementara itu, Hasil proses pengolahan menunjukkan bahwa larutan enzim (10%)

---

<sup>46</sup> Destyana Larasati, Andari Puji Astuti, and Endang Triwahyuni Maharani, "Uji Organoleptik Produk *Eco-Enzyme* dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang)," in *Seminar Nasional Edusaintek* (2020): 278-283.

<sup>47</sup> Nazaitulshila Rasit, Lim Hwe Fern, and Azlina Wan Ab Karim Ghani, "Production and Characterization of Eco Enzyme Produced From Tomato and Orange Wastes and Its Influence," *International Journal of Civil Engineering and Technology* 10, no. 03 (2019): 967-980.

<sup>48</sup> Lapsia Vama and Andmakarandn Cherekar, "Production, Extraction and Use of Eco-Enzyme Using Waste Fruit Site: Wealth From Waste," *Asian Jr. from Microbiol Biotechnology* 22, no. 2 (2020): 346-351.



ditemukan lebih ampuh dan ekonomis dalam mengolah lumpur budidaya yang menghasilkan pengurangan 89% Total *Suspended Solid*, 78% *Volatile Suspended Solid*, 88% *Chemical Oxygen*, 94% Total Amonia Nitrogen dan 97% Total Fosfor. *Eco-enzyme* yang dihasilkan dari penelitian ini secara efektif bertindak sebagai solusi ramah lingkungan untuk mengurangi komposisi limbah makanan pada timbulan limbah padat dan berpotensi untuk diterapkan pada industri air limbah.<sup>49</sup>

*Pemanfaatan kotoran sapi dan sampah sayur pada pembuatan biogas dengan fermentasi sampah.* Hasil penelitian menyatakan bahwa hasil tes yang dilakukan menunjukkan kandungan gas metana. Pada hasil yang diperoleh terlihat nyala api warna biru. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat kandungan gas metana pada gas yang dihasilkan.<sup>50</sup>

*Pemanfaatan kulit ari kedelai dan sampah organik (pasar) sebagai bahan dalam pembuatan biogas dengan starter EM 16.* Hasil penelitian menyatakan bahwa biogas terbaik pada variasi bahan kulit ari kedelai dari sampah pasar dengan perbandingan 20:80 dengan kadar air sebesar 31,58%, rasio C/N sebesar 25,23% dan waktu terbaik pada hari ke 25 ditandai dengan kenaikan tekanan yang semakin meningkat dari hari 1 hingga ke 25 yaitu pada hari ke-25 sejumlah 0,28 Psi dan suhu terbaik pada hari ke 25 dengan suhu 35<sup>0</sup>C.<sup>51</sup>

## H. Sistematika Penulisan

### 1. BAB I

Pada bagian ini berisi penegasan judul untuk mengetahui secara rinci penelitian yang ingin dikaji oleh peneliti, latar

---

<sup>49</sup> Olgalizia Galintin, Nazaitulshila Rasit, and Sofiah Hamzah, "Production and Characterization of Eco Enzyme Produced from Fruit and Vegetable Wastes and Its Influence on the Aquaculture Sludge," *Biointerface Research in Applied Chemistry* 11, no. 3 (2021): 10205-10214.

<sup>50</sup> Medya Ayunda Fitri and Trisna Kumala Dhaniswara, "Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Sampah Sayur pada Pembuatan Biogas dengan Fermentasi Sampah Sayuran," *Journal of Research and Technology* 4, no. 1 (2018): 47-54.

<sup>51</sup> S A Snaini and Y S Purnomo, "Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai dan Sampah Organik (Pasar) sebagai Bahan dalam Pembuatan Biogas dengan Starter EM-16," in *Prosiding ESEC* (2020): 63-68.

belakang masalah ditulis untuk menjelaskan alasan yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini, identifikasi dan batasan masalah ditulis untuk memudahkan penulis untuk menentukan permasalahan utama yang akan diteliti berdasarkan latar belakang masalah.

## **2. BAB II**

Pada bagian bab dua ini memuat teori-teori yang digunakan oleh penulis yang bertujuan untuk mendukung penelitian yang akan dilakukan.

