

**ANALISIS KANDUNGAN METANA (CH₄), pH,
DAN TEKANAN PADA BIOGAS HASIL FERMENTASI
ECO-ENZYME DENGAN PENAMBAHAN
STARTER FESES SAPI**

SKRIPSI

**ANGGUN SETIOWATI
NPM : 1811060132**



Program Studi : Pendidikan Biologi

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1443 H/2022 M**

**ANALISIS KANDUNGAN METANA (CH₄), pH,
DAN TEKANAN PADA BIOGAS HASIL FERMENTASI
ECO-ENZYMEDENGAN PENAMBAHAN
STARTER FESES SAPI**

Skripsi

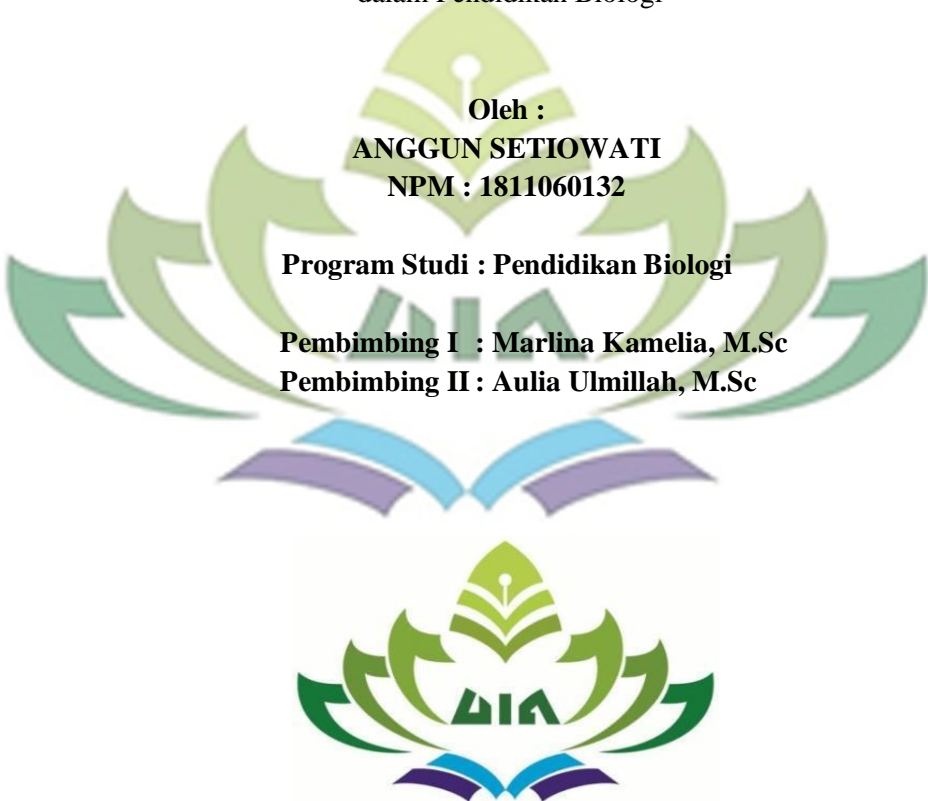
Diajukan Untuk Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi
Syarat-Syarat Guna Mendapatkan Gelar Sarjana S1
dalam Pendidikan Biologi

Oleh :

**ANGGUN SETIOWATI
NPM : 1811060132**

Program Studi : Pendidikan Biologi

**Pembimbing I : Marlina Kamelia, M.Sc
Pembimbing II : Aulia Ulmillah, M.Sc**



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG
1443 H/2022 M**

ABSTRAK

Larutan *eco-enzyme* pada umumnya dimanfaatkan dalam pembuatan desinfektan, pembersih lantai, pupuk cair, pengawet dan lainnya. Pada penelitian ini *eco-enzyme* digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan fermentasi biogas dengan penambahan feses sapi sebagai starter tambahan dalam fermentasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kandungan metana (CH_4), pH, dan tekanan pada fermentasi *eco-enzyme* dengan penambahan starter feses sapi.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental serta teknik pengambilan data observasi langsung dan teknik analisis data menggunakan analisis statistik deskripsi. Penelitian ini terdapat tiga parameter uji yaitu uji metana (CH_4), pH, dan tekanan dengan menggunakan lima perlakuan yaitu perlakuan dengan bahan isian yang berbeda yaitu P1 (3000 ml *eco-enzyme* + 750 g molase + 600 g starter feses sapi), P2 (3000 ml *eco-enzyme* + 750 g molase + 800 g starter feses sapi), P3 (3000 ml *eco-enzyme* + 750 g molase + 1000 g starter feses sapi), P4 (1000 ml *eco-enzyme* + 750 g molase + 1000 g starter feses sapi), dan P5 (1500 ml air + 1500 g starter feses sapi). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan lima perlakuan tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil tertinggi dari setiap parameter ditunjukkan pada perlakuan P5. Perlakuan P5 menghasilkan gas metana (CH_4) tertinggi yaitu dengan besar konsentrasi 2,889 %. Tingkat keasaman pH yang optimal dihasilkan pada perlakuan P5 yakni pada hari ke-0 pengambilan sampel 6,3 dan pada hari ke-37 sebesar 6,1. Nilai tekanan volume tertinggi dihasilkan pada perlakuan P5 yaitu sebesar 70 ml.

Kata Kunci : *Eco-Enzyme*, Metana (CH_4), pH, Tekanan

ABSTRACT

Eco-enzyme solutions are generally used in the manufacture of disinfectants, floor cleaners, liquid fertilizers, preservatives and others. In this study *eco-enzyme* was used as the main ingredient in the manufacture of biogas fermentation with the addition of cow feces as an additional starter in the fermentation. The aim of the study was to determine the methane content (CH₄), pH, and pressure on *eco-enzyme* fermentation with the addition of cow feces starter.

This research is a quantitative research with the type of experimental research as well as direct observation data collection techniques and data analysis techniques using descriptive statistical analysis. In this study, there were three test parameters, namely methane (CH₄), pH, and pressure tests using five treatments, namely P1 (3000 ml *eco-enzyme* + 750 g molasses + 600 g cow feces starter), P2 (3000 ml *eco-enzyme* + 750 g molasses + 800 g cow dung starter), P3 (3000 ml *eco-enzyme* + 750 g molasses + 1000 g cow dung starter), P4 (1000 ml *eco-enzyme* + 750 g molasses + 1000 g cow feces starter), and P5 (1500 ml of water + 1500 g of cow feces starter). Based on the research that has been done using the five treatments, it can be concluded that the highest results for each parameter are shown in the P5 treatment. The P5 treatment produced the highest methane (CH₄) gas with a concentration of 2.889%. The optimal pH acidity level was produced in the P5 treatment, which was 6,3 on the 0th day and 6,1 on the 37th day incubation. The highest volume pressure was produced in the P5 treatment, which was 70 ml.

Keywords : *Eco-Enzyme*, Methane (CH₄), pH, Pressure

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anggun Setiowati
NPM : 1811060132
Jurusan/Prodi : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi ini berjudul “Analisis Kandungan Metana (CH₄), pH, Dan Tekanan Pada Biogas Hasil Fermentasi Eco-Enzyme Dengan Penambahan Starter Feses Sapi” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 31 Januari 2023

Penulis



Anggun Setiowati
NPM. 1811060132

MOTTO

“Sampah bagimu adalah rezeki bagi orang lain, tidak berguna bagimu
bisa jadi amat berguna untuk yang lain”

-Anonim-



PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur yang mendalam atas kehadiran Allah SWT. dengan terselesaikannya skripsi ini penulis persembahkan sepenuhnya kepada keluarga terkhusus dua orang hebat dalam hidup penulis, bapak Ridwan dan ibu Dahlia. Keduanyalah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga penulis bisa sampai pada tahap dimana skripsi ini selesai. Kepada kakak tercinta Yusuf Bachtiar yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan adikku tersayang Miftahul Azka yang ceria yang selalu memberikan semangat. Terimakasih atas segala pengorbanan, nasehat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku.



RIWAYAT HIDUP



Anggun Setiowati, lahir pada tanggal 29 September 2000 di Desa Cahaya Negeri, Kecamatan Ngambur, Kabupaten Pesisir Barat. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dan menempuh pendidikan pertamanya di SDN 1 Sumber Agung pada tahun (2006-2012), dilanjutkan pendidikan menengah di SMPN 1 Ngambur (2012-2015), kemudian melanjutkan pendidikan di MAN 1 Pesisir Barat (2015-2018) dengan mengambil jurusan IPA. Selama masa pendidikan sekolah dasar sampai menengah atas penulis juga mengikuti beberapa kegiatan intra/ekstra sekolah seperti, OSIS, Pramuka, Paskibraka, PMR, Rohis, Olahraga dan lainnya. Selain itu, penulis juga pernah menjadi pasukan pengibar bendera pusaka tingkat kabupaten dan mengikuti Raimuna cabang serta Raimuna daerah ke V Lampung.

Pada tahun 2018 penulis melanjutkan pendidikan ke perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung dan masuk pada jurusan Pendidikan Biologi di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Pada tahun 2021 penulis mengikuti kuliah kerja nyata (KKN) di desa Muara Tembulih, kecamatan Ngambur, kabupaten Pesisir Barat dan dilanjutkan mengikuti praktik pengalaman lapangan (PPL) di SMPN 17 Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Alhamdulillahirabbil Alamin, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. berkat rahmat dan ridhonya sehingga penulis dapat dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Kandungan Metana (CH₄), pH, dan Tekanan Pada Fermentasi Eco-Enzyme Dengan Penambahan Starter Feses Sapi”. Skripsi ini merupakan tugas akhir untuk memenuhi syarat guna mencapai gelar strata 1 pendidikan. Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini penulis masih jauh dari kesempurnaan sehingga dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Bapak Eko Kuswanto, M.Si selaku ketua Program Studi Pendidikan Biologi
3. Ibu Marlina Kamelia, M.Sc selaku pembimbing I, dan ibu Aulia Ulmilah, M.Sc selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan telah ikhlas membimbing serta memberi arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Suci Wulan Pawhesti, S.Si, M.Si yang telah meluangkan waktu ikut membimbing dan memberi arahan selama penulis melakukan penelitian hingga selesai.
5. Kasubag dan staf Tata Usaha Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah memberikan pelayanan teknis maupun non teknis sehingga dapat memudahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu dan bapak dosen Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan pembelajaran yang sangat bermanfaat bagi penulis selama penulis menempuh pendidikan.

