

**SKRIPSI**

**IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK *ECO ENZYME*  
BERBAHAN SAYURAN DENGAN VARIASI  
GULA AREN DAN GULA KELAPA**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**LINDA KARLITA  
D131 18 1314**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### **IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK *ECO ENZYME* DARI BAHAN ORGANIK SAYURAN DENGAN VARIASI GULA AREN DAN GULA KELAPA**

Disusun dan diajukan oleh

**Linda Karlita  
D131181314**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 21 Maret 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.  
NIP 19590116198021001

Pembimbing Pendamping,



Nurjannah Oktorina, S.T., M.T.  
NIP 199210242019016001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T.  
NIP 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Linda Karlita  
NIM : D131181314  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Identifikasi Karakteristik *Eco Enzyme* Berbahan Sayuran dengan Variasi Gula Aren dan Gula Kelapa}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa,

Januari 2023

Yang Menyatakan

  
METERAN  
TEMPAL  
070AKK220503306  
Linda Karlita

## ABSTRAK

**LINDA KARLITA.** *Identifikasi Karakteristik Eco Enzyme Berbahan Sayuran dengan Variasi Gula Aren dan Gula Kelapa* (dibimbing oleh Achmad Zubair dan Nurjannah Oktorina)

*Eco enzyme* adalah larutan zat organik kompleks yang diproduksi dengan proses fermentasi dari sisa buah atau sayuran, air, dan gula (gula merah atau molases). Berbagai macam manfaat yang dapat diperoleh dari larutan alami serbaguna ini membuat kajian tentang *eco enzyme* sangat potensial untuk digali lebih mendalam, terutama terkait karakteristik *eco enzyme* yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik yang dihasilkan dari *eco enzyme* berbahan sayuran serta membandingkan antara *eco enzyme* berbahan organik sayur menggunakan substrat gula aren dengan *eco enzyme* berbahan organik sayur menggunakan substrat gula kelapa, juga mengetahui bagaimana kaitan parameter klorin, fosfor, kalsium, asam asetat dan tiga enzim biokatalik (amilase, lipase dan protease) terhadap manfaat dari *eco enzyme*.

Metode yang digunakan adalah metode kuantitatif berupa riset perbandingan dengan melakukan eksperimental dan metode kualitatif berupa riset pengembangan teori. Variasi yang diteliti adalah *eco enzyme* berbahan sayuran dengan jenis gula yang berbeda yakni gula aren dan gula kelapa. Gula, bahan organik, dan air dicampur dengan rasio 1 : 3 : 10 kemudian difermentasi selama 3 bulan untuk menjadi larutan *eco enzyme*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *eco enzyme* berbahan sayuran dengan variasi gula aren dan gula kelapa memiliki karakteristik pH kurang dari 4, warna kecoklatan, beraroma asam yang khas, terdapat kandungan asam asetat sehingga mempengaruhi kadar pH, kandungan senyawa tertinggi berturut-turut pada parameter kalsium, fosfor, kemudian klorin, serta adanya aktivitas enzim biokatalisator yang tinggi pada pH optimal. Produk *eco enzyme* berbahan sayuran dengan variasi gula aren sangat cocok digunakan sebagai desinfektan karena kandungan asam asetat dan kadar klorin yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan sebagai agen desinfektan untuk menekan pertumbuhan bakteri, adapun pada variasi gula kelapa direkomendasikan untuk pelestarian lingkungan sekitar serta di bidang pertanian karena kadar enzim biokatalisatornya yang tinggi.

Kata Kunci: *Eco Enzyme* Sayuran, Gula Aren, Gula Kelapa

## ABSTRACT

**LINDA KARLITA.** *Identification of Characteristics of Eco enzyme Made from Vegetables with Variations of Palm Sugar and Coconut Sugar* (supervised by Achmad Zubair and Nurjannah Oktorina)

Eco enzymes are solutions of complex organic substances produced by fermentation processes from fruit or vegetable residues, water, and sugar (brown sugar or molasses). The various benefits that can be obtained from this versatile natural solution make the study of eco enzymes very potential to be explored more deeply, especially related to the characteristics of the eco enzymes produced.

This study aims to determine the characteristics produced from eco enzymes made from vegetables and compare eco enzymes made from organic vegetables using palm sugar substrates with eco enzymes made from organic vegetables using coconut sugar substrates, also knowing. How do the parameters of chlorine, phosphorus, calcium, acetic acid and three biocatalytic enzymes (amylase, lipase and protease) be related to the benefits of eco enzymes.