## **3. BAB III**

Pada bab ini berisi mengenai gambaran secara garis besar tentang penelitian yang akan dilakukan dengan melampirkan data yang ditemukan di lapangan. Tujuan dari bab ini adalah untuk pandangan dalam menganalisis hasil penelitian.

## **4. BAB IV**

Pada bab ini berisi diskripsi data dan pembahasan. Tujuan dari bab ini adalah untuk memaparkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

## **5. BAB V**

Bagian ini adalah penutup yang berisi kesimpulan dari hasil penelitian serta rekomendasi untuk menjadi pertimbangan pada penelitian selanjutnya.

## **6. DAFTAR RUJUKAN**

Daftar rujukan merupakan bagian yang memuat berbagai sumber literatur yang dijadikan bahan kajian pada skripsi.

## **7. LAMPIRAN**

Lampiran memuat berbagai data hasil penelitian dan dokumentasi alat, bahan, serta proses berlangsungnya penelitian.

## BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### A. Kesimpulan

Hasil penelitian mengenai analisis kandungan nitrogen ( $N_2$ ), karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan suhu pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi yang telah dilakukan selama 30 hari dari bulan Oktober sampai November hasilnya dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis kandungan gas nitrogen ( $N_2$ ) pada fermentasi *Eco-enzyme* dengan *starter* kotoran sapi pada reaktor  $P_0 - P_4$  berada pada rentang tertinggi yaitu 95,875-99,669 %.
2. Analisis kandungan gas karbon dioksida ( $CO_2$ ) dari reaktor  $P_0 - P_4$  hanya berada pada rentang 0,237- 4,125 %.
3. Pengukuran suhu didapatkan hasil pada reaktor  $P_0 - P_4$  dengan pengukuran suhu awal berada pada rentang 28,8°C - 29,1°C dan suhu akhir pada rentang 27,9°C - 28,7°C dari pengukuran suhu awal dan suhu akhir masing - masing tabung digester cenderung telah mengalami penurunan suhu.

### B. Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka rekomendasi yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut:

1. Dalam pembuatan digester biogas sebaiknya dibuat sambungan untuk pengukuran suhu agar dapat diketahui nilai pengukuran suhu secara berkala.
2. Dalam penampungan sampel biogas skala laboratorium sebaiknya menggunakan *bag sampling*. Kemudian, dilakukan vakum pada *bag sampling* dan wadah penampungan gas agar tidak terkontaminasi udara luar.
3. Pada penelitian ini, *Eco-enzyme* belum dapat dijadikan sebagai substrat dalam pembuatan biogas. Maka dari itu, perlu adanya kajian lebih lanjut mengenai upaya pemanfaatan produk *Eco-enzyme*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiani, Kadek Mila, Ida Bagus Putu Gunadnya, and Yohanes Setiyo. "Pengaruh Penambahan Urea pada Mediad dan Pemanasan Terhadap Produksi Biogas." *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)* 8, no. 1 (2019): 86.
- Ahmad Wahyudi, Listiari Hendraningsih. *Biogas Fermentasi Limbah Peternakan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang, 2020.
- Aisah, Aisah, Noor Harini, and Damat. "Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Menggunakan Pengering Kabinet dalam Pembuatan MOCAF (*Modified Cassava Flour*) dengan Fermentasi Ragi Tape." *Food Technology and Halal Science Journal* 4, no. 2 (2021): 172–191.
- Al-Huda. *Mushaf Al-Qur'an Terjemah*. Jakarta: Al-Huda, 2005.
- Albrian Fiky Prakoso, Novi Trisnawati Yoyok Soesatyo, Waspodo Tjipto Subroto, Norida Canda Sakti. "Keefektifan Pemantapan Kemampuan Guru SMK dalam Menulis Proposal Penelitian Eksperimen." *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani* 3, no. 1 (2019): 59–82.
- Alkadri, Syarifah Putri Agustini, and Kristin Damay Asmara. "Pelatihan Pembuatan *Eco-Enzyme* sebagai *Hand Sanitizer* dan Desinfektan pada Masyarakat Dusun Margo Sari Desa Rasau Jaya Tiga dalam Upaya Mewujudkan Desa Mandiri Tangguh Covid-19 Berbasis *Eco-Community*." *Jurnal Buletin Al-Ribaath* 17, no. 2 (2020): 98.
- Amanda, Ryvia Hananda, Dwi Indarawati, and Ratnaningsih. "Pengolahan Kotoran Sapi dan Limbah Sayuran Menjadi Energi Biogas di Desa Cibodas, Kecamatan Pasirjambu, Kabupaten Bandung." *Kocenin Serial Konferens* 1, no. 1 (2020): 1–11.
- Anderson, Michael, and Fri Murdiya. "Sifat Dielektrik Campuran Gas CO<sub>2</sub> dengan Nitrogen (N<sub>2</sub>) di bawah Terpaan Medan Tinggi DC Polaritas Positif." *Jom FTEKNIK* 4, no. 1 (2017): 1–10.
- Anwar, C., A. Jatmiko, M. Mila, I. Irwandani, A. Taher, and P. M. Sari. "The Development of Multi-Representation Media Based on Instagram on Temperature and Heat Materials." *Journal of Physics: Conference Series* 1572, no. 1 (2020): 04.
- Anwar, Chairul. *Hakikat Manusia dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Suka Press, 2014.
- Anwar, Chairul. "The Effectiveness of Problem Based Learning Integrated With Islamic Values Based on ICT on Higher Order Thinking Skill and Students' Character." *Al-Ta Lim Journal* 23,