7. Staf Laboratorium Limbah Pertanian UNILA, khususnya bapak Joko Sugiyono, A.Md yang telah membantu penulis dalam penelitian ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik
8. Ibunda dan ayahanda tercinta merupakan dua orang yang selalu memberikan dukungan, semangat dan nasehat serta doa disetiap langkahku, sehingga penulis dapat mencapai di titik penyusunan skripsi hingga terselesaikannya skripsi ini yang sangat baik
9. Kakak dan adik tersayang serta kerabat terdekat penulis yang selalu memberikan semangat serta dukungan yang tiada henti hingga penulis menyelesaikan tugas akhir dengan baik
10. Rekan-rekan seperjuangan kelas B angkatan 2018, terkhusus sahabat nyambat Pramesti Rahmadila, Nabila Meilia Putri, Lathifatul Azizah, dan Desti Rohayani yang udah jadi temen keluh kesah, seneng, sedih bareng selama di dunia perkuliahan dan yang selalu memberikan dukungan hingga masa skripsian ini berakhir
11. Semua pihak yang telah mendukung dan berkontribusi dalam penelitian penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini sehingga penulis dapat menyelesaikan tugasnya dengan baik

Penulis menyadari atas segala kekurangan yang ada dalam penulisan ataupun penyusunannya. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun dalam perbaikan penulisan ini. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Bandar lampung, 31 Agustus 2022

Anggun Setiowati
1811060132



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
LEMBAR PENGESAHAN	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAN	viii
RIWAYAT HIDUP	ix
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul	1
B. Latar Belakang Masalah	3
C. Identifikasi Masalah	9
D. Batasan Masalah	9
E. Rumusan Masalah	9
F. Tujuan Penelitian	9
G. Manfaat Penelitian	10
H. Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan	10
I. Sistematika Penulisan	11

BAB II LANDASAN TEORI dan PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Sejarah dan Pengertian <i>Eco-Enzyme</i>	13
B. Manfaat Pembuatan <i>Eco-Enzyme</i>	14
C. Kelebihan dan Kekurangan <i>Eco-Enzyme</i>	15
D. Biogas	16
E. Manfaat Biogas	19
F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas	20
G. Metana (CH ₄)	24

H. Starter Feses Sapi	25
I. Bahan-Bahan Dalam Pembuatan <i>Eco-enzyme</i>	27
J. Pengajuan Hipotesis	29

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	30
B. Pendekatan dan Jenis Penelitian	30
C. Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data ...	31
D. Definisi Operasional Variabel	34
E. Rancangan Penelitian	34
F. Prosedur Penelitian	36
G. Instrumen Penelitian	39
H. Teknik Analisis Data	44

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	46
B. Pembahasan Hasil Penelitian	49

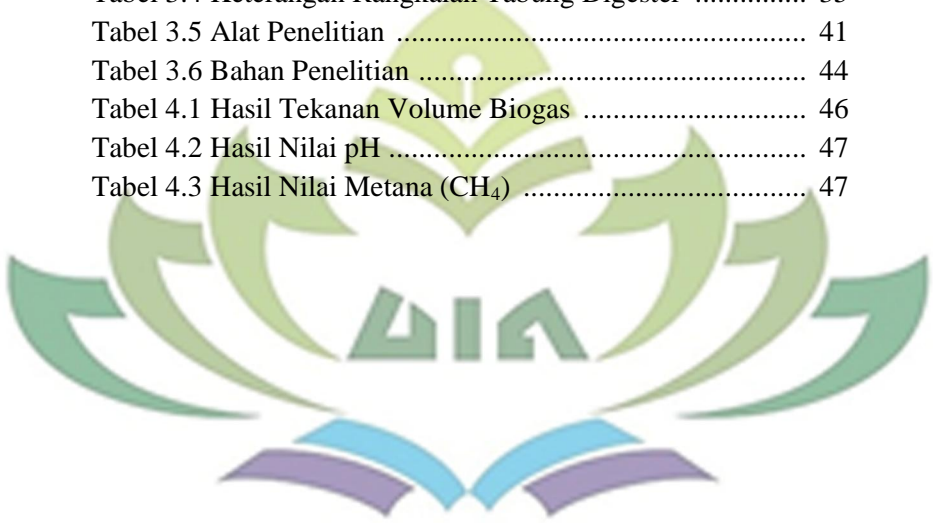
BAB V PENUTUP

A. Simpulan	55
B. Rekomendasi	55

DAFTAR RUJUKAN LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Biogas	17
Tabel 2.2 Kandungan Gas Dalam Feses Sapi	26
Tabel 2.3 Komposisi Kotoran Sapi	26
Tabel 2.4 Bahan Pembuatan <i>Eco-Enzyme</i>	27
Tabel 3.1 Rancangan Hasil Metana	32
Tabel 3.2 Rancangan Hasil Tekanan Volume Biogas	33
Tabel 3.3 Rancangan Hasil Pengukuran pH	33
Tabel 3.4 Keterangan Rangkaian Tabung Digester	35
Tabel 3.5 Alat Penelitian	41
Tabel 3.6 Bahan Penelitian	44
Tabel 4.1 Hasil Tekanan Volume Biogas	46
Tabel 4.2 Hasil Nilai pH	47
Tabel 4.3 Hasil Nilai Metana (CH ₄)	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Rangkaian Tabung Digester	35
Gambar 4.1 Grafik hasil analisis perlakuan P1	48
Gambar 4.2 Grafik hasil analisis perlakuan P2	48
Gambar 4.3 Grafik hasil analisis perlakuan P3	49
Gambar 4.4 Grafik hasil analisis perlakuan P4	49
Gambar 4.5 Grafik hasil analisis perlakuan P5	49



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Penelitian Kandungan Metana (CH ₄), pH, dan Tekanan	65
Lampiran 2. Surat Penelitian di Laboratorium Limbah Pertanian UNILA	68
Lampiran 3. Surat Penelitian di Laboratorium Terpadu UIN Raden Intan Lampung	69
Lampiran 4. Dokumentasi Bahan	70
Lampiran 5. Dokumentasi Alat	70
Lampiran 6. Pengujian Tekanan Volume	72
Lampiran 7. Pengujian Tingkat Keasaman Ph	73
Lampiran 8. Langkah kerja	75



BAB I

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Sebagai langkah awal untuk memahami judul pada skripsi ini, dan untuk menghindari kesalahpahaman pembaca, maka penulis perlu untuk menjelaskan beberapa kata yang menjadi judul skripsi ini. Adapun judul skripsi yang dimaksud adalah **Analisis Kandungan Metana (CH₄), pH, dan Tekanan Pada Biogas Hasil Fermentasi Eco-Enzyme dengan Penambahan Starter Feses Sapi**. Adapun uraian pengertian dari beberapa istilah yang terdapat pada judul skripsi tersebut, sebagai berikut:

1. Analisis

Analisis merupakan penelaahan, penguraian data, atau pemecahan masalah yang dimulai dengan dugaan hingga menghasilkan kesimpulan.¹

2. Metana (CH₄)

Metana adalah gas yang dihasilkan oleh pembusukan limbah organik.² Gas metana (CH₄) merupakan komponen utama biogas.³

¹ sugiyoni and yeyen Maryani, *Kamus Bahasa Indonesia, Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, vol. 1 (jakarta: pusat bahasa, 2008), <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.

² Ratih Andhika A.R, Yulia Lanti R.D, and & rabang Setyono, “Pengaruh Paparan Gas Metana (CH₄), Karbon Dioksida (CO₂) DAN Hidrogen Terhadap Gangguan Pernapasan Pemulung Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Klotok Kota Kediri,” *Jurnal Ekosains* 7, no. 2 (2015): 105–16.

³ Hasto Soebagia, Didik Notosudjono, and & Kiki Baehaki, “Analisis Peningkatan Gas Metana (Ch 4) Pada Digester Portable Dengan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Biogas Berbasis Internet of Things (IoT),” *Jurnal Teknik* 22, no. 1 (2021): 19–26.

3. pH

PH adalah derajat keasaman suatu larutan, pH merupakan komponen utama yang sangat mempengaruhi proses fermentasi dan produksi biogas pada tahap hidrolisis.⁴

4. Biogas

Biogas adalah sumber energi terbarukan yang penting dan dapat dijadikan sebagai energi alternatif pengganti energi yang berasal dari fosil seperti minyak bumi dan gas alam. Biogas merupakan hasil dari pemecahan bahan limbah organik yang melibatkan aktivitas bakteri anaerob dalam kondisi anaerobik dalam suatu digester.⁵

5. Fermentasi

Fermentasi dalam bahasa Latin berdasarkan ilmu kimia yaitu terbentuk gas-gas dari suatu cairan kimia yang penggantiannya berbeda dengan air mendidih.⁶

6. Eco-enzyme

Eco-enzyme merupakan larutan organik yang dihasilkan dengan fermentasi sederhana dari limbah sayuran segar, limbah buah dengan penambahan gula merah dan air dengan menggunakan mikroorganisme selektif seperti bakteri.⁷

⁴ Emilia Tresna Anugrah, Nurhasanah, and Mega Nuranisa, "Pengaruh PH Dalam Produksi Biogas Dari Limbah Kecambah Kacang Hijau," *Prisma Fisika* 5, no. 2 (2017): 72–76.

⁵ Faiz Akbar Prihutama et al., "Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Yogyakarta," 2017, 87–95.

⁶ Panji Nugroho, *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*, ed. Ari (Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2020).

⁷ Rima Gusriana Harahap et al., "Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme Sebagai Alternatif Desinfektan Alami Di Masa Pandemi Covid-19 Bagi Warga Km . 15 Kelurahan Karang Joang" 5, no. 1 (2021): 67–73.

7. Starter Feses Sapi

Starter adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologi yang siap diinokulasi dengan biakan murni.⁸ Feses sapi merupakan limbah hasil pencernaan sapi dengan tekstur yang padat.⁹

Berdasarkan pemaparan diatas maka yang dimaksud dengan **“Analisis Kandungan Metana (CH₄), pH, dan Tekanan Pada Biogas Hasil Fermentasi Eco-Enzyme dengan Penambahan Starter Feses Sapi”** yaitu penelaahan atau penguraian data mengenai kandungan metana (CH₄), pH, dan tekanan pada biogas yang dihasilkan pada fermentasi *eco-enzym* dengan penambahan feses sapi sebagai populasi mikroba yang siap diinokulasi.

B. Latar belakang

Sampah adalah barang yang dianggap sudah tidak terpakai dan dibuang oleh pemilik/pemakainya, akan tetapi dalam kondisi dan pengolahan tertentu sampah dapat didaur ulang dan digunakan kembali. Sampah organik menjadi salah satu contoh sampah organik yang memiliki banyak manfaat salah satunya adalah sebagai penyubur tanah dan pupuk organik.¹⁰

Di Indonesia volume sampah yang harus dikelola diperkirakan mencapai 64 juta ton setiap tahun. Bahkan di tahun 2020 dalam skala nasional dihasilkan 67,8 juta ton jumlah timbulan sampah, ditambah lagi berdasarkan laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK),

⁸ Retni.S.Budiarti, “Pengaruh Konsentrasi Starter *Acetobacter Xylinum* Terhadap Ketebalan Dan Rendemen Selulosa Nata de Soya,” *Universitas Jambi* 1, no. 1 (2008): 19–24.

⁹ Rosiana Indrawati, “Penurunan BOD Pada Biogas Kotoran Sapi Campuran Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan Variasi Kecepatan,” *Jurnal Teknologi Technoscientia* 10, no. 2 (2018): 127–34.

¹⁰ Budy Wiryono, Muliatiningsih Muliatiningsih, And Earlyna Sinthia Dewi, “Pengelolaan Sampah Organik Di Lingkungan Bebidas,” *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat (Jadm)* 1, No. 1 (April 19, 2020): 15–21.

terdapat 60% sampah organik yang mendominasi dari timbulan sampah di Indonesia.¹¹

Pengelolaan sampah yang berpotensi mencemari lingkungan dan menurunkan kualitas hidup masyarakat. Salah satu konsekuensi jangka panjang yang tidak kalah penting dari sistem di TPA ini adalah pembentukan emisi gas metan yang tidak terkontrol dari tumpukan sampah yang terurai secara aerob dan anaerob, membentuk gas rumah kaca dan berkontribusi terhadap pemanasan global bisa menjadi 21 kali lebih besar dari pada gas karbondioksida.¹²

Sampah menjadi salah satu masalah pokok bagi kota-kota besar di berbagai dunia, tidak terkecuali di Indonesia. Beberapa kota besar di Indonesia yang sedang berjuang mengatasi permasalahan sampah saat ini diantaranya Jakarta, Bandung, Lampung, dan Surabaya dan sekitarnya 80% dari jumlah total sampah yang dihasilkan umumnya adalah sampah organik, yang hanya dilihat sebagai sisa dan tidak memiliki nilai ekonomi.¹³

Kota Bandar Lampung menjadi kota salah satu kota dengan masalah sampahnya. Bandar Lampung yang dikategorikan sebagai kota yang sedang berkembang menghasilkan sampah dengan karakteristik yang bervariasi. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan jumlah sampah di kota Bandar Lampung.¹⁴

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Bakung merupakan tempat pemrosesan akhir sampah utama yang disediakan bagi penduduk kota Bandar Lampung. Kota Bandar Lampung

¹¹ Temmy Wikaningrum and Mia El Dabo, "Eco-Enzyme Sebagai Rekayasa Teknologi Berkelanjutan Dalam Pengolahan Air Limbah," *Jurnal Lemlit Trisakti* 7, no. 1 (2022): 53–64.