The method used is a quantitative method in the form of comparative research by conducting experimental and qualitative studies in the form of theoretical development research. The variations studied are eco enzymes made from vegetables with different types of sugar, namely palm sugar and coconut sugar, sugar. Sugar, organic matter, and water are mixed in a ratio of 1 : 3 : 10 then fermented for 3 months to become an eco enzyme solution.

The results of this study show that eco enzymes made from vegetables with variations of palm sugar and coconut sugar have a pH characteristic of less than 4, brownish color, a distinctive acid aroma, there is an acetic acid content that affects pH levels, the highest compound content in a row in the parameters of calcium, phosphorus, then chlorine, as well as the activity of high biocatalytic enzymes at optimal pH. Eco enzyme products made from vegetables with a variety of palm sugar and coconut sugar are very suitable for use as disinfectants because of the acetic acid content and chlorine levels produced in accordance with the requirements as disinfectant agents to suppress bacterial growth.

**Keywords:** Vegetable Eco Enzyme, Palm Sugar, Coconut Sugar

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Pengertian <i>Eco Enzyme</i> .....	5
2.2 Manfaat <i>Eco Enzyme</i> .....	6
2.3 Jenis-jenis Gula.....	10
2.4 Bahan Organik Sayur .....	12
2.5 Proses Fermentasi Aerob.....	17
2.6 Parameter Uji <i>Eco Enzyme</i> .....	19
2.7 Jurnal Terkait Penelitian Terdahulu .....	23
BAB III METODE PENELITIAN .....	29
3.1 Kerangka Penelitian .....	29
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	31
3.3 Variabel Penelitian.....	31
3.4 Alat dan Bahan .....	33
3.5 Populasi dan Sampel .....	34
3.6 Pelaksanaan Penelitian .....	35
3.7 Teknik Pengumpulan Data .....	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
4.1 Karakteristik <i>Eco Enzyme</i> Berbahan Sayur dengan Variasi Gula .....	48
4.2 Perbandingan Karakteristik <i>Eco Enzyme</i> Berbahan Sayuran dengan Jenis Gula Berbeda .....	68
4.3 Manfaat <i>Eco Enzyme</i> Berbahan Sayuran .....	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	106
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Saran.....	106
DAFTAR PUSTAKA .....	107
LAMPIRAN .....	116

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerangka penelitian .....	30
Gambar 2. Desain wadah <i>eco enzyme</i> .....	35
Gambar 3. Melubangi tutup botol dan galon menggunakan solder .....	37
Gambar 4. Memotong dan menimbang tiap bahan organik .....	38
Gambar 5. Menakar volume air bersih yang akan digunakan .....	39
Gambar 6. Mencairkan gula aren dan gula kelapa .....	39
Gambar 7. Mencampurkan semua bahan <i>eco enzyme</i> .....	40
Gambar 8. Memasang semua tutup botol dan galon.....	40
Gambar 9. Fermentasi <i>eco enzyme</i> gula aren sayur .....	41
Gambar 10. Fermentasi <i>eco enzyme</i> gula kelapa sayur.....	41
Gambar 11. Perbandingan parameter pH antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	69
Gambar 12. Perbandingan parameter asam asetat antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	73
Gambar 13. Perbandingan parameter klorin antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS).....	76
Gambar 14. Perbandingan parameter fosfor antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS).....	79
Gambar 15. Perbandingan parameter kalsium antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS).....	83
Gambar 16. Perbandingan parameter enzim lipase antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	85
Gambar 17. Perbandingan parameter enzim amilase antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	89
Gambar 18. Perbandingan parameter enzim protease antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	93