- no. 3 (2017): 224–231.
- Arridina Susan Silitonga, Husin Ibrahim. *Energi Baru dan Terbarukan*. Yogyakarta: Deepublish, 2020.
- Artiningsih, Ni.Komang Ayu. *Pengelolaan Lingkungan dan Pengolahan Limbah pada Industri Pertanian dan Pangan*. Edited by Eko Nursanty. Semarang: Butterfly Mamoli Press, 2021.
- Asiah, Nurul. *Prinsip Dasar Penyimpanan Pangan pada Suhu Rendah*. Nasmedia. Vol. 1. Makassar: Nas Media Pustaka, 2020.
- Asmiarti. “Kualitas Bahan Biogas dari Feses Sapi dan Limbah Kulit Nanas (*Ananas comosus* L . Merr) dengan C/N Rasio yang Berbeda.” Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 2019.
- Awalina, Delvi Yanti dan Rahmi. “Sosialisasi dan Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Menjadi *Eco-Enzyme*.” *Jurnal Warta Pengabdian Andalas* 28, no. 2 (2021): 84–90.
- Badrudin. *Pendidikan Islam dalam Al-Qur’an Perspektif Syekh Abdul Qadir Jailani*. Serang: A-Empat, 2015.
- Becker, Fernando Gertum, Michelle Cleary, R M Team, Helge Holtermann, Disclaimer The, National Agenda, Political Science. *Kamus Bahasa Indonesia. Syria Studies*. Vol. 7, 2015.
- Bharvi S. Patel, Bhanu R. Solanki, and Archana U. Mankad. “Effect of Eco-Enzymes Prepared from Selected Organic Waste on Domestic Waste Water Treatment.” *World Journal of Advanced Research and Reviews* 10, no. 1 (2021): 323–333.
- Bumi, Tim Penyusun Modul Kelas Belajar Ngajaga. *Modul Belajar Eco-Enzyme Ecogreen Mahitala*, 2020.
- Desi Jelanti, Fitriyah, Intan Rahma Sari, Lilis Karlina. “Penyuluhan Kreatifitas Kerajinan Tangan dari Sampah Rumah Tangga pada Masyarakat di Yayasan RPK (Rumah Penyuluhan Kreatif).” *Abdi Laksana: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat* 2, no. 2 (2020): 200–207.
- Dewi Agustina Iryani, Muhammad Ikromi, Dikpride Despa, Udin Hasanudin. “Karakterisasi Sampah Padat Kota dan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung Kota Bandar Lampung.” *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 9, no. 2 (2019): 218–228.
- Dinda Futhi Khumaira. “Pengaruh Suhu Berbeda Terhadap Efektifitas Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargasum plagyophyllum*) sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa*.” *Applied Microbiology and Biotechnology* 2507,