¹² Dieter Deublein, and Angelika Steinhauser, *Biogas From Waste and Renewable Resources*, 2nd ed. (Jerman: Wiley-VHC, 2008).

¹³ Arik Agustina And Komang Trisna Pratiwi, "Pengolahan Limbah Akomodasi Menjadi Eco Enzyme Pada Pelaku Wisata Di Desa Sidemen Bali" 1, No. 2 (2021): 460–67.

¹⁴ Naila Aulia Rahmah, Novita Sari, and Dania Hellin Amrina, "Kajian Dampak Sampah Rumah Tangga Terhadap Lingkungan Dan Perekonomian Bagi Masyarakat Kecamatan Sukarame Kota Bandar Lampung Berdasarkan Perspektif Islam," *Holistic Journal of Management Research* 6, no. 2 (2021): 42–59.

mempunyai jumlah penduduk sekitar 1.068.982 penduduk, dengan kapasitas TPA sampah Bakung mencapai angka 800 Ton per hari dengan luas lahan sekitar 14.1 hektar.¹⁵ Pengelolaan sampah di TPA Bakung yang belum optimal sehingga dapat menyebabkan masalah pencemaran air, tanah, dan udara. Penyebab terjadinya pencemaran air dari kegiatan pengelolaan sampah di TPA salah satunya air lindi.¹⁶

Sampah organik tidak hanya menjadi masalah di kota-kota besar tetapi menjadi masalah juga pada setiap lingkup masyarakat, sampah organik banyak dihasilkan pada lingkungan masyarakat khususnya pada skala rumah tangga dan industri rumahan yang menggunakan bahan baku organik dan sampah organik ini tidak dimanfaatkan dengan baik sehingga mengakibatkan dampak buruk bagi lingkungan tersebut. Sebagaimana Allah SWT berfirman dalam kitab suci Al-Qur'an surat Al-baqarah ayat 11-12 :

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ ۝ ١١

Artinya: “Apabila dikatakan kepada mereka, “Janganlah berbuat kerusakan di bumi,” mereka menjawab, “Sesungguhnya kami hanyalah orang-orang yang melakukan perbaikan.” Di antara bentuk kerusakan di atas bumi adalah kekufuran, kemaksiatan, menyebarkan rahasia orang mukmin, dan memberikan loyalitas kepada orang kafir. Melanggar nilai-nilai yang ditetapkan agama akan mengakibatkan alam ini rusak, bahkan hancur”. (QS. Al-baqarah: 11)

أَلَا إِنَّهُمْ هُمُ الْمُفْسِدُونَ وَلَكِنْ لَا يَشْعُرُونَ ۝ ١٢

¹⁵ Badan Statistik Bandar Lampung, *Statistik Indonesia Tahun 2020* (Bandar Lampung: Badan Pusat Statistik, 2020).

¹⁶ Merza Rahmawati, Fitrialia Elyza, and Natalina, “Penggunaan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) (Mart) Solms) Dan Bioball Dalam Perbaikan Kualitas Limbah Cair TPA Sampah Bakung Teluk Betung Barat Bandar Lampung,” *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains* 2, no. 2 (2018): 57–61.

Artinya: “Ingatlah, sesungguhnya merekalah yang berbuat kerusakan, tetapi mereka tidak menyadari”. (QS. Al-baqarah: 12)

Berdasarkan ayat diatas, dan apabila dikatakan dan dinasehatkan kepada mereka, “Janganlah berbuat kerusakan di bumi,” dengan melanggar nilai-nilai yang ditetapkan agama, menghalangi orang dari jalan Allah, menyebar fitnah, dan memicu konflik, mereka justru mengklaim bahwa diri mereka bersih dari perusakan dan tidak bermaksud melakukan kerusakan. Mereka menjawab, “Sesungguhnya kami justru orang-orang yang melakukan perbaikan.” Itu semua akibat rasa bangga diri mereka yang berlebihan. Begitulah perilaku setiap perusak yang tertipu oleh dirinya: selalu merasa kerusakan yang dilakukannya sebagai kebaikan.¹⁷

Dikarenakan kelakuan mereka yang selalu menampakkan keimanan dan menyembunyikan kekufuran serta menganggap kerusakan mereka sebagai kebaikan, Allah mengingatkan orang-orang mukmin agar tidak tertipu dengan itu semua. Ingatlah, sesungguhnya merekalah yang berbuat kerusakan. Diri mereka telah rusak karena keyakinan yang batil dan perbuatan yang jahat. Mereka pun telah merusak orang lain dengan menyebar fitnah dan memicu konflik di tengah masyarakat. Tetapi, karena hati yang telah tertutup dan rasa bangga diri yang berlebihan, mereka tidak menyadari kerusakan tersebut dan akibat buruk yang akan menimpa mereka oleh sebab kemunafikan.¹⁸

Sampah rumah tangga adalah jenis sampah yang turut menyumbang pencemaran lingkungan. Sampah dapat mengakibatkan gangguan jika tidak diatasi dengan serius. Sampah rumah tangga sebesar 68% terdiri dari sampah organik.¹⁹ Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun

¹⁷ Muhammad Taufiq, “Qur’an Kemenag in Microsoft Word,” *Tafsir Al-Qur’an Surat Al-Baqarah Ayat 11-12*, 2019, 1–23.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Lilik Pranata Et Al., “Pelatihan Pengolahan Sampah Organik” 1, No. 1 (2021): 171–79.

2008 tentang pengelolaan sampah pasal 1, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.²⁰

Salah satu cara menangani dan mengurangi jumlah sampah organik limbah rumah tangga yang terbuang yakni dengan cara pembuatan *eco-enzyme*. *Eco-enzyme* memanfaatkan bahan-bahan organik limbah rumah tangga terbuang seperti kulit buah dan sayuran-sayuran yang sudah terbuang tidak digunakan lagi.²¹

Eco-enzyme merupakan cairan hasil fermentasi residu rumah tangga berbahan alami yang berwarna coklat gelap dengan aroma buah yang menyengat. *Eco-enzyme* dapat dimanfaatkan sebagai pengawet makanan karena kandungan asam propionat nya yang baik dalam mencegah pertumbuhan mikroba.²²

Selama proses pembuatan larutan *eco-enzyme* pada minggu pertama sampai beberapa minggu berikutnya larutan *eco-enzyme* akan mengeluarkan gas metana (CH₄) dan karbondioksida (CO₂) yang didapat dari degradasi sampah organik yang menjadi bahan dasar pembuatan *eco-enzyme*, gas yang dikeluarkan dari limbah organik disebut juga dengan biogas.

Biogas adalah gas hasil akhir dari degradasi dan fermentasi pada kondisi lingkungan anaerob dengan bantuan bakteri *Methanobacterium*. Biogas dapat diperoleh dari berbagai macam bahan organik seperti feses manusia, feses hewan, limbah sayuran atau buah dan lain sebagainya.²³

²⁰ Titin Rahmayanti Rambe, "Sosialisasi Dan Aktualisasi Eco-Enzyme Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah ORGANIK Berbasis Masyarakat Di Lingkungan Perumahan Cluster Pondok II," *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2, no. 1 (April 30, 2021): 36–40, <http://jurnal.stkipalmaksum.ac.id/index.php/jpkm/article/view/147>.

²¹ Rista Ni et al., "Analisis Efektifitas Penggunaan Eco-Enzyme Pada Pengawetan Buah Stroberi Dan Tomat Dengan Perbandingan Konsentrasi," *Jurnal Proseiding Seminar Edusaintech*, 2020, 434–42.

²² Rizki Permata Sari et al., "Pengaruh Ecoenzym Terhadap Tingkat Keawetan Buah Anggur Merah Dan Anggur Hitam" 6, no. 2009 (2020).

²³ Faiz Akbar Prihutama et al., "Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Yogyakarta," 2017, 87–95.

Pembuatan *eco-enzyme* dapat menjadi alternatif bagi masyarakat untuk memanfaatkan limbah organik rumah tangga, selain larutan *eco-enzyme* yang memiliki keberagaman kegunaan, biogas yang dihasilkan dalam proses pembuatan *eco-enzyme* dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar berbentuk gas, tenaga listrik dan lain sebagainya.

Penelitian mengenai produk *eco-enzyme* sebelumnya sudah cukup banyak seperti pemanfaatan larutan *eco-enzyme* sebagai pengawet buah, disinfektan, pembersih lantai dan lainnya.²⁴ Selain itu juga hasil dari larutan *eco-enzyme* ini kerap dijadikan pupuk organik baik cair maupun padat, seperti pada penelitian Budy Wiryono yang melakukan penelitian mengenai *eco-enzyme* yang dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan pada tanaman sawi.²⁵

Pada penelitian kali ini penulis tidak akan melakukan penelitian mengenai produk *eco-enzyme* seperti pernyataan diatas, melainkan pada penelitian kali ini larutan *eco-enzyme* akan menjadi bahan utama dengan penambahan starter feses sapi. Starter feses sapi akan membantu larutan *eco-enzyme* untuk menghasilkan gas metana selama proses fermentasi.

Pada penelitian terdahulu untuk melihat kandungan biogas dari bahan organik biasanya bahan dasar yang digunakan berupa kotoran hewan seperti kotoran sapi, kotoran ayam, kotoran kambing dan lainnya.²⁶ Namun, pada penelitian ini feses sapi dipilih untuk menjadi starter tambahan dalam pembuatan larutan fermentasi *eco-enzyme*.

Penelitian ini untuk mengetahui kandungan metana (CH₄), pH, dan tekanan pada fermentasi larutan *eco-enzyme* dengan

²⁴ Ni et al., “Analisis Efektifitas Penggunaan Eco-Enzyme Pada Pengawetan Buah Stroberi Dan Tomat Dengan Perbandingan Konsentrasi.”

²⁵ Budy Wiryono et al., “Efektivitas Pemanfaatan Eco Enzyme Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sawi Dengan Sistem Hidroponik DFT,” *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, 2021, 63–68.

²⁶ Yasin Yhya, Tamrin, and Sugeng Triyono, “Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, Dan Rumpun Gajah Mini (*Pennisetum Purpureum* Cv. Mott) Dengan Sistem Batch,” *Jurnal Pertanian Lampung* 6, no. 3 (2017): 151–60.

ditambahkannya starter feses sapi yang divariasikan jumlahnya. Variasi starter feses sapi ini nanti untuk melihat jumlah gas metana yang dihasilkan pada fermentasi larutan *eco-enzyme*. Sehingga penelitian berjudul “Analisis Kandungan Metana (CH₄), pH, dan Tekanan Pada Biogas Hasil Fermentasi Eco-Enzyme dengan Penambahan Starter Feses Sapi”.

C. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan dalam latar belakang masalah di atas, maka diperoleh masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Meningkatnya jumlah sampah bahan organik
2. Tingkat penumpukan sampah yang cukup tinggi di daerah Bandar Lampung
3. Pengelolaan sampah yang belum memadai dapat mengakibatkan penurunan kualitas hidup masyarakat dan pencemaran lingkungan sekitar penampungan sampah

D. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka pada penelitian ini dapat ditentukan batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Subjek penelitian adalah penambahan starter feses sapi pada fermentasi larutan *eco-enzyme*
2. Objek penelitian adalah fermentasi larutan *eco-enzyme*
3. Fokus penelitian adalah kandungan metana (CH₄), pH, dan tekanan pada biogas hasil fermentasi *eco-enzyme* dengan penambahan starter feses sapi

E. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah, maka dalam penelitian ini dapat ditentukan rumusan masalah adalah :
Bagaimanakah kandungan metana (CH₄), pH, dan tekanan pada biogas hasil fermentasi *eco-enzyme* dengan penambahan starter feses sapi ?

F. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah : untuk mengetahui kandungan metana (CH_4), pH, dan tekanan pada biogas hasil fermentasi *eco-enzyme* dengan penambahan starter feses sapi

G. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian diatas adapun manfaat penelitian dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Sebagai sumber informasi tentang kandungan metana (CH_4), pH, dan tekanan pada biogas hasil fermentasi *eco-enzyme* dengan penambahan starter feses sapi
2. Dapat mengetahui pengaruh penambahan starter feses sapi terhadap kandungan metana (CH_4), pH, dan tekanan pada biogas hasil fermentasi *eco-enzyme*
3. Dapat dijadikan bahan ajar dalam pembuatan fermentasi *eco-enzyme* sederhana pada pembelajaran biologi
4. Menambah wawasan ilmu pengetahuan biologi dan sebagai sumber data dalam penyusunan tugas akhir yang merupakan salah satu syarat kelulusan Sarjana Strata 1 (S1)

H. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Penelitian mengenai biogas sudah banyak dikerjakan oleh beberapa peneliti terdahulu, diantaranya efektivitas pemanfaatan biogas serbuk gergaji dan limbah ternak sebagai sumber energi alternatif dengan hasil penelitiannya memperlihatkan komposisi paling baik berdasarkan volume dan persentase kadar metan yang didapat yaitu pada digester 5 dengan komposisi 4 kg kotoran sapi dan 2 kg serbuk gergaji yang menghasilkan jumlah volume biogas sebesar $0,6014 \text{ m}^3$ dengan kadar metan 84,44%.²⁷

Biogas yang dimanfaatkan sebagai energi alternatif ramah lingkungan di desa Monggol, Kabupaten Gunung Kidul,

²⁷ Irwan Ridwan Rahim, Tri Harianto, and Khaira Sukian Jufri, "Efektivitas Pemanfaatan Biogas Serbuk Gergaji Dan Limbah Ternak Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Jurnal Universitas Hasanuddin* 1 (2017): 1-9.

Yogyakarta, memperoleh hasil dengan melakukan rekayasa limbah ternak sapi yang diolah menjadi biogas, hasilnya dapat dimanfaatkan untuk dijadikan bahan bakar kompor gas dan sebagai pupuk organik cair yang bebas amoniak dan kaya kandungan unsur hara²⁸

Studi evaluasi pemanfaatan sampah menjadi biogas untuk menghasilkan energi listrik, berdasarkan penelitiannya memperoleh hasil volume gas dan energi listrik yang dapat dibangkitkan dari jumlah sampah organik dan kapasitas digester yang sama, di TPS 3R Cermai kelurahan adalah 8,7975 m³ dan 53,66475 kWh lebih besar dibandingkan di TPS 3R Taruna Kompos Kelurahan Mulyaharja yang sebesar 8,5 m³ dan 51,85 kWh.²⁹

Penelitian dengan judul “Analisis Kandungan Metana (CH₄), pH, dan Tekanan Pada Biogas Hasil Fermentasi *Eco-Enzyme* dengan Penambahan Starter Feses Sapi”, jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu penelitian ini belum pernah dilakukan. Pada penelitian terdahulu mengenai biogas pada umumnya menggunakan bahan dasar pembuatan biogas menggunakan bahan organik berupa tongkol jagung, jerami padi, sisa makanan yang dicampurkan dengan kotoran hewan seperti kotoran sapi, kambing, ayam, kerbau dan lainnya. Pada penelitian ini yang menjadi bahan dasar pembuatan biogas yakni larutan *eco-enzyme* dengan penambahan feses sapi yang dijadikan starter tambahan dalam pembuatan biogas.

I. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk mempermudah dalam penyusunan proposal ini, maka perlu ditentukan sistematika penulisan yang baik. Sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

²⁸ Prihutama et al., “Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Yogyakarta.” 1, no.1 (2017)

²⁹ Engkos Kausar, “Studi Evaluasi Pemanfaatan Sampah Menjadi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik (Studi Kasus Di TPS 3R Taruna Kompos Kelurahan Mulyaharja , TPS 3R Ceremai Kelurahan Cipaku Dan TPS 3R Dharmais Kelurahan Kencana Dinas Kebersihan Dan Pertamanan Kota Bogo,” 2018, 1–14.

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan mendeskripsikan mengenai penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi masalah dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

Bab II berisi tentang teori-teori yang digunakan dalam penelitian, perancangan dan pembuatan sistem, serta pengajuan hipotesis.

BAB III DESKRIPSI OBJEK PENELITIAN

Bab III ini berisi bagaimana penulis mengemukakan metode penelitian yang dilakukan dalam perancangan dan implementasi.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab IV ini berisi bagaimana penulis mengemukakan tentang data hasil penelitian dengan pembahasannya

BAB V PENUTUP

Bab V ini berisi tentang simpulan dari isi skripsi dan saran untuk penelitian berikutnya

BAB II

LANDASAN TEORI DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Sejarah dan Perkembangan *Eco-Enzyme*

Eco-enzyme pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong. Gagasan proyek ini bertujuan untuk mengolah enzyme dari sampah organik yang biasanya kita buang kedalam tong sampah atau tempat pembuangan sampah sebagai pengawet buah dan sayuran.³⁰

Bermula dari Dr. Rosukon Poompanvong, seorang peneliti dan pemerhati lingkungan dari Thailand. Inovasi ini memberikan distribusi yang cukup besar bagi lingkungan. Dr. Rosukon juga merupakan pendiri Asosiasi pertanian organik Thailand bahkan Eropa dan berhasil menghasilkan produk pertanian yang bermutu tetapi ramah lingkungan. Dari usaha dan inovasi yang dilakukan ini, ia dianugerahi penghargaan oleh FAO Regional Thailand ada tahun 2003.³¹

Eco-enzyme atau dalam bahasa Indonesia disebut juga dengan eko enzim merupakan larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi sisa organik, gula, dan air. Cairan *eco-enzyme* ini berwarna coklat gelap dan memiliki aroma yang asam atau segar yang kuat.³² *Eco-enzyme* merupakan hasil daur ulang dari bahan atau limbah organik sisa sayuran dan buah-buahan yang tidak terpakai dan masih dalam keadaan segar (tidak busuk).³³ Pada dasarnya, *eco-enzyme* mempercepat reaksi

³⁰ Pranata et al., "Pelatihan Pengolahan Sampah Organik." 1, No.1, 2021.

³¹ Nenry Rochyani, Rih Laksmi Utpalasar, and Inka Dahliana, "Analisis Hasil Konservasi Eco Enzyme Menggunakan Nenas (Ananas Comosus) Dan Pepaya (Carica Papaya L .)" 5, no. 2 (2020): 135–40.

³² Ibid.

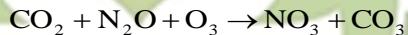
³³ Hertien Koosbandiah Surtikanti et al., "Memasyarakatkan Ekoenzim Berbahan Dasar Limbah Organik Untuk Peningkatan Kesadaran Dalam Menjaga Lingkungan," *Jurnal Abdismas* 3, no. 3 (2021): 110–18.

biokimia di alam untuk menghasilkan enzim yang berguna menggunakan sampah buah atau sayuran.³⁴

Eco-enzyme dapat diaplikasikan di berbagai bidang, fungsinya dibagi menjadi empat kelompok utama yaitu menguraikan, menyusun, mengubah, dan mengkatalisis. Pertama, *garbage enzyme* dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti pembersih lantai karena kondisi asamnya. Selanjutnya, dapat digunakan sebagai pemurnian udara atau menghilangkan bau dan udara beracun terlarut. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa *eco-enzyme* memiliki aktivitas antimikroba, asam-asam organik dan aktivitas enzimatis (protease, amilase, dan lipase).³⁵

B. Manfaat Pembuatan *Eco-Enzyme*

Selama proses fermentasi, berlangsung reaksi :



Setelah proses fermentasi sempurna, barulah *eco-enzyme* (liquid berwarna coklat gelap) terbentuk. Hasil akhir ini juga menghasilkan residu tersuspensi di bagian bawah yang merupakan sisa sayur dan buah. Residu dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Sedangkan likuid *eco-enzyme* itu sendiri, dapat dimanfaatkan sebagai:

1. Pembersih lantai, sangat efektif untuk membersihkan lantai rumah.
2. Desinfektan, dapat digunakan sebagai antibakteri di bak mandi.
3. Insektisida, digunakan untuk membasmi serangga (dengan mencampurkan enzim dengan air dan digunakan dalam bentuk *spray*).

³⁴ Ni et al., "Analisis Efektifitas Penggunaan Eco-Enzyme Pada Pengawetan Buah Stroberi Dan Tomat Dengan Perbandingan Konsentrasi."1, no.1 (2020).

³⁵ Siska Alicia Farma et al., "Pemanfaatan Sisa Buah Dan Sayur Sebagai Produk ECO BY Eco Enzyme Di Kampus Universitas Negeri Padang," *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 21, no. 2 (2021): 81–88.

4. Cairan pembersih di selokan, terutama selokan kecil sebagai saluran pembuangan air kotor.

Pembuatan enzim ini juga memberikan dampak yang luas bagi lingkungan secara global maupun ditinjau dari segi ekonomi. Ditinjau manfaat bagi lingkungan, selama proses fermentasi enzim berlangsung, dihasilkan gas O_3 yang merupakan gas yang dikenal dengan sebutan ozon.³⁶

Sebagaimana diketahui jika satu kandungan dalam *Eco-enzyme* adalah Asam Asetat ($H_3 COOH$), yang dapat membunuh kuman. Sedangkan kandungan Enzim itu sendiri adalah Lipase, Tripsin, Amilase. Selain itu juga dihasilkan NO_3 (Nitrat) dan CO_3 (Karbon trioksida) yang dibutuhkan oleh tanah sebagai nutrient. Dari segi ekonomi, pembuatan enzim dapat mengurangi konsumsi untuk membeli cairan pembersih lantai ataupun pembasmi serangga.³⁷

C. Kelebihan dan Kekurangan *Eco-Enzyme*

Cairan *eco-enzyme* selain memiliki manfaat yang cukup banyak, *eco-enzyme* juga mempunyai kelebihan dan kekurangannya seperti berikut ini :

1. Kelebihan *Eco-Enzyme*³⁸
 - a. *Eco-enzyme* diklaim mampu melepaskan gas ozon (O_3) yang dapat mengurangi karbondioksida (O_2) di atmosfer yang membendung panas di awan. Sehingga, cairan itu akan mengurangi efek rumah kaca dan pemanasan global
 - b. *Eco-enzyme* dapat mengubah amonia menjadi nitrat (NO_3) dan nutrisi untuk tanaman. Selain itu, cairan *eco-enzyme* dapat mengubah CO_2 menjadi karbonat (CO_3).

³⁶ Rochyani, Ut Palasari, and Dahliana, "Analisis Hasil Konservasi Eco Enzyme Menggunakan Nenas (*Ananas comosus*) Dan Pepaya (*Carica papaya* L .)."5, no.2 (2020)

³⁷ Ibid.

³⁸ Saifuddin et al., "Peningkatan Kualitas Utilization of Domestic Waste For Bar Soap and Enzyme Cleaner (Eco Enzyme) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Sabun," *Jurnal Vokasi* 5, no. 1 (2021): 45–56.