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Studi Penelitian Terdahulu yang Relevan dengan Penelitian .....	23
Tabel 2. Matriks Penelitian .....	32
Tabel 3. Deskripsi Campuran <i>Eco enzyme</i> .....	38
Tabel 4. Metode Pengujian Sampel .....	42
Tabel 5. Hasil Pengujian pH untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur).....	48
Tabel 6. Hasil Pengujian pH untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	49
Tabel 7. Hasil Pengujian Parameter Aroma Variasi GAS (Gula Aren Sayur).....	51
Tabel 8. Hasil Pengujian Parameter Aroma Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) ..	51
Tabel 9. Hasil Pengujian Parameter Warna Variasi GAS (Gula Aren Sayur) .....	52
Tabel 10. Hasil Pengujian Parameter Warna Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .	53
Tabel 11. Hasil Pengujian Parameter Asam Asetat untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur) .....	54
Tabel 12. Hasil Pengujian Parameter Asam Asetat untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	54
Tabel 13. Hasil Pengujian Parameter Klorin untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur) .....	57
Tabel 14. Hasil Pengujian Parameter Klorin untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	57
Tabel 15. Hasil Pengujian Parameter Fosfor untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur) .....	58
Tabel 16. Hasil Pengujian Parameter Fosfor untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	58
Tabel 17. Hasil Pengujian Parameter Kalsium untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur) .....	60
Tabel 18. Hasil Pengujian Parameter Kalsium untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	60
Tabel 19. Hasil Pengujian Parameter Enzim Lipase untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur).....	62
Tabel 20. Hasil Pengujian Parameter Enzim Lipase untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	62
Tabel 21. Hasil Pengujian Parameter Enzim Amilase untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur).....	64
Tabel 22. Hasil Pengujian Parameter Enzim Amilase untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	64
Tabel 23. Hasil Pengujian Parameter Enzim Protease untuk Variasi GAS (Gula Aren Sayur).....	67
Tabel 24. Hasil Pengujian Parameter Enzim Protease untuk Variasi GKS (Gula Kelapa Sayur) .....	67
Tabel 25. Perbandingan parameter aroma antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	71



Tabel 26. Perbandingan parameter warna antara <i>eco enzyme</i> variasi gula aren sayur (GAS) dan gula kelapa sayur (GKS) .....	72
Tabel 27. Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik <i>Eco enzyme</i> Berbahan Sayur .....	95

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
B	Boran
BOD	<i>Biochemical Oxygen Demand</i>
DLH	Dinas Lingkungan Hidup
Ca	Kalsium
Cl	Klorida
CH <sub>3</sub> COOH	Asam Asetat
Cu	Tembaga
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
CO <sub>2</sub>	Karbondioksida
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> -OH	Etanol
GAS	Gula Aren Sayur
GKS	Gula Kelapa Sayur
K	Kalium
Mg	Magnesium
Mg/L	Miligram/Liter
Mo	Molibdenium
N	Nitrogen
O <sub>3</sub>	Gas Ozon
PerMenKes RI	Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
P	Fosfor
S	Sulfur
SNI	Standar Nasional Indonesia
TDS	<i>Total Dissolve Solid</i>
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>
Zn	Seng
β-Karoten	Beta Karoten

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Metode Pengujian Sampel .....	117
Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan .....	131
Lampiran 3. Laporan Hasil Pengujian .....	137

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala karena atas hidayah, rahmat dan izin-Nya lah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Identifikasi Karakteristik Eco enzyme dari Bahan Organik Sayuran dengan Variasi Gula Aren dan Gula Kelapa”**. Shalawat serta salam penulis kirimkan kepada junjungan umat, Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia dari alam yang gelap menuju masa yang terang benderang.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan kelulusan pada jenjang Strata-I (S1) Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari banyak kesulitan yang dihadapi selama penyusunan tugas akhir ini, namun berkat doa, kerja keras, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari segala pihak membuat penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada Allah Subhanahu Wata'ala sebab senantiasa memudahkan segala kesulitan yang penulis hadapi juga memberi suka dan duka yang membuat penulis mampu bertahan serta selalu ikhlas atas segala takdir yang diberikan, orang tua penulis tercinta yakni Abd Hamid dan Muna yang sudah memberikan dukungan dan kasih sayang kepada penulis serta kakak tercinta Dahlia dan Faizal, beserta adik-adik tersayang Alfiansyah dan Apriliansyah.

Pada kesempatan ini pula, penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Prof. Baharuddin Hamzah, S.T., M.T., M.Arch., selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Dr. Eng. Muralia Hustim, S.T., M.T, selaku Kepala Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc., selaku pembimbing pertama yang selalu memotivasi, mendukung dan memperhatikan perkembangan penulis selama menyelesaikan tugas akhir.
6. Nurjannah Oktorina Abdullah, S.T., M.T., selaku pembimbing kedua yang senantiasa meluangkan waktu, membimbing dan memperhatikan perkembangan penulis selama menyelesaikan tugas akhir.
7. Seluruh Bapak/Ibu dosen Departemen Teknik Lingkungan dan Departemen yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama ini.
8. Pak Syarif selaku laboran Laboratorium Kualitas Air yang membantu penulis selama penelitian dilakukan di Laboratorium.
9. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus Ibu Sumi dan Pak Olan yang telah banyak bersabar membantu penulis dalam proses administrasi.