- no. 1 (2020): 1–9.
- Dyah Widodo, Sonny Kristianto dan Andi Susilawati. *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021.
- Eko Sudarmanto, Ardhariksa Zukhruf Kurniullah, Erika Revida Rolyana Ferinia, Marisi Butarbutar, Leon A. Abdilah, Andriasan Sudarso, Bonaraja Purba, Sukarman Purba, Ika Yuniwati, A.Nururrochman Hidayatulloh, Irawati HM, Nurmadhani Fitri Suyuthi. “Desain Penelitian Bisnis Pendekatan Kuantitatif.” Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021.
- Eriyanto, Bagus. “Fasâd Al-Ardi dalam Tafsir Al-Sya’rawi.” *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, 2019.
- Erwin, Afif Bintoro dan Rusita. “Keragaman Vegetasi di Blok Pemanfaatan Hutan Pendidikan Konservasi Terpadu (HPKT) Tahura Wan Abdul Rachman, Provinsi Lampung.” *Jurnal Sylva Lestari* 5, no. 3 (2017): 1–11.
- Evi Arianingsih, Irdha Mirdhayati, and Anwar Efendi Harahap. “Kualitas Biogas Berbahan Feses Sapi dan Jerami Jagung (*Zea mays* L.) pada C/N Rasio dan Lama Fermentasi yang Berbeda.” *Jurnal Triton* 12, no. 1 (2021): 58–67.
- Fevriana, Rina. *Evaluasi Pembelajaran*. Edited by Bunga Sari Fatmawati. Jakarta: Bumi Aksara, 2019.
- Fictor Ferdinand P., Moekti Ariebowo. *Biologi*. Jakarta: PT. Visindo Media persada, 2007.
- Fildza Zatil Hidayah. “Analisis Konsentrasi Gas Metana (CH<sub>4</sub>) dan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) dari Tangki Septik pada Kegiatan Non Perumahan di Kelurahan Cupak Tengah, Kecamatan Pauh, Kota Padang.” Universitas Andalas Padang, 2018.
- Fitri, Medya Ayunda, and Trisna Kumala Dhaniswara. “Pemanfaatan Kotoran Sapi dan Sampah Sayur pada Pembuatan Biogas dengan Fermentasi Sampah Sayuran.” *Journal of Research and Technology* 4, no. 1 (2018): 47–54.
- Galintin, Olgalizia, Nazaitulshila Rasit, and Sofiah Hamzah. “Production and Characterization of Eco Enzyme Produced from Fruit and Vegetable Wastes and Its Influence on the Aquaculture Sludge.” *Biointerface Research in Applied Chemistry* 11, no. 3 (2021): 05–14.
- Gautama, Wakos Reza. “Kebakaran di TPA Sampah Bakung.” *Tribun Lampung.Co.Id*. 2017.
- Gusvita, Rinda, Dian Fajarika, Mika Margareta, and Devia Gahana CA. “Analisis Potensi Energi dan Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub> dengan Pengelolaan Limbah Peternakan Sapi Rakyat di