- c. *Eco-enzyme* membantu siklus alam seperti memudahkan pertumbuhan tanaman (sebagai fertilizer), mengobati tanah, dan juga membersihkan air yang tercemar
- d. Karena netral dan bebas dari bahan kimia *eco-enzyme* mudah terurai, serta tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan

2. Kekurangan *Eco-Enzyme*

Kadar asam yang tinggi dalam *eco-enzyme* dapat menyebabkan tanaman mudah mati. Sebaiknya tidak menggunakan 100% larutan *eco-enzyme* karena berpotensi membuat asam dan tanaman dapat terbakar.

D. Biogas

Pada umumnya biogas digunakan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang menyumbangkan emisi gas karbon atau emisi gas rumah kaca terbesar di udara, selain itu juga bisa juga dijadikan pupuk organik cair dari hasil proses penguraian anaerob sisaan dari produk yang tidak terurai menjadi gas.³⁹

Biogas adalah gas yang mudah terbakar (*flammable*) yang dihasilkan dari proses penguraian bahan organik oleh bakteri yang hidup dalam kondisi kedap udara (bakteri anaerob) terhadap limbah-limbah organik baik di digester (pencerna) anaerob maupun di tempat pembuangan akhir sampah (*sanitary landfill*).⁴⁰

Biogas merupakan gas hasil akhir dari degradasi dan fermentasi pada kondisi lingkungan anaerob dengan bantuan bakteri *Methanobacterium*. Bahan dalam pembuatan biogas merupakan bahan organik dan biasanya adalah hasil dari kotoran

³⁹ Nourish Chirstine Griapon, "Analisis Kegagalan Pembentukan Gas Pada Produksi Biogas Dengan Penambahan Zat Aditif Dalam Proses Pembentukan Biogas Menggunakan Metode Fault ...," *Jurnal Analisis Keandalan Dan Resiko*, 2022.

⁴⁰ Kausar, "Studi Evaluasi Pemanfaatan Sampah Menjadi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik (Studi Kasus Di TPS 3R Taruna Kompos Kelurahan Mulyaharja , TPS 3R Ceremai Kelurahan Cipaku Dan TPS 3R Dharmais Kelurahan Kencana Dinas Kebersihan Dan Pertamanan Kota Bogor." (2018)

ternak sapi, kerbau, kambing, kuda.⁴¹ Selain itu juga biogas dapat berasal dari pemanfaatan dari sampah buah, sampah organik, limbah tahu,⁴² sisa makanan, sayuran, buah-buahan, dedaunan semua bahan organik yang dapat didegradasi.⁴³

Komposisi utama biogas adalah metana, karbondioksida, nitrogen, hidrogen, dan hidrogen sulfida dengan konsentrasi gas metana adalah komposisi utama yang paling penting pada biogas karena memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, tidak memiliki bau serta warna.⁴⁴

Tabel 2.1 komponen biogas⁴⁵

No	Nama Gas	%
1	Metana (CH ₄)	55 - 85
2	Karbon dioksida (CO ₂)	10 – 45
3	Nitrogen (N ₂)	0 – 0,3
4	Hidrogen (H ₂)	1 – 2
5	Hidrogen sulfida (H ₂ S)	0 – 3
6	Oksigen (O ₂)	0,1 – 0,5

⁴¹ Prihutama et al., “Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Yogyakarta.” 1, no.1 (2017)

⁴² Ramdiana, “Pengaruh Variasi Komposisi Pada Campuran Limbah Cair Aren Dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas,” *Jurnal Eksergi* 14, no. 2 (2017): 12–17.

⁴³ Nourish Chirstine Griapon, “Analisis Kegagalan Pembentukan Gas Pada Produksi Biogas Dengan Penambahan Zat Aditif Dalam Proses Pembentukan Biogas Menggunakan Metode Fault ...,” *Jurnal Analisis Keandalan Dan Resiko*, 2022.

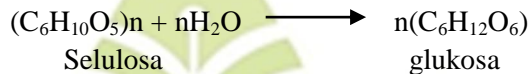
⁴⁴ Prihutama et al., “Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Yogyakarta.” 1, no.1 (2017)

⁴⁵ Rahim, Harianto, and Jufri, “Efektivitas Pemanfaatan Biogas Serbuk Gergaji Dan Limbah Ternak Sebagai Sumber Energi Alternatif.” 1 (2017)

Secara umum proses biologis terbentuknya biogas yakni ada tiga tahapan untuk terbentuknya biogas dari proses fermentasi anaerob :⁴⁶

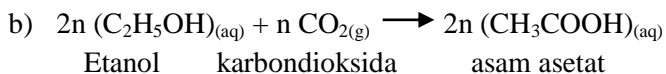
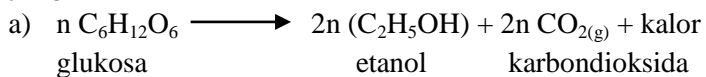
a. Tahapan hidrolisis (tahap pelarutan)

Pada tahap hidrolisis, bahan-bahan organik yang mengandung selulosa, hemiselulosa, diubah menjadi bahan yang larut dalam air seperti glukosa dan bahan ekstraktif seperti protein, karbohidrat dan lipid akan diuraikan dengan senyawa dengan rantai yang lebih pendek. Sebagai contoh, polisakarida diubah menjadi monosakarida. Tahap pelarutan berlangsung pada suhu 25⁰c di digester dengan reaksi :



b. Tahap Asidogenesis (tahap pengasaman)

Pada tahap pengemasan, bakteri akan menghasilkan asam yang berfungsi untuk mengubah senyawa pendek hasil hidrolisis menjadi asam asetat CH₃COOH, H₂, dan CO₂. Bakteri ini merupakan bakteri aerob yang dapat tumbuh dalam keadaan asam, yaitu dengan pH 5,5 sampai 6,5. Bakteri ini bekerja secara optimum pada temperatur sekitar 30°. Untuk menghasilkan asam asetat, bakteri tersebut memerlukan oksigen dan karbon yang diperoleh dari oksigen yang terlarut dalam larutan. Reaksi :

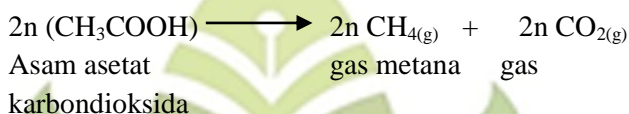


c. Tahap Metanogenesis (tahap pembentukan gas CH₄)

⁴⁶ Kausar, “Studi Evaluasi Pemanfaatan Sampah Menjadi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik (Studi Kasus Di TPS 3R Taruna Kompos Kelurahan Mulyaharja , TPS 3R Ceremai Kelurahan Cipaku Dan TPS 3R Dharmais Kelurahan Kencana Dinas Kebersihan Dan Pertamanan Kota Bogor.” (2018)

Pada tahap pembentukan gas CH₄, bakteri yang berperan adalah bakteri metanogen (bakteri metana). Kelompok bakteri metana yaitu dari jenis *methanobacterium*, *Methanobacillus*, *Methanosarcina* dan *Methanococcus*. Bakteri ini membentuk kondisi digester yang benar-benar kedap udara dan gelap. Temperatur dimana bakteri ini tumbuh secara optimum adalah 35°C dan sangat sensitif terhadap perubahan temperatur sekitar 2-3°C. Kisaran pH adalah 6,5-7,5. Pada akhir metabolisme dihasilkan CH₄ dan CO₂ dari gas H₂, CO₂ dan asam asetat yang dihasilkan pada tahap pengemasan.

Reaksi :



E. Manfaat Biogas

Manfaat biogas terbagi menjadi 2 manfaat yaitu manfaat langsung dan manfaat tidak langsung :⁴⁷

1. Manfaat Langsung

Biogas dapat digunakan sebagai energi alternatif untuk penerangan, memasak, pengganti bahan bakar, dan tenaga penggerak.

2. Manfaat tidak Langsung

a. Mengurangi efek gas rumah kaca

Gas metana termasuk gas rumah kaca seperti gas karbondioksida yang berperan dalam pemanasan global. Jika konsentrasi kedua gas ini dibiarkan tinggi di udara terbuka maka akan menyebabkan peningkatan suhu bumi. Dengan memproduksi biogas yang berbahan baku kotoran ternak maka resiko efek gas rumah kaca dapat dikurangi.

b. Mengurangi populasi bau

⁴⁷ Okky Steviano and Eni Kustanti, *Biogas Untuk Kehidupan*, ed. Yani Trisnawati, Slamet Striswanto, and & Ifan Muttaqien, 1st ed. (Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, 2021).

Kotoran ternak yang diolah dalam lingkungan tertutup dan polusi bau yang dihasilkan oleh kotoran tersebut dapat dikurangi. Hal ini membantu meningkatkan kualitas udara sekitar peternakan.

F. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas

Aktivitas metabolisme dari bakteri hidrolitik dan metanogen dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berikut :

1. Temperatur Substrat

Temperatur sangat berpengaruh terhadap produksi gas. Berdasarkan temperatur operasinya, proses anaerob secara garis besar diklasifikasikan menjadi tiga yaitu *psycrophil*, *mesophil*, dan *thermophil*. Pada umumnya digester anaerob beroperasi pada temperatur mesophilic yaitu 20-30°C. Selain itu, temperatur yang tinggi akan memberikan hasil biogas yang baik.⁴⁸

2. Lama Waktu Fermentasi

Lama waktu fermentasi yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai semua bahan organik selesai terdegradasi. Lama waktu fermentasi tergantung dari temperatur dan jenis substrat yang dipakai serta berkaitan erat dengan proses-proses pembentukan biogas. Proses-proses tersebut berlangsung pada saat fermentasi minggu pertama hingga minggu keempat fermentasi.⁴⁹

Waktu fermentasi yang lebih lama seperti waktu 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu ini memungkinkan bakteri

⁴⁸ Ainin Rosyidah, *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Lama Fermentasi Terhadap Peningkatan Volume Biogas Dan Kadar Gas Metan Dari Limbah Cair Tepung Ikan, Skripsi* (Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2016).

⁴⁹ Dias Rizka Darisa, *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bakteri Hidrolitik Dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Produksi Biogas Substrat Kotoran Sapi, Skripsi* (Surabaya: Universitas Airlangga, 2014).

hidrolitik merombak bahan organik kompleks lebih banyak.⁵⁰ Waktu fermentasi berpengaruh terhadap komposisi biogas, waktu terbentuknya gas metana yaitu pada hari ke-15 dengan besar gas metana 33,92 mg.⁵¹

3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman memiliki efek terhadap aktivitas biologis untuk kelangsungan metabolisme dari mikroba. Kebanyakan dari proses kehidupan bakteri memiliki kisaran pH antara 5-6.⁵²

Terdapat perbedaan yang mencolok antara pH yang diperlukan oleh *acidogenic bacteria* dengan *methanogenic bacteria*. *Acidogenic bacteria* memerlukan pH berkisar 4,5 – 7 dan bekerja secara optimum pada kisaran 6-7. Sementara itu, *methanogenic bacteria* bekerja pada kisaran pH 6,2 - 7,8 dan bekerja optimum pada kisaran sangat sempit yaitu 7 – 7,2.⁵³

Penurunan nilai pH yang terjadi setelah proses asidifikasi dapat menghambat aktivitas bakteri metana. Bila laju pembentukan asam melampaui laju pemecahannya menjadi metana, proses akan menjadi tidak seimbang karena pH akan menurun, maka produksi gas berkurang CO₂ pada gas naik. Dengan demikian, dibutuhkan pengelolaan pH untuk menjamin laju produksi metana.⁵⁴

⁵⁰ Rosyidah, *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Lama Fermentasi Terhadap Peningkatan Volume Biogas Dan Kadar Gas Metan Dari Limbah Cair Tepung Ikan, Skripsi*. (2016)

⁵¹ Febrina Noresta et al., “Pengaruh Komposisi Masukan Dan Waktu Tinggal TERHADAP Produksi Biogas Dari Kotoran Ayam,” *Jurnal Teknik Kimia* 19, no. 1 (January 1, 2013)

⁵² Andianto, *Aliran Slurry Di Dalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu, Skripsi* (Jakarta: Universitas Indonesia, 2011).