10. Kepada Windi dan Widya yang memberi semangat dan memfasilitasi penulis jika penulis di Batua.
11. Kepada Sepigo dan Zorowati yang telah setia menemani penulis dikala sendirian dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.
12. Suarni, Eva dan Aol sebagai partner penelitian yang tidak henti-hentinya saling memberi semangat, memberi banyak tawa, dan menjadi penolong dikala kesulitan.
13. Alpi, Wiwi dan Fitrah teman kost untuk berbagi asupan gizi, saling menasehati serta membantu dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir.
14. D131181002 teman yang selalu menyemangati serta tempat bertukar cerita dan tawa hingga saat ini.
15. Rizki amalia, Ikramul Ramadhan, Alpi, Najmi dan Yusran yang sangat berjasa saat pembuatan *eco enzyme*.
16. Teman-teman asisten 7ICON AIR'18 tempat bertukar pikir dan memberi tawa selama praktikum hingga saat ini.
17. Teman-teman LINGKUNGAN B yang telah mewarnai masa perkuliahan dan teman berbagi ilmu serta saling merangkul selama perkuliahan.
18. Teknik Lingkungan 2018 yang telah kebersamai masa perkuliahan dari mahasiswa baru hingga masing-masing menyelesaikan studinya hingga saat ini.
19. Kanda-kanda senior dan Dinda-dinda Junior yang telah membantu selama masa perkuliahan.

Serta kepada seluruh pihak yang membantu selama penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Allah Subhanahu Wata'ala membalas kebaikan kalian. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk memperbaiki kekurangan dari tugas akhir ini. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat dalam perkembangan bidang ilmu dan pengetahuan dan bisa dijadikan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

Gowa, 11 November 2022



Penulis

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan lingkungan. Lingkungan dapat menerima tingkat beban polutan tertentu dan mampu menetralkannya dalam rentang waktu tertentu. Namun dengan berkembangnya aktivitas manusia, jumlah dan kadar bahan pencemar meningkat berbanding terbalik dengan daya dukung lingkungan dan kemampuan lingkungan untuk menetralsir bahan pencemar. Salah satu faktor penyebab pencemaran lingkungan adalah sampah organik.

Data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2021 menunjukkan bahwa timbunan sampah secara nasional mencapai 28.211.139,29 ton/tahun. Berdasarkan jenis komposisi sampah, sebanyak 30% timbunan tersebut merupakan sampah organik berupa sisa makanan dan berdasarkan sumber sampah sebanyak 40,8% diperoleh dari sampah rumah tangga.

Salah satu limbah organik yang dapat dimanfaatkan kembali adalah limbah sayur-sayuran. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari sisa bahan organik rumah tangga adalah dengan pembuatan *Eco enzyme*. *Eco enzyme* adalah larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi sisa-sisa organik, gula dan air. Cairan *eco enzyme* ini berwarna coklat gelap dan memiliki aroma yang asam segar yang kuat (Hemalatha dan Visantini., 2020). Dengan demikian bahan *eco enzyme* dapat dibuat dari sampah organik yang ada di sekitar kita. Menurut Utpalasari dkk. (2020) pengelolaan sampah menjadi *eco enzyme* akan memiliki nilai tambah dari pemanfaatan sampah rumah tangga yang selama ini hanya dibakar atau dibuang begitu saja. Pembuatan *eco enzyme* ini dapat dilakukan dalam bentuk skala mikro rumah tangga dan mudah dilakukan.

Sampah organik seperti kulit buah ataupun sayur-sayuran dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *eco enzyme*. Proses fermentasi ini membutuhkan waktu sekitar 3 bulan dan membutuhkan pengecekan secara berkala. Manfaat dari *eco enzyme* sendiri menurut Utpalasari dkk. (2020) berdasarkan kegunaannya, dimana *eco enzyme* dapat dimanfaatkan sebagai

pembersih serba guna, sebagai pupuk tanaman, sebagai pengusir berbagai hama tanaman dan sebagai pelestari lingkungan sekitar dimana *eco enzyme* dapat menetralkan berbagai polutan yang mencemari lingkungan sekitar. Manfaat *eco enzyme* tidak hanya di bidang pertanian, tetapi dapat juga bermanfaat untuk membersihkan badan air yang tercemar (Penmatsa dkk., 2019), adapun menurut Vama dan Cherekar (2020) *eco enzyme* berfungsi sebagai anti jamur, anti bakteri dan agen insektisida.