- Kecamatan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan.” *Journal of Science and Application Technology* 2, no. 1 (2019): 106–113.
- Halilurrahman. “Sistem Pengelolaan Sampah Pasar Pagesangan Kota Mataran.” *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Mataram, 2020.
- Hani SUBakti, Dina Chamidah, Rosmita Sari Siregar, Agung Nugroho Catur Saputro, Michael Recard, Muhammad Nur Tanto, Sony Kuswandi, Rahmi Ramadhani dan Joni Wilson Sitopu. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021.
- Hasanah, Yaya. “Eco Enzyme and Its Benefits for Organic Rice Production and Disinfectant.” *Journal of Saintech Transfer* 3, no. 2 (2021): 119–128.
- Hasibuan, Rosmidah. “Analisis Dampak Limbah/Sampah Rumah Tangga Terhadap Pencemaran Lingkungan Hidup.” *Ilmiah Advokasi* 04, no. 01 (2016): 42–52.
- Hawari, Muhammad Jihad. “Pengaruh Penambahan Nutrisi Urea dan Molases Terhadap Produksi Biogas Limbah Cair Batang Aren.” Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2018.
- Hendri, Wince, Rona Taula Sari, Erman Har, Lisa Deswati, Nawir Muhar, and Retti Yuselmi. “Pengolahan Limbah Organik dan Anorganik sebagai Transmode Upaya Peningkatan Kreativitas Masyarakat Pantai Gondaria Pariaman.” *Journal of Character Education Society* 1, no. 2 (2018): 44–49.
- Imelda, Donna, Bima Dwi Satriawan, Fakultas Teknologi Industri, and Universitas Jayabaya. “Pembuatan Produk Multipurpose Cleaner dengan Pemanfaatan *Eco-Enzyme* dari Limbah Kulit Buah.” Universitas Jayabaya, 2021.
- Indarwati, Sri, Sri Mulyo Bondan Respati, and Darmanto. “Kebutuhan Daya pada Air Conditioner saat Terjadi Perbedaan Suhu dan Kelembaban.” *Jurnal Ilmiah Momentum* 15, no. 1 (2019): 91–95.
- Isnaini, S A, and Y S Purnomo. “Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai dan Sampah Organik (Pasar) sebagai Bahan dalam Pembuatan Biogas dengan Starter Em-16.” In *Prosiding ESEC*, 63–68, 2020.
- Kamal, Netty. “Kajian Pengaruh Media Penambat pada Reaktor Biogas Fluidized Bed.” *Jurnal Teknik* 20, no. 1 (2019): 12–33.
- Karlina. “Penguji-an Parameter Fisis Biogas dari Komposisi Kotoran Sapi dan Limbah Eceng Gondok Menggunakan Reaktor dengan Pengaduk.” Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2018.
- Karlina, K. “Penguji-an Parameter Fisis Biogas dari Komposisi Kotoran Sapi dan Limbah Eceng Gondok Menggunakan Reaktor dengan Pengaduk.” Universitas Islam Negeri Alauddin

- Makassar, 2017.
- Kiki Kristiandi, Sanya Anda Lusiana, Nur Arifah Qurota A'yunin. *Teknologi Fermentasi*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2021.
- Kurniawan, Agung, and Muhrinsyah Fatimura. "Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Alam Terhadap Absorpsi Gas CO<sub>2</sub> dan Waktu Pembakaran Gas Alam." *Jurnal Kimia* 7, no. 1 (2022): 73–81.
- Lahu, Enggar Paskhalis, and Jacky Sumarauw. "Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Guna Meminimalkan Biaya Persediaan pada Dunkin Donuts Manado." *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi* 5, no. 3 (2017): 75–84.
- Larasati, Destyana, Andari Puji Astuti, and Endang Triwahyuni Maharani. "Uji Organoleptik Produk *Eco-Enzyme* dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang)." In *Seminar Nasional Edusaintek*, 278–83, 2020.
- Leba, Maria Aloisia Uron. *Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Yogyakarta: Deepublish, 2017.
- Liu, Qian, Yiting Lin, Shuang Gu, Ziqiang Cheng, Lisi Xie, Shengjun Sun, Longcheng Zhang, and Yongsong Luo. "Enhanced N<sub>2</sub> -to-NH<sub>3</sub> Conversion Efficiency on Cu<sub>3</sub> P Nanoribbon Electrocatalyst." *Nano Research* 15, no. 8 (2022): 7134–38.
- Lubis, Zulkarnain. *Statistika Terapan untuk Ilmu-Ilmu Sosial dan Ekonomi*. 1st ed. Yogyakarta: ANDI, 2021.
- Miftahul Jannah, Nisa Firdha, Hanifah Aniswah Idrus, Siska Alicia Farma. "Organoleptic Test of Eco-Enzyme Products from Vegetable and Fruit Waste." In *Prosiding Seminar Nasional BIO*, 1:198–205. Padang, 2021.
- Mintarsih, Tita Rosita dan Euis. "Penyuluhan Pengolahan Sampah Rumah Tangga Secara Daring Melalui Metode Takakura oleh Kelompok Wanita Tani Kebun Sauyunan." *Abdimas Siliwangi* 4, no. 2 (2021): 227–32.
- Mirwan, Mohammad, and Nadia Agustina Irianto. "Efektifitas Tanaman *Hydrilla verticillata*, Rumput Gajah, Eceng Gondok dalam Pembuatan Biogas dengan Bahan Dasar Kotoran Sapi." *EnviroUS* 2, no. 1 (2021): 48–55.
- Mukhtazar. *Prosedur Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Absolute Media, 2020.
- Munandar, Kuku. *Fiksasi Nitrogen oleh Mikroorganisme*. Jember: UM Jember Press, 2022.
- Munazzirah. "Rancang Bangun Reaktor Biogas dengan Pengaduk." Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2016.