⁵³ Alsaedi, *Biogas Handbook* (Denmark : University of Southem Denmark Esbjerg; Niels Bohrs, 2008).

⁵⁴ Rosyidah, *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Lama Fermentasi Terhadap Peningkatan Volume Biogas Dan Kadar Gas Metan Dari Limbah Cair Tepung Ikan, Skripsi*. (2016)

4. Konsentrasi Substrat

Sel mikroorganisme mengandung C, N, P, dan S dengan perbandingan 100 : 10 : 1 : 1. Untuk pertumbuhan mikroorganisme unsur-unsur di atas harus ada pada sumber makanan (substrat), konsentrasi substrat dapat mempengaruhi proses kerja mikroorganisme sebanding dengan konsentrasi substrat.⁵⁵

5. Rasio C/N

Rasio C/N sangat penting dalam pembentukan biogas, karbon digunakan sebagai sumber energi dan nitrogen dibutuhkan mikroorganisme sebagai sumber nutrisi untuk pembentukan sel-sel tubuhnya. Bila sampel terlalu banyak mengandung C, maka N akan habis terlebih dahulu, hal ini akan menyebabkan proses pembentukan biogas berjalan lambat. Tetapi bila N terlalu banyak, maka C akan habis terlebih dahulu dan menyebabkan proses fermentasi terhenti. Namun, nitrogen akan terakumulasi menjadi racun bagi mikroba perombak karena nitrogen akan terakumulasi menjadi amonia.⁵⁶

6. Keberadaan Inhibitor

Terdapat beberapa unsur hara yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba. Unsur hara tersebut antara lain logam berat, antibiotik (basitrasin, flavomycin, lasalocid, monesin, spiramisin), dan ion mineral. Senyawa dan ion tertentu dalam substrat dapat bersifat racun, misalnya senyawa dengan konsentrasi berlebihan ion Na^+ dan $\text{Ca}^+ > 8000 \text{ mg/L}$, $\text{K}^+ > 12000 \text{ mg/L}$, Mg^{2+} dan $\text{NH}^{4+} > 3000 \text{ mg/L}$, sedangkan Cu, Cr, Ni, dan Zn dalam konsentrasi rendah dapat menjadi racun bagi bakteri

⁵⁵ Ibid.

⁵⁶ Rahmayanti Desy, "Fermentasi Anaerob Dari Sampah Pasar Untuk Pembentukan Biogas," *Jurnal Kimia Unand 2* (2013): 36–40.

anaerob.⁵⁷ Senyawa lain yang dibutuhkan mikroba untuk tumbuh yaitu amonia. Namun, jika amonia dalam konsentrasi yang tinggi dapat menghambat proses pembentukan biogas.⁵⁸

7. Pengadukan

Pengadukan bertujuan untuk homogenisasi antara substrat dengan mikroba, jika pengadukan terlalu cepat, maka dapat mengganggu aktivitas mikroba. Namun, untuk substrat yang tidak teraduk dapat menghambat keluarnya biogas karena terbentuknya buih pada reaktor.⁵⁹ Dengan demikian hal ini menunjukkan bahwa pengadukan yang cukup memiliki pengaruh dalam proses anaerobik sehingga dapat menghasilkan biogas yang lebih banyak.

8. Kadar Air

Bakteri sebagai salah satu mikroorganisme yang berperan dalam produksi biogas memiliki faktor-faktor pendukung tertentu untuk bertahan hidup, salah satunya adalah kadar air.⁶⁰

Kadar air yang terkandung dalam bioreaktor juga harus tepat, jika kadar air dalam bioreaktor ini tidak tepat maka akan menyebabkan produksi biogas menurun. Hal ini disebabkan bakteri metan tidak mendapatkan suplai nutrisi yang cukup, dapat juga disebabkan karena adanya bakteri lain yang berkembang dalam bioreaktor. Jika kadar air terlalu rendah, maka akan terjadi akumulasi asam-asam asetat yang menyebabkan terjadinya hambatan pada saat fermentasi berlangsung dan akhirnya mempengaruhi produksi biogas.⁶¹

⁵⁷ G Bitton, *Wastewater Microbiology Second Edition* (New York: Willey Liss Inc, 1998).

⁵⁸ Andianto, *Aliran Slurry Di Dalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu, Skripsi.* (2011)

⁵⁹ Tasneem Abbasi, S. M. Tauseef, and S. A. Abbasi, *Biogas Energy, Biogas Energy* (Springer New York, 2012,

⁶⁰ Desy, "Fermentasi Anaerob Dari Sampah Pasar Untuk Pembentukan Biogas." 2 (2013)

⁶¹ Ibid.

9. Kandungan Total Solid (TS)

Kandungan *total solid* (TS) berpengaruh terhadap produksi biogas di dalam bioreaktor. Komposisi *total solid* (TS) yang baik untuk produksi biogas berkisar 7-9 %. Kondisi ini dapat membuat proses digester anaerob berjalan dengan baik.⁶²

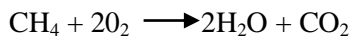
10. Kandungan Oksigen

Bakteri pembentukan asam merupakan bakteri anaerob fakultatif, sehingga ada atau tidak oksigen pada bioreaktor tidak mempengaruhi proses pembentukan asam. Sedangkan, bakteri metanogen yaitu bakteri anaerob obligat sehingga keberadaan oksigen dapat menghalangi proses pembentukan gas metana.⁶³

G. Metana (CH₄)

Gas metana (CH₄) termasuk gas yang menimbulkan efek rumah kaca yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global. Hal ini disebabkan oleh gas metana memiliki dampak 21 kali lebih tinggi dibandingkan dengan gas karbondioksida (CO₂). Pengurangan gas metana secara lokal dapat berperan positif dalam upaya mengatasi masalah global, terutama efek rumah kaca yang berkaitan pada perubahan iklim global.⁶⁴

Sebagai komponen utama gas alam, metana merupakan bahan bakar utama. pembakaran satu molekul metana dengan oksigen akan melepaskan satu molekul CO₂ (karbondioksida) dan dua molekul H₂O (air) :



⁶² Rosyidah, *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Lama Fermentasi Terhadap Peningkatan Volume Biogas Dan Kadar Gas Metan Dari Limbah Cair Tepung Ikan, Skripsi.*

⁶³ Steinhauer, *Biogas From Waste and Renewable Resources.* (2008)

⁶⁴ Sri Wahyuni, *Panduan Praktis Biogas*, 1st ed. (Jakarta: Penebar Swadya, 2013).

Pembentukan gas metana melibatkan mikroba yang sangat kompleks, dan secara bertahap akan melibatkan bahan organik didalam limbah cair atau limbah padat hingga dihasilkan gas metana. Perombakan ini terjadi dalam kondisi tanpa oksigen (O_2). Mikroorganisme ini secara alami terdapat pada kotoran hewan ternak terutama pada kotoran sapi. Gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca. Konsentrasi metana di atmosfer pada tahun 1998 dinyatakan dalam fraksi mol yakni 1.745 nmol/mol (bagian per milyar), naik dari 700 nmol/mol pada tahun 1750. Pada tahun 2008 kandungan gas metana di atmosfer meningkat kembali menjadi 1.800 nmol/mol.⁶⁵

H. Starter feses sapi

Starter adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologi yang siap diinokulasi kedalam substrat.⁶⁶ Feses sapi sangat cocok sebagai penghasil biogas maupun sebagai biostarter dalam proses fermentasi. Di dalam ruminansia sapi juga mengandung bakteri yang dapat menghasilkan gas metan.⁶⁷

Feses sapi selain dijadikan sebagai starter pada fermentasi, feses sapi juga berpotensi untuk dijadikan kompos dikarenakan memiliki kandungan kimia seperti: nitrogen 0,4 – 1 %, fosfor 0,2 – 0,5 %, kalium 0,1 – 1,5 %, kadar air 85 – 92 %, dan beberapa unsur-unsur lain seperti (Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, dan Fn)⁶⁸. Kandungan metana (CH_4) yang terkandung di dalam feses sapi cukup besar, dapat dilihat pada tabel 2.2 dengan komposisi yang ada pada kotoran sapi dapat di lihat pada tabel 2.3. Oleh karena

⁶⁵ Tri-Gas Metheson, *Safety Data Sheet: Methane*, 2022.

⁶⁶ Retni.S.Budiarti, “Pengaruh Konsentrasi Starter *Acetobacter Xylinum* Terhadap Ketebalan Dan Rendemen Selulosa Nata de Soya.” *Jurnal universitas jambi* 1, no 1 (2018): 19-24

⁶⁷ Abdullah Saleh, M William King Planetto, and Rahma Diana Yulistiah, “Peningkatan Persentase Metana Pada Biogas Menggunakan Variasi Ukuran Pori Membran Nilon Dan Variasi Waktu Purifikasi,” *Jurnal Teknik Kimia* 22, no. 4 (2016): 35–44.

⁶⁸ Ni Made Eva Yulia Dewi, Yohanes Setiyo, and I Made Nada, “Pengaruh Bahan Tambahan Pada Kualitas Kompos Kotoran Sapi,” *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)* 5, no. 1 (2017): 76–82.

itu, feses sapi sangat sangat potensial untuk digunakan sebagai bahan baku atau starter dalam pembuatan biogas.⁶⁹

Tabel. 2.2 Kandungan gas dalam feses sapi⁷⁰

Jenis Gas	Kotoran Sapi
Metana (CH ₄)	65,7
Karbon dioksida (CO ₂)	27,0
Nitrogen (N ₂)	2,3
Karbon monoksida (CO)	0
Oksigen (O ₂)	0,1
Propena (C ₃ H ₈)	0,7
Hidrogen sulfida (H ₂ S)	-
Nilai kalori (kkal/m ²)	6513

Tabel. 2.3 komposisi kotoran sapi⁷¹

No	Komponen	Massa
1	Total padatan	3 - 6
2	Total padatan volatile	80 – 90

⁶⁹ 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).

⁷⁰ Trisno Saputra, Suharjono Triatmojo, and Ambar Pertiwiningrum, “Produksi Biogas Dari Campuran Feses Sapi Dan Ampas Tebu (BAGASSE) Dengan Rasio C/N Yang Berbeda,” *Jurnal Buletin Peternakan* 34, no. 2 (2010): 114–22.

⁷¹ Fajar Widi Astuti, “Kandungan Lignoseluosa Hasil Fermentasi Dan Jerami Padi Menggunakan Inokulum Kotoran Sapi Dengan Variasi Lama Inkubasi,” *Skripsi*, 2016.

3	Total nitrogen	2 – 4
4	Selulosa	15 – 20
5	Lignin	5 – 10
6	Hemiselulosa	20 - 25

I. Bahan-Bahan Dalam Pembuatan *Eco-Enzyme*

Tabel 2.4 bahan pembuatan *eco-enzyme*

No	Bahan	Manfaat
1	Kulit jeruk ⁷²	- Anti mikroba - Kesehatan kulit - Mengeluarkan dahak
2	Kulit pisang ⁷³	- Anti mikroba - Menyehatkan pencernaan - Mengobati kulit gatal
3	Mengkudu ⁷⁴	- Anti bakteri - Pemulihan sel-sel tubuh - Anti peradangan dan anti alergi
4	Timun ⁷⁵	- Antioksidan - Menenangkan iritasi

⁷² Sri Wahyu Suciwati, Suci Asmarani, and Amir Supriyanto, “Analisis Jeruk Dan Kulit Jeruk Sebagai Larutan Elektrolit Terhadap Kelistrikan Sel Volta,” *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika* 7, no. 1 (2019): 7–16.

⁷³ Syahril Bardin Sonja V.T. Lumowa, “Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek,” *Journal Sains Dan Kesehatan* 1, no. 9 (2018): 465–69.