Berbagai macam manfaat yang dapat diperoleh dari larutan *eco enzyme* membuat kajian tentang produk ini sangat potensial untuk digali lebih mendalam, terutama terkait karakteristik *eco enzyme* yang dihasilkan. Tidak hanya itu, pemanfaatan bahan organik sayur masih terbilang minim dalam pembuatan *eco enzyme* saat ini karena umumnya menggunakan bahan organik buah. Oleh karena itu, dipandang perlu untuk mengembangkan penelitian dengan mengkombinasikan berbagai bahan organik sayur dan dengan diikuti variasi gula yang berbeda sehingga dapat lebih jauh dalam memanfaatkan teknologi *eco enzyme*.

Berdasarkan uraian diatas, maka diperlukannya penelitian terkait “Identifikasi Karakteristik *Eco enzyme* dari Bahan Organik Sayuran dengan Variasi Gula Aren dan Gula Kelapa”. Penelitian ini dilakukan dengan membuat *eco enzyme* dan menguji produk *eco enzyme* tersebut setelah proses fermentasi. Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari *eco enzyme*, mengetahui bagaimana perbandingan *eco enzyme* berbahan organik sayur dengan substrat gula aren serta gula kelapa, dan bagaimana kaitan parameter (klorin, fosfor, kalsium, asam asetat) dan tiga enzyme biokatalik (amilase, lipase dan protease) terhadap manfaat dari *eco enzyme*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *eco enzyme* dari bahan organik sayur dengan variasi gula aren dan gula kelapa?
2. Bagaimana perbandingan hasil uji karakteristik *eco enzyme* antara bahan organik sayur dengan variasi gula aren dan gula kelapa?

3. Bagaimana kaitan hasil uji karakteristik *eco enzyme* terhadap manfaat dari *eco enzyme*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik *eco enzyme* dari bahan organik sayur dengan variasi gula aren dan gula kelapa.
2. Membandingkan hasil uji karakteristik *eco enzyme* antara bahan organik sayur dengan variasi gula aren dan gula kelapa.
3. Menganalisis kaitan antara hasil uji karakteristik *eco enzyme* terhadap manfaat dari *eco enzyme*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat bagi penulis:  
Sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dan menyelesaikan studi di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Manfaat bagi instansi pendidikan:  
Sebagai referensi penelitian selanjutnya serta memberikan kontribusi dalam pengembangan teori mengenai kaitan kandungan *eco enzyme* terhadap berbagai macam manfaat dari *eco enzyme*.
3. Manfaat bagi pelaku usaha:  
Sebagai salah satu alternatif pengolahan sampah organik sayur dalam usaha pengelolaan lingkungan.
4. Manfaat bagi masyarakat:  
Menambah pengetahuan dan memberikan inspirasi kepada masyarakat untuk mengelola sampah organik sayur menjadi produk yang ramah lingkungan berupa *eco enzyme*.



## 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dari pelaksanaan penelitian ini sebagai berikut:

1. Bahan organik pembuatan *eco enzyme* adalah sayuran dengan delapan jenis sayur yang berbeda (belimbing wuluh, labu siam, labu kuning, timun, wortel, gambas, terong, dan tomat).
2. Variasi yang akan digunakan adalah pada gula aren dan gula kelapa yang masing-masing diperoleh dari satu tempat/lokasi.
3. Waktu fermentasi selama 3 bulan.
4. Pengukuran pH dilakukan setiap minggu saat proses fermentasi berlangsung.
5. Parameter yang akan diteliti untuk uji karakteristik *eco enzyme* pada saat pemanenan *eco enzyme* adalah aroma, warna, asam asetat, klorin, fosfor, kalsium, dan tiga enzim biokatalisator (amilase, lipase, dan protease).

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Pengertian *Eco Enzyme***

*Eco enzyme* merupakan larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi sisa sampah organik, gula, dan air. Cairan *eco enzyme* ini berwarna coklat gelap dan memiliki aroma asam/segar yang kuat (Utpalasar dkk., 2020). *Eco enzyme* ini pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong yang merupakan pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand. Beliau telah melakukan penelitian tentang *eco enzyme* selama 30 tahun. Gagasan proyek ini adalah untuk mengolah enzim dari sampah organik yang biasanya kita buang ke dalam tong sampah sebagai pembersih organik (Prasetio dkk, 2021). Bermula dari penemuan Dr. Rosukon Poompanvong, seorang peneliti dan pemerhati lingkungan dari Thailand yang membuat inovasi *eco enzyme* ini memberikan distribusi yang cukup besar bagi lingkungan. Dr. Rosukon juga merupakan seorang pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand (*Organic Agriculture Association of Thailand*) yang bekerjasama dengan petani di 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 pada tahun 2003 (Hemalatha dan Visantini., 2020). Dr. Rosukon telah terlibat aktif dalam penelitian *eco enzyme* (EE) selama lebih dari 30 tahun. Sehingga ia disebut sebagai pencipta EE. *Eco enzyme* adalah solusi organik yang dihasilkan dari fermentasi sederhana sayuran segar dan / atau limbah kulit buah, gula merah dan air dengan formula 1 : 3 : 10. Menurut Dr. Rosukon formula tersebut adalah formula emas dimana *eco enzyme* menciptakan rantai alami protein, garam mineral, dan enzim. Berdasarkan penelitiannya, Dr. Rosukon mengatakan proses katalitik selama produksi EE menghasilkan gas ozon, O<sub>3</sub>, yang mengurangi karbon dioksida di atmosfer dan logam berat di awan yang menahan panas, sehingga mengurangi pemanasan global.