- Murti, Rhama Amsediwita. "Identifikasi Enterotoksin *Staphylococcus aureus* dengan Teknik Kromatografi Gas Spektrometer Massa dari Sampel Makanan." *Skripsi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang*. Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Perintis Padang, 2018.
- Nurafina, Eka, Alifia Hasna, Azzah Fillah, Sekar Dian Pawestri, and Maria Ulfah. "Potensi Kewirausahaan Mahasiswa Berbasis Pemanfaatan *Eco-enzyme* Limbah Kulit Buah Sebagai Air Purifier." In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Entrepreneurship*, 63–66. Semarang, 2021.
- Nuraisyah, S. "Pembuatan Pupuk Kompos dari Bahan Dasar Kotoran Sapi Limbah Sayur Bayam (*Amaranthus L*), dan Limbah Air Tahu." Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2019.
- O'Brien, Colin P., Rui Kai Miao, Shijie Liu, Yi Xu, Geonhui Lee, Anthony Robb, Jianan Erick Huang. "Single Pass CO<sub>2</sub> Conversion Exceeding 85% in the Electrosynthesis of Multicarbon Products via Local CO<sub>2</sub> Regeneration." *ACS Energy Letters* 6, no. 3 (2021): 52–59.
- Ongky Anggara, Indri Nurlisa Febrina, Agel Vidian Krama, Dudung Muhally Hakim. "Penentuan Alternatif Lokasi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kota Bandar Lampung Menggunakan Sistem Informasi Geografis." *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi* 5, no. 1 (2021): 112–22.
- Parwata, I Putu, Ni Putu Sri Ayuni, Gede Agus Beni Widana, and I Gusti Ngurah Agung Suryaputra. "Pelatihan Pengolahan Sampah Organik Menjadi *Eco-Enzyme* Bagi Pedagang Buah dan Sayur di Pasar Desa Panji." In *Preceeding Senadimas Undiksha*, 135–40. Bali, 2021.
- Pasaribu, Daniel, and Endang Kusdiyantini. "Energi Mandiri dengan Pemanfaatan Limbah Cair pada Industri Pabrik Kelapa Sawit." *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan* 2, no. 3 (2021): 63–69.
- Patabang, Simon, and Frederik Palallo. "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pengolahan Limbah Ternak Menjadi Energi Terbarukan (Biogas) di Desa La'Bo'." *Batara Wisnu Journal : Indonesian Journal of Community Services* 2, no. 1 (2022): 43–49.
- Pernanda, Muchamad Rico. "Nilai pH, Suhu, Nyala Api dan Warna Api Biogas yang Dihasilkan pada C/N Feses Kerbau dan Ampas Kelapa dengan Lama Fermentasi yang Berbeda." Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru, 2021.
- Phelia, A., Damanhuri, E. "Kajian Evaluasi TPA dan Analisis Biaya

- Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah di TPA.” *Jurnal Teknik Lingkungan* 25, no. 2 (2019): 85–100.
- Purba, Deddy Wahyudin. *Sistem Pertanian Terpadu: Pertanian Masa Depan*. Medan: Yayasan Kita Menulis, 2022.
- Rafli Pratama, Tastaptayani Kurnia Nufutomo. “Analisis Kualitas Air Tanah Berdasarkan Perbedaan Jarak di Permukiman Warga Sekitar TPA Bakung Bandar Lampung.” *Jurnal Of Empowerment Community and Education* 1, no. 2 (2021): 83–88.
- Rahmah, Ulfa Azizah. “Pengaruh Waktu Fermentasi Pembuatan Pupuk Organik Cair (POC) Kasgot Terhadap Kandungan Unsur Hara.” Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2021.
- Ramadhani, Indrie. *Mikrobiologi dan Parasitologi*. Purwokerto: Pena Persada, 2020.
- Rambe, Titin Rahmayanti. “Sosialisasi dan Aktualisasi *Eco-Enzyme* Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah Organik Berbasis Masyarakat di Lingkungan Perumahan Cluster Pondok II.” In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2:36–41, 2021.
- Ramadhan, Muhammad. *Metode Penelitian*. Surabaya: Cipta Media Nusantara, 2021.
- Rasit, Nazaitulshila, Lim Hwe Fern, and Azlina Wan Ab Karim Ghani. “Production and Characterization of Eco-Enzyme Produced From Tomato and Orange Wastes and Its Influence.” *International Journal of Civil Engineering and Technology* 10, no. 03 (2019): 967–80.
- Retnaningdyah, Catur. *Blooming Microcystis di Ekosistem Perairan Tawar dan Cara Pengendaliannya*. Malang: UB Press, 2019.
- Ridha, Nikmatur. “Proses Penelitian, Masalah, Variabel, dan Paradigma Penelitian.” *Jurnal Hikmah* 14, no. 1 (2017): 62–70.
- Rizki, Adib Khusni. “Potensi Emisi Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) pada Restorasi Karst dengan Pembenah Tanah di dalam Persemaian.” Universitas Islam Indonesia, 2020.
- Rochyani, Neny, Rih Laksmi Utpalasari, and Inka Dahliana. “Analisis Hasil Konversi *Eco-Enzyme* Menggunakan Nanas (*Ananas comosus*) dan Pepaya (*Carica papaya* L.)” *Jurnal Redoks* 5, no. 2 (2020): 135.
- Roma, Grace, Artha Samosir, and Merry Meryam Martgrita. “Analisis Pendahuluan Pemanfaatan Konsorsium Bakteri Termofilik dari Kotoran Sapi untuk Produksi Biogas.” *Journal of Science Engineering and Technology* 1, no. 1 (2021): 2–6.
- Runtunuwu, Prince Charles Heston. *Kajian Sistem Pengolahan*

- Sampah*. Edited by Yayuk Umayu. Malang: Ahlimedia Press, 2020.
- S, Muningsgar Vika, Andari Puji Astuti, Endang Tri, and Wahyuni Maharani. "Perbandingan Uji Organoleptik pada Delapan Variabel Produk Ekoenzim." In *Seminar Nasional Edusaintek*, 393–99. Semarang, 2020.
- Safitri, Ebid Diyah. "Pembuatan Briket dari Campuran Cangkang Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) dan Tandan Kosong Kelapa Sawit." Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, 2020.
- Sagala, Savteria Novani. "Tinjauan Pengolahan Limbah Medis Padat di Rumah Sakit Umum Daerah Aekkanopan Kabupaten Labuhan Batu Utara Tahun 2021." Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Medan, 2021.
- Sahfutra, Suryo Adi. *Filsafat Lingkungan*. Surabaya: Academia Publication, 2021.
- Saifuddin, Saifuddin, Rizal Syahyadi, Nahar Nahar, and Syamsul Bahri. "Peningkatan Kualitas *Utilization of Domestic Waste for Bar Soap and Enzym Cleanner (Eco-enzyme)* sebagai Bahan Baku Pembuatan Sabun." *Jurnal Vokasi* 5, no. 1 (2021): 45.
- Santosa, Imam, and Enro Sujito. "Potensi Ekonomi dan Pengelolaan Sampah Pasar di Kota Bandar Lampung." *Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai* 14, no. 2 (2020): 64.
- Saputra, Ranmantio Fadil. "Rancang Bangun dan Operasional Reaktor Biogas Tipe Portable untuk Mengolah Limbah Kotoran Ternak Sapi." *Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai* 15, no. 3 (2021): 130–37.
- Setiawati, A. "Analisis Pengelolaan Dana Simpanan Hari Raya (SHR) pada Kelompok Pengajian Asifa' di Desa Sumberejo Transad." Institut Agama Islam Negeri Curup, 2019.
- Silvia, Sinta, Nani Ratnaningsih, and Ajeng Martiani. "Miskonsepsi Kemampuan Pemecahan Masalah Matematik Berdasarkan Langkah Polya pada Materi Aljabar." *Prosiding Seminar Nasional & Call For Papers*, 2019, 532–38.
- Simbolon, Devi S.M. "Sistem Pengelolaan Sampah Pemukiman di Desa Sitinjo Kecamatan Sitinjo Kabupaten Dairi Tahun 2021." *Politeknik Kesehatan Medan*. Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Medan, 2021.
- Sleman. "Pengaruh Konsentrasi Molase Terhadap Produktivitas dan Karakteristik *Nata De Cassava* dengan Kecambah Sebagai Sumber Nitrogen." Universitas Sanata Dharma Yogyakarta, 2017.



- Sodik, Sandu Siyoto dan Ali. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media Publishing, 2015.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2018.
- Suryani, Faizah, Ozkar Firdausi Homsah, and Mahmud Basuki. "Analisis pH dan Pengadukan Terhadap Produksi Biogas dari Limbah Cair Kelapa Sawit." *Jurnal Riset Sains Dan Teknologi* 2, no. 1 (2018): 1–7.
- Susatyo, I C, E Irwantino, A R Ramadan, K Vladymir, R E Setiawan, A R A Mustofasih, M V Firmansyah. "Pengaruh Campuran Gas Nitrogen dan Freon R134a Terhadap Kinerja Mesin Pendingin." *Jurnal JMMME* 1, no. 2 (2020): 29.
- Syaichurrozi, Iqbal. *Teknologi Biogas*. Bandung: Adanu Abimata, 2020.
- Syamaidzar, Syamaidzar. "Studi Literatur Fiksasi Nitrogen Menjadi Amonia Menggunakan Solar Cell Tersensitasi Klorofil yang Dilapisi dengan Katalis Pasta TiO<sub>2</sub>." Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 2020.
- Tengker, Yosua, Glanny M C Mangindaan, and Meita Rumbayan. "Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg) di Universitas Sam Ratulangi." Universitas Sam Ratulangi Manado, 2021.
- Tim May, Malcolm Williams, Richard Wiggins, and Prof. Alan Bryman. "Analisis Emisi CO<sub>2</sub> dari Sumber Kendaraan di Kelurahan Maradekaya Kota Makassar." Universitas Hasanuddin, 2021.
- Trisnaliani, Lety, and Aan Harianto. "Produksi Gas Nitrogen dengan Metode Pressure Swing Adsorption (PSA) Menggunakan Carbon Molecular Sieve (CMS) sebagai Penyerap Oksigen Nitrogen Gas Production by Pressure Swing Adsorption (PSA) Method Using Carbon Molecular Sieve (CMS) As Oxygen Adsorption." *Jurnal Kinetika* 9, no. 01 (2018): 45–50.
- Ulfa Septiani, Najmi, Rina Oktavia. "Eco-Enzyme : Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yayasan Khazanah Kebajikan." In *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*, 02:1–7, 2021.
- Vama, Lapsia, and Andmakarandn Cherekar. "Production, Extraction and Use Of Eco-Enzyme Using Waste Fruit Site: Wealth From Waste." *Asian Jr. from Microbiol Biotechnology* 22, no. 2 (2020): 346–51.
- Viana Meilani Prasetio, Tia Ristiawati, Farida Philiyanti. "Manfaat



- Eco-Enzyme* pada Lingkungan Hidup Serta Workshop Pembuatan *Eco-Enzyme*.” In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1:21–29. Jakarta, 2021.
- Wahyuni, Sri. *Biogas Energi Alternatif Pengganti BBM, Gas dan Listrik*. Jakarta: AgroMedia Pustaka, 2013.
- Widodo, Ganggan Nur, Ucik Ika, Fenti Styana, and Muhammad Sigit Cahyono. “Potensi Campuran Kotoran Sapi dan Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam Sebagai Sumber Energi Penghasil Biogas.” *Jurnal Offshore: Oil, Production Facilities and Renewable Energy* 6, no. 1 (2022): 29–37.
- Wiradharma, Krisna. “Respon Pemberian MOL Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.)” Universitas Cokroaminoto palopo, 2020.
- Yendri Junaidi, Luki Amar Hendrawati, Riyanto. “Perbandingan Kualitas Biogas dari Berbagai Jenis Feses Ternak yang Diproduksi dengan Digester Portable.” *Jurnal Agriekstensia* 19, no. 2 (2021): 141–49.
- Zulkarnaen, I.R, H.S Tira, and Y.A Padang. “Pengaruh Rasio Karbon dan Nitrogen (C/N Ratio) pada Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas dari Proses Anaerob.” *Dinamika Teknik Mesin* 1, no. 1 (2018): 1–16.