⁷⁴ Theresia Ika Purwantiningsih, Yusnita Yuni Suranindyah, and Widodo, “Aktivitas Senyawa Fenol Dalam Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia*) Sebagai Antibakteri Alami Untuk Penghambatan Bakteri Penyebab Mastitis,” *Jurnal Buletin Peternakan* 38, no. 1 (2014): 59–64.

⁷⁵ Hafizah Dina Trisuci et al., “Uji Aktivitas Antibakteri Air Perasan Buah Timun (*Cucumis sativus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium Acnes* Secara In Vitro,” *Jurnal CHM-K Applied Scientific* 3, no. 1 (2020): 14–18.

		- Mencegah dehidrasi
5	Kulit semangka ⁷⁶	- Meredakan peradangan - Anti jamur
6	Lidah buaya ⁷⁷	- Anti mikroba - Bahan anti luka bakar - Antibiotik
7	Kulit labu siam ⁷⁸	- Antioksidan - Melancarkan pencernaan
8	Pandan ⁷⁹	- Anti bakteri - Perasa makanan - Pewarna makanan
10	Binahong ⁸⁰	- Antibakteri - Antimikroba - Meningkatkan tekanan darah
11	Daun salam ⁸¹	- Menghambat pertumbuhan bakteri - Menurunkan tekanan darah - Menjaga imun tubuh
12	Pegagan ⁸²	- Mengatasi insomnia

⁷⁶ Millenia Mawar Indah Purwaning Utami, Andari Puji Astuti, and Endang Tri Wahyuni Maharani, "Manfaat Ekoenzim Dari Limbah Organik Rumah Tangga Sebagai Pengawet Buah Tomat Cherry," *Jurnal Seminar Nasional Edusaintek FMIPA UNIMUS*, 2020, 380–92.

⁷⁷ Resmila Dewi and Erda Marniza, "Aktivitas Antibakteri Gel Lidah Buaya Terhadap *Staphylococcus Aureus*," *Jurnal Sainstek Lahan Kering* 2, no. 2 (2019): 61–62.

⁷⁸ Cucu Arum Dwi Cahya, Ayunda Priasa, and Nur Ulina M. Br. Tutnip, "Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Labu Siam (*Sechium edule* (Jacq.) Swartz) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*," *Jurnal Farmasi* 3, no. 1 (2020): 32–38.

⁷⁹ Priska Nancy Claudia Bali, Ahmad Raif, and Setia Budi Tarigan, "Uji Efektivitas Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Salmonella Typhi*," *Jurnal Biologi Lingkungan* 6, no. 1 (2019): 65–72.

⁸⁰ Muh Sulaiman Dadiono and Sri Andayani, "Potensi Tanaman Binahong (*Anredera codifolia*) Sebagai Obat Alternatif Pada Bidang Akupuntur," *Jurnal Perikanan Pantura* 5, no. 1 (2022): 156–62.

⁸¹ Tri Nugrahani I.M.Kilis et al., "Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Daun Salam *Syzygium polyanthum* Sebagai Antibakteri *Staphylococcus aureus*," *Jurnal Biofarmasetikal Tropis* 3, no. 1 (2020): 46–53.

-
- Mengurangi bekas luka
 - Antioksidan
-

J. Pengajuan Hipotesis

H_0 : penambahan starter feses sapi pada fermentasi *eco-enzyme* tidak berpengaruh pada kandungan metana (CH_4), ph, dan tekanan yang dihasilkan

H_1 : penambahan starter feses sapi pada fermentasi *eco-enzyme* berpengaruh pada kandungan metana (CH_4), ph, dan tekanan yang dihasilkan



⁸² Fajar Setiawan, Lusi Nurdianti, and Sukma Ayudia, “Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Sabun Cuci Tangan Kombinasi Ekstrak Jeruk Bali Dan Pegagan Sebagai Anti Bakteri,” *Proseding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*, 2021, 175–84.

DAFTAR RUJUKAN

- A.R, Ratih Andhika, Yulia Lanti R.D, and rabang Setyono. "Pengaruh Paparan Gas Metana (CH₄), Karbon Dioksida (CO₂) DAN Hidrogen Terhadap Gangguan Pernapasan Pemulung Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Klotok Kota Kediri." *Jurnal Ekosains* 7, no. 2 (2015): 105–16.
- Abbasi, Tasneem, S. M. Tauseef, and S. A. Abbasi. *Biogas Energy*. *Biogas Energy*. Springer New York, 2012. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1040-9>.
- Agustina, Arik, and Komang Trisna Pratiwi. "Pengolahan Limbah Akomodasi Menjadi Eco Enzyme Pada Pelaku Wisata Di Desa Sidemen Bali" 1, no. 2 (2021): 460–67.
- Alsaedi. *Biogas Handbook*. Denmark: University of Southern Denmark Esbjerg: Niels Bohrs, 2008.
- Andianto. *Aliran Slurry Di Dalam Digester Biogas Tipe Aliran Kontinyu, Skripsi*. Jakarta: Universitas Indonesia, 2011.
- Anugrah, Emilia Tresna, Nurhasanah, and Mega Nuranisa. "Pengaruh PH Dalam Produksi Biogas Dari Limbah Kecambah Kacang Hijau." *Prisma Fisika* 5, no. 2 (2017): 72–76.
- Arwindah, Dhini, Umrah, and Kasman. "Formulasi Substrat Dasar Kotoran Kambing Dan Limbah Cair Tempe Dengan Inokulasi Rumén Sapi Untuk Studi Awal Produksi Biogas." *Jurnal Biocelbes* 12, no. 3 (2018): 41–53.
- Astuti, Fajar Widi. "Kandungan Lignoselulosa Hasil Fermentasi Dan Jerami Padi Menggunakan Inokulum Kotoran Sapi Dengan Variasi Lama Inkubasi." *Skripsi*, 2016.
- Bali, Priska Nancy Claudia, Ahmad Raif, and Setia Budi Tarigan. "Uji Efektivitas Daun Pandan Wangi (Pandanus Amaryllifolius Roxb.) Sebagai Antibakteri Terhadap Salmonella Typhi." *Jurnal Biologi Lingkungan* 6, no. 1 (2019): 65–72.
- Bitton, G. *Wastewater Microbiology Second Edition*. New York: Willey Liss Inc, 1998.
- Budihardjo. "Kombinasi Feeding Biostarter Dan Air Dalam Anaerobik Digester." *Jurnal Presipitasi* 6, no. 2 (2009).
- Cahaya, Cucu Arum Dwi, Ayunda Priasa, and Nur Ulina M. Br. Tutnip. "Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Labu Siam (Sechium

- Edule (Jacq.) Swartz) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*.” *Jurnal Farmasi* 3, no. 1 (2020): 32–38.
- Dadiono, Muh Sulaiman, and Sri Andayani. “Potensi Tanaman Binahong (*Anredera Codifolia*) Sebagai Obat Alternatif Pada Bidang Akupunktur.” *Jurnal Perikanan Pantura* 5, no. 1 (2022): 156–62.
- Darisa, Dias Rizka. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bakteri Hidrolitik Dan Lama Waktu Fermentasi Terhadap Produksi Biogas Substrat Kotoran Sapi, Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga, 2014.
- Desy, Rahmayanti. “Fermentasi Anaerob Dari Sampah Pasar Untuk Pembentukan Biogas.” *Jurnal Kimia Unand* 2 (2013): 36–40.
- Dewi, Ni Made Eva Yulia, Yohanes Setiyo, and I Made Nada. “Pengaruh Bahan Tambahan Pada Kualitas Kompos Kotoran Sapi.” *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)* 5, no. 1 (2017): 76–82.
- Dewi, Resmila, and Erda Marniza. “Aktivitas Antibakteri Gel Lidah Buaya Terhadap *Staphylococcus Aureus*.” *Jurnal Sainstek Lahan Kering* 2, no. 2 (2019): 61–62.
- Dwivannie, Violla, Aryo Sasmita, and & Ety Pratiwi. “Karakteristik PH Dan Suhu Dalam Proses Pembuatan Biogas Dari Substrat Limbah Rumah Makan, Limbah Cair Tahu Dan Kotoran Sapi.” *Jurnal JOM FTEKNIK* 6, no. 2 (2019): 2–7.
- Farma, Siska Alicia, Dezi Handayani, Irma Leilani, Eka Putri, and Dwi Hilda Putri. “Pemanfaatan Sisa Buah Dan Sayur Sebagai Produk ECO BY Eco Enzyme Di Kampus Universitas Negeri Padang.” *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 21, no. 2 (2021): 81–88. <https://doi.org/10.24036/sb.01180>.
- 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).
- Griapon, Nourish Chirstine. “Analisis Kegagalan Pembentukan Gas Pada Produksi Biogas Dengan Penambahan Zat Aditif Dalam Proses Pembentukan Biogas Menggunakan Metode Fault” *Jurnal Analisis Keandalan Dan Resiko*, 2022. https://www.researchgate.net/profile/Nourish_Griapon/publicatio

n/361626874_Analisis_Kegagalan_Pembentukan_Gas_pada_Produksi_Biogas_dengan_Penambahan_Zat_Aditif_dalam_Proses_Pembentukan_Biogas_Menggunakan_Metode_Fault_Tree_AnalYSIS_FTA/links/62bd08e693242c.

- Harahap, Rima Gusriana, Anggoronadhi Dianiswara, Destyariani Liana Putri, Teknik Kelautan, and Karang Joang. "Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme Sebagai Alternatif Desinfektan Alami Di Masa Pandemi Covid-19 Bagi Warga Km . 15 Kelurahan Karang Joang" 5, no. 1 (2021): 67–73.
- I.M.Kilis, Tri Nugrahani, Ferdy A.Karauwan, Christel N.Sambou, and Yessie K.lengkey. "Formulasi Sediaan Salep Ekstrak Daun Salam Syzygium Polyanthum Sebagai Antibakteri Staphylococcus Aureus." *Jurnal Biofarmasetikal Tropis* 3, no. 1 (2020): 46–53.
- Indrawati, Rosiana. "Penurunan BOD Pada Biogas Kotoran Sapi Campuran Limbah Cair Rumah Potong Hewan (RPH) Dengan Variasi Kecepatan." *Jurnal Teknologi Technoscintia* 10, no. 2 (2018): 127–34.
- Kausar, Engkos. "Studi Evaluasi Pemanfaatan Sampah Menjadi Biogas Untuk Menghasilkan Energi Listrik (Studi Kasus Di TPS 3R Taruna Kompos Kelurahan Mulyaharja , TPS 3R Ceremai Kelurahan Cipaku Dan TPS 3R Dharmais Kelurahan Kencana Dinas Kebersihan Dan Pertamanan Kota Bogor," 2018, 1–14.
- Kurniawan, Wahyu, Herpandi, and Suci Lestari. "Uji Potensi Biogas Dari Limbah Ikan Patin (Pangasius Sp.) Dan Campuran Kiambang (Salvini Molesta) Secara Anaerob Batch." *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan* 5, no. 1 (2016): 43–51.
- Lampung, Badan Statistik Bandar. *Statistik Indonesia Tahun 2020*. BandarLampung: Badan Pusat Statistik, 2020.
- Mara, Made, and Ida Bagus Alit. "Analisis Kualitas Dan Kuantitas Biogas Dari Kotoran Ternak" 1, no. 2 (2011): 1–8.
- Maryani, sugiyoni and yeyen. *Kamus Bahasa Indonesia. Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*. Vol. 1. jakarta: pusat bahasa, 2008. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Metheson, Tri-Gas. *Safety Data Sheet: Methane*, 2022.
- Ni Made Eva Yulia Dewi, Yohanes Setiyo, and I Made Nada, "Pengaruh Bahan Tambahan Pada Kualitas Kompos Kotoran Sapi," *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian* 5, no. 1