*Eco enzyme* adalah ekstrak cairan yang dihasilkan dari fermentasi sisa sayuran dan buah-buahan dengan substrat gula merah. Prinsip proses pembuatan *eco enzyme* sendiri sebenarnya mirip proses pembuatan kompos, namun ditambahkan air sebagai media pertumbuhan sehingga produk akhir yang diperoleh

berupa cairan yang lebih disukai karena lebih mudah digunakan. *Eco enzyme* dibuat dari sampah organik, gula/molase, dan air dengan perbandingan 3:1:10. Bahan-bahan tersebut setelah dicampur selanjutnya difermentasikan selama kurang lebih 3. Botol-botol bekas air mineral maupun bekas produk lain yang sudah tidak digunakan dapat dimanfaatkan kembali sebagai tangki fermentasi *eco enzyme* (Nasihin dkk, 2022). Menurut Arifin dkk., (2009) dalam Pakpahan dkk., (2022) pembuatan *eco enzyme* dengan rumus 1:3:10 yaitu 1 bagian gula : 3 bagian sisa buah atau sayuran : 10 bagian air difermentasi selama 3 bulan. Adapun jumlah volume yang disarankan dalam pembuatan *eco enzyme* menurut Rohim (2022) adalah volume air yaitu 60% dari wadah, volume bahan organik 30% dari air dan volume gula sebesar 10% dari air.

## 2.2 Manfaat *Eco Enzyme*

*Eco enzyme* memiliki banyak kegunaan dan digunakan di berbagai bidang. Mereka dibagi menjadi empat kelompok utama: dekomposisi, komposisi, konversi dan katalisis. Pertama, ini adalah enzim lingkungan yang dapat digunakan di rumah, seperti menghilangkan kotoran permukaan dalam kondisi asam. Dapat digunakan sebagai pembersih udara atau pewangi di udara, badan, air, tanah, dll seperti yang ditunjukkan pada tabel untuk menghilangkan bau dan melarutkan udara berbahaya. Kegunaan lain dari *eco enzyme* adalah sebagai pengawet makanan karena kandungan asam propionatnya yang efektif dalam mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Asam asetat yang terkandung dalam *eco enzyme* juga dapat membunuh organisme, sehingga terkadang digunakan sebagai insektisida atau insektisida. Di sektor pengolahan, ia bertindak sebagai katalis karena digunakan untuk mendorong dekomposisi bahan organik dan konversinya menjadi zat yang lebih sederhana dan lebih aman (Rasit dkk., 2019).

Menurut Nikomang, (2008) dalam Mar'ah & Farma, (2021) *eco enzyme* ketika fermentasi selesai, *eco enzyme* terbentuk (cairan oranye). Residu bawah adalah sisa sayuran. Residunya dapat digunakan sebagai pupuk organik. Cairan *eco enzyme* itu sendiri dapat digunakan sebagai berikut :

- a) Sangat efektif untuk membersihkan lantai.
- b) Dapat digunakan sebagai antiseptik dan antibakteri di kamar mandi.

- c) Insektisida, digunakan untuk membunuh serangga (campurkan ragi dengan air dan gunakan sebagai semprotan).
- d) *Sewer*, terutama larutan pembersih saluran pembuangan kecil sebagai saluran pengolahan limbah.

*Eco enzyme* merupakan salah satu cairan ramah lingkungan yang dapat digunakan sebagai cairan multiguna. Manfaat dari *eco enzyme* sendiri adalah berdasarkan kegunaannya sebagai berikut:

#### 1. Pembersih serba guna

*Eco enzyme* ini digunakan sebagai bahan pembersih rumah tangga yaitu misalnya seperti (Sabun Cuci Piring, Sabun Cuci Kain, Pembersih Kaca dan lain-lainnya) dan bebas dari bahan kimia yang berbahaya seperti pembersih-pembersih yang dijual di pasaran. Pada bahan pembersih yang ada dipasaran juga ampuh untuk membersihkan alat-alat rumah tangga tetapi ada dampak yang ditimbulkan dari bahan-bahan pembersih yang ada di pasaran tersebut yaitu dampaknya bisa mencemari lingkungan dikarenakan adanya kandungan bahan kimia yang terdapat pada bahan pembersih yang dijual dipasaran tersebut. *Eco enzyme* ini dapat juga digunakan untuk kebutuhan rumah tangga seperti mengepel, membersihkan dapur, membersihkan buah dan sayuran (Nikomang, 2008 dalam Mar'ah & Farma, 2021).

#### 2. Bidang pertanian

*Eco enzyme* dalam bidang pertanian dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, fosfor total, dan fosfor yang tersedia, selain itu berdasarkan penelitian bahwa penyemprotan *eco enzyme* pada tanaman dapat secara signifikan menurunkan kandungan Cd dalam beras dengan 47,54–63,08% (Hemalatha dan Visantini, 2020). Menurut Nikomang, (2008) dalam Mar'ah & Farma, (2021) pada pupuk pertanian *eco enzyme* ini sangatlah berguna untuk kelestarian tanaman, dikarenakan sifat *eco enzyme* tersebut alamiah dan bersifat menyuburkan tanaman, sehingga pada kebanyakan petani sekarang yang memakai pupuk cair yang berasal dari Limbah sampah organik dari sisa-sisa buah-buahan dan juga sayur sayuran mengalami penyuburan pada lahan pertaniannya, dan juga pada *eco enzyme* ini bisa mengurangi polusi udara serta polusi air dan tanah.

Sampah organik rumah tangga yang tidak diolah dapat berdampak pada kesehatan lingkungan, sehingga perlu diolah menjadi produk yang lebih bermanfaat

seperti *eco enzyme*. *Eco enzyme* berguna untuk menyuburkan tanah dan tanaman, menghilangkan hama, dan meningkatkan kualitas dan rasa buah dan sayuran yang ditanam. Penggunaan *eco enzyme* dilakukan dengan menyemprotkan ke tanah, atau langsung ke tanaman jika tanaman terkontaminasi oleh hama (DLH Cimahi, 2020). Pemakaian pupuk nitrogen sintetik secara terus menerus dapat memberikan dampak negatif secara langsung ke tanah dan dampak turunan ke kesehatan manusia. Mangan, Calcium, Aluminium, boron dan cobalt, merupakan senyawa pengikat yang terdapat di pupuk sintetik yang bisa merugikan kesehatan manusia. Nitrogen oksida sebagai residu dari pupuk sintetik nitrogen diketahui sebagai penyebab pemanasan global. Pupuk hayati merupakan pupuk yang memanfaatkan kerja mikroorganisme (bakteri) untuk mensuplai unsur hara ke tanaman (Laily dkk, 2022).

Pada pupuk pertanian, *eco enzyme* ini sangatlah berguna untuk kelestarian tanaman, dikarenakan sifat *eco enzyme* tersebut alamiah dan bersifat menyuburkan tanaman, sehingga pada kebanyakan petani sekarang yang memakai pupuk cair yang berasal dari limbah sampah organik dari sisa-sisa buah-buahan dan juga sayur sayuran mengalami penyuburan pada lahan pertaniannya (Nikomang, 2008 dalam Mar'ah & Farma, 2021). Tidak hanya itu, menurut Istihsan (2020) residu *eco enzyme* dapat digunakan kembali dengan cara diblender dan dikubur di dalam tanah sebagai pupuk. *Eco enzyme* dapat digunakan sebagai penolak serangga alami seperti semut dan serangga lainnya.

Menurut Hakim (2009) dalam Tiwow dkk, (2016) pupuk organik cair selain mengandung nitrogen yang menyusun dari semua protein, asam nukleat dan klorofil juga mengandung unsur hara mikro antara lain unsur Mn, Zn, Fe, S, B, Ca dan Mg. Unsur hara mikro tersebut berperan sebagai katalisator dalam proses sintesis protein dan pembentukan klorofil. Menurut Cahyono (2005) dalam Tiwow dkk, (2016) tanaman dalam pertumbuhannya memerlukan zat-zat makanan atau unsur hara yang terdiri atas unsur hara makro, seperti N, P, K, S, Mg, Ca dan unsur hara mikro, seperti Mo, Cu, B, Zn, Fe, Mn. Unsur hara makro merupakan unsur hara yang paling banyak diperlukan tanaman dalam pertumbuhannya. Sedangkan unsur hara mikro hanya diperlukan dalam jumlah sedikit oleh tanaman, namun unsur hara mikro harus tetap tersedia di dalam tanah. Sebab, kekurangan salah satu dari unsur hara tersebut tanaman akan menunjukkan gejala defisiensi sehingga dapat mengganggu

pertumbuhannya. Untuk memenuhi zat-zat makanan tersebut, maka diperlukan pemupukan.

Menurut Virahana (2021), penggunaan *eco enzyme* 1 ml per 500 ml air dengan waktu penyiraman 2 kali dalam 1 minggu, dapat memberikan hasil yang maksimal pada pertumbuhan bunga dan buah serta mampu membuat pertumbuhan tanaman menjadi lebih rimbun. Pengaplikasian *eco enzyme* yang tepat pada tanaman dapat mempercepat pertumbuhan tunas dan dapat merangsang pembentukan buah pada tanaman jeruk, cabai, dan jambu.

### 3. Bidang kesehatan

*Eco enzyme* dapat dimanfaatkan sebagai desinfektan dan hand sanitizer, sedangkan bagi kesehatan bisa digunakan sebagai meredakan infeksi dan alergi pada anak dan menyembuhkan luka (Alkadri & Asmara, 2020). Produk *eco enzyme* tidak hanya bermanfaat dalam menjaga kelestarian lingkungan, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai dasar dalam pembuatan produk – produk kesehatan seperti desinfektan, *hand sanitizer*, dan sabun antiseptik karena memiliki aktivitas farmakologi diantaranya adalah sebagai antibakteri (Patricia, 2022).

### 4. Sebagai pelestari lingkungan sekitar

Metode pembuatan *Eco enzyme* adalah dengan memfermentasikan bahan-bahan organik dalam kondisi anaerob dengan bantuan organisme hidup. Dari hasil pembuatan *Eco enzyme*, terdapat proses yang akan melepas gas Ozon ( $O_3$ ) yang dapat mengurangi Karbondioksida ( $CO_2$ ) di atmosfer dan dapat memerangkap panas di awan. Jadi akan mengurangi efek rumah kaca dan global warming (Faizzah, 2022). Berdasarkan data hasil penelitian Pratamadina & Wikaningrum, (2022) diketahui bahwa konsentrasi mula-mula deterjen pada limbah domestik tanpa penambahan *eco enzyme* adalah 1,9385 mg/L, kemudian turun menjadi 0,8477 mg/L pada hari ke-7. Sampel limbah domestik dengan penambahan *eco enzyme* 5% turun menjadi 0,6796 mg/L dan penambahan 10% *eco enzyme* turun menjadi 0,3019 mg/L pada hari ke-7. Sehingga dapat diketahui bahwa sampel limbah domestik dengan penambahan *eco enzyme* memiliki konsentrasi akhir yang lebih rendah dibandingkan sampel limbah domestik tanpa penambahan *eco enzyme*. Hal ini membuktikan bahwa *eco enzyme* dapat membantu proses degradasi deterjen pada air limbah domestik.

Penggunaan *eco enzyme* pada sungai Yamuna di Delhi dilaporkan berhasil meningkatkan pH dari 6.7 menjadi 7.2 dan berhasil menurunkan konsentrasi Total padatan terlarut (TDS) dari 884 menjadi 745 mg/L, serta menurunkan padatan tersuspensi (TSS) dari 121 menjadi 47 mg/L. Namun penggunaannya untuk menurunkan tingkat kesadahan dan kadar klorida tidak menunjukkan keberhasilan. Adapun efektivitas maksimum *eco enzyme* adalah pada konsentrasi 0.5 % yang mampu menurunkan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dari 690 menjadi 231 mg/L dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) dari 537 menjadi 384 mg/L, nitrat dari 5.54 menjadi 3.39 mg/L dan penurunan *Coliform* sebesar 10 % pada air drainase (Kumar dkk., 2019).

## **2.3 Jenis-jenis Gula**

Gula merupakan substrat yang digunakan untuk menghasilkan alkohol. Pada umumnya bahan dasar yang mengandung senyawa organik terutama glukosa atau pati dapat digunakan sebagai substrat dalam proses fermentasi alkohol (Muksin, 2013).

### **2.3.1 Gula aren**

Dalam gula aren, ada sejumlah besar antioksidan. Kandungan antioksidan ini bisa menangkal bebas, sehingga dapat melindungi tubuh dari ancaman penyakit berbahaya seperti kanker kulit. Dalam proses fermentasi, gula merah memainkan peran penting dalam