(2017): 76–82

- Ni, Rista, Andari Puji Astuti, Endang Tri, and Wahyuni Maharani. “Analisis Efektifitas Penggunaan Eco-Enzyme Pada Pengawetan Buah Stroberi Dan Tomat Dengan Perbandingan Konsentrasi.” *Jurnal Proseiding Seminar Edusaintech*, 2020, 434–42.
- Ni'mah, Lailan. “Biogas from Solid Waste of Tofu Production and Cow Manure Mixture: Composition Effect.” *Jurnal Chemica* 1, no. 1 (2014): 1–9.
- Noresta, Febrina, Jecika Yavia Nadiaty, M Faizal, Jln Raya Palembang Prabumulih Km, and Inderalaya Ogan Ilir. “Pengaruh Komposisi Masukan Dan Waktu Tinggal TERHADAP Produksi Biogas Dari Kotoran Ayam.” *Jurnal Teknik Kimia* 19, no. 1 (January 1, 2013). <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/125>.
- Novita, Elida, Sri Wahyuningsih, and Hendra Andiananta Pradana. “Variasi Komposisi Input Proses Anaerobik Untuk Produksi Biogas Pada Penanganan Limbah Cair Kopi.” *Jurnal Agroteknologi* 12, no. 01 (2018): 43–57.
- Nugroho, Panji. *Panduan Membuat Pupuk Kompos Cair*. Edited by Ari. Yogyakarta: Pustaka Baru Press, 2020.
- Pranata, Lilik, Ian Kurniawan, Sri Indaryati, Maria Tarisia Rini, Ketut Suryani, Universitas Katolik, Musi Charitas, and Eco Enzym. “PELATIHAN PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK” 1, no. 1 (2021): 171–79.
- Prihutama, Faiz Akbar, Dendy Nur Firmansyah, Kevin Samuel, Hasian Siahaan, Baharuddin Fahmi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Gunungkidul, dan Daerah Istimewa. “Pemanfaatan Biogas Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan Daerah Desa Monggol, Kabupaten Yogyakarta,” 2017, 87–95.
- Purwantiningsih, Theresia Ika, Yusnita Yuni Suranindyah, and Widodo. “Aktivitas Senyawa Fenol Dalam Buah Mengkudu (*Morinda Citrifolia*) Sebagai Antibakteri Alami Untuk Penghambatan Bakteri Penyebab Mastitis.” *Jurnal Buletin Peternakan* 38, no. 1 (2014): 59–64.
- Rahim, Irwan Ridwan, Tri Harianto, and Khaira Sukian Jufri.

- “Efektivitas Pemanfaatan Biogas Serbuk Gergaji Dan Limbah Ternak Sebagai Sumber Energi Alternatif.” *Jurnal Universitas Hasanuddin* 1 (2017): 1–9.
- Rahmah, Naila Aulia, Novita Sari, and Dania Hellin Amrina. “Kajian Dampak Sampah Rumah Tangga Terhadap Lingkungan Dan Perekonomian Bagi Masyarakat Kecamatan Sukarame Kota Bandar Lampung Berdasarkan Perspektif Islam.” *Holistic Journal of Management Research* 6, no. 2 (2021): 42–59.
- Rahmawati, Merza, Fitrialia Elyza, and Natalina. “Penggunaan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes* (Mart) Solms) Dan Bioball Dalam Perbaikan Kualitas Limbah Cair TPA Sampah Bakung Teluk Betung Barat Bandar Lampung.” *Jurnal Rekayasa, Teknologi, Dan Sains* 2, no. 2 (2018): 57–61.
- Rambe, Titin Rahmayanti. “Sosialisasi Dan Aktualisasi Eco-Enzyme Sebagai Alternatif Pengolahan Sampah ORGANIK Berbasis Masyarakat Di Lingkungan Perumahan Cluster Pondok II.” *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2, no. 1 (April 30, 2021): 36–40.
<http://jurnal.stkipalmaksum.ac.id/index.php/jpkm/article/view/147>.
- Ramdiana. “Pengaruh Variasi Komposisi Pada Campuran Limbah Cair Aren Dan Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas.” *Jurnal Eksergi* 14, no. 2 (2017): 12–17.
- Retni.S.Budiarti. “Pengaruh Konsentrasi Starter *Acetobacter Xylinum* Terhadap Ketebalan Dan Rendemen Selulosa Nata de Soya.” *Universitas Jambi* 1, no. 1 (2008): 19–24.
- Rochyani, Neny, Rih Laksmi Utpalasari, and Inka Dahliana. “Analisis Hasil Konservasi Eco Enzyme Menggunakan Nenas (*Ananas Comosus*) Dan Pepaya (*Carica Papaya L .*)” 5, no. 2 (2020): 135–40.
- Rosyidah, Ainin. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Bioaktivator Dan Lama Fermentasi Terhadap Peningkatan Volume Biogas Dan Kadar Gas Metan Dari Limbah Cair Tepung Ikan, Skripsi*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, 2016.
- Saifuddin, Rizal Syahyadi, Nahar, and Syamsul Bahri. “Peningkatan Kualitas Utilization of Domestic Waste For Bar Soap and Enzyme Clenner (Ecoenzyme) Sebagai Bahan Baku Pembuatan

- Sabun.” *Jurnal Vokasi* 5, no. 1 (2021): 45–56.
- Saleh, Abdullah, M William King Planetto, and Rahma Diana Yulistiah. “Peningkatan Persentase Metana Pada Biogas Menggunakan Variasi Ukuran Pori Membran Nilon Dan Variasi Waktu Purifikasi.” *Jurnal Teknik Kimia* 22, no. 4 (2016): 35–44.
- Saputra, Trisno, Suharjo Triatmojo, and Ambar Pertiwinigrum. “Produksi Biogas Dari Campuran Feses Sapi Dan Ampas Tebu (BAGASSE) Dengan Rasio C/N Yang Berbeda.” *Jurnal Buletin Peternakan* 34, no. 2 (2010): 114–22.
- Sari, Ramdana, and Retno Prayudyaningsih. “Rhizobium : Pemanfaatannya Sebagai Bakteri Penambat Nitrogen.” *Jurnal Info Teknis EBONI* 12, no. 1 (2015): 51–64.
- Sari, Rizki Permata, Andari Puji, Astuti Endang, and Tri Wahyuni. “Pengaruh Ecoenzym Terhadap Tingkat Keawetan Buah Anggur Merah Dan Anggur Hitam” 6, no. 2009 (2020).
- Setiawan, Fajar, Lusi Nurdianti, and Sukma Ayudia. “Formulasi Dan Evaluasi Sediaan Sabun Cuci Tangan Kombinasi Ekstrak Jeruk Bali Dan Pegagan Sebagai Anti Bakteri.” *Prosiding Seminar Nasional Diseminasi Penelitian*, 2021, 175–84.
- Siyoto, Sandu. *Dasar Metodologi Penelitian*. 1st ed. Yogyakarta: Publishing, Literasi Media, 2015.
- Soebagia, Hasto, Didik Notosudjono, and & Kiki Baehaki. “Analisis Peningkatan Gas Metana (Ch₄) Pada Digester Portable Dengan Kotoran Sapi Sebagai Sumber Energi Biogas Berbasis Internet of Things (IoT).” *Jurnal Teknik* 22, no. 1 (2021): 19–26.
- Sonja V.T. Lumowa, Syahril Bardin. “Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L.) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek.” *Journal Sains Dan Kesehatan* 1, no. 9 (2018): 465–69.
- Steinhauser, Dieter Deublein. Angelika. *Biogas From Waste and Renewable Resources*. 2nd ed. Jerman: Wiley-VHC, 2008.
- Steviano, Okky, and Eni Kustanti. *Biogas Untuk Kehidupan*. Edited by Yani Trisnawati, Slamet Striswanto, and & Ifan Muttaqien. 1st ed. Bogor: Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian, 2021.
- Suciyati, Sri Wahyu, Suci Asmarani, and Amir Supriyanto. “Analisis

- Jeruk Dan Kulit Jeruk Sebagai Larutan Elektrolit Terhadap Kelistrikan Sel Volta.” *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika* 7, no. 1 (2019): 7–16.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Edited by Sutopo. 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2019.
- Surtikanti, Hertien Koosbandiah, Diah Kusumawaty, Yayan Sanjaya, Didik Priyandoko, Try Kurniawan, and Eliya Mei Sisri. “Memasyarakatkan Ekoenzim Berbahan Dasar Limbah Organik Untuk Peningkatan Kesadaran Dalam Menjaga Lingkungan.” *Jurnal Abdismas* 3, no. 3 (2021): 110–18.
- Taufiq, Muhammad. “Qur’an Kemenag in Microsoft Word.” *Tafsir Al-Qur’an Surat Al-Baqarah Ayat 11-12*, 2019, 1–23.
- Trisuci, Hafizah Dina, Dian Septiany Soewardi, Adrian Khu, and Ade Putra Fratama Sinaga. “Uji Aktivitas Antibakteri Air Perasan Buah Timun (*Cucumis Sativus*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium Acnes* Secara In Vitro.” *Jurnal CHM-K Applied Scientific* 3, no. 1 (2020): 14–18.
- Utami, Millenia Mawar Indah Purwaning, Andari Puji Astuti, and Endang Tri Wahyuni Maharani. “Manfaat Ekoenzim Dari Limbah Organik Rumah Tangga Sebagai Pengawet Buah Tomat Cherry.” *Jurnal Seminar Nasional Edusaintek FMIPA UNIMUS*, 2020, 380–92.
- Wahyuni, Asri, Muliadi, and & Nuhasanah. “Analisis Kadar Gas Metana (CH_4) Dari Limbah Kubis Pada Berbagai Variasi Komposisi Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis.” *Prisma Fisika* 5, no. 2 (2017): 68–71.
- Wahyuni, Sri. *Panduan Praktis Biogas*. 1st ed. Jakarta: Penebar Swadya, 2013.
- Wikaningrum, Temmy, and Mia El Dabo. “Eco-Enzyme Sebagai Rekayasa Teknologi Berkelanjutan Dalam Pengolahan Air Limbah.” *Jurnal Lemlit Trisakti* 7, no. 1 (2022): 53–64.
- Wiryono, Budy, Muliatiningsih Muliatiningsih, and Earlyna Sinthia Dewi. “Pengelolaan Sampah Organik Di Lingkungan Bebidas.” *Jurnal Agro Dedikasi Masyarakat (JADM)* 1, no. 1 (April 19, 2020): 15–21.
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/JADM/article/view/2780>.

- Wiryono, Budy, Sugiarti, Muliatiningsih, and Suhairin. “Efektivitas Pemanfaatan Eco Enzyme Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Sawi Dengan Sistem Hidroponik DFT.” *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, 2021, 63–68.
- Yahya, Yasin, Tamrin, and Sugeng Triyono. “Produksi Biogas Dari Campuran Kotoran Ayam, Kotoran Sapi, Dan Rumpuk Gajah Mini (Pennisetum Purpureum Cv. Mott) Dengan Sistem Batch.” *Jurnal Pertanian Lampung* 6, no. 3 (2017): 151–60.
- Yusuf, A Muri. “Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, & Penelitian Gabungan.” *Kencana* 4, no. 3 (2017): 57–71. <http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150>.
- Yuwanda, Alhara, Buana Suhurdin, and Dedi Rutama. “Uji Kadar Gas Metan Sampah Organik Pasar Tarumanegara Terintergrasi Sensor Sebagai Potensi Sumber Energi Alternatif.” *Jurnal Teknik* 8, no. 1 (2019): 78–83.
- Zulkarnaen, Tira, and Padang. “Pengaruh Karbon Dan Nitrogen (C/N Ratio) Pada Kotoran Sapi Terhadap Produksi Biogas Dari Proses Anaerob.” *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*, 2018, 1–16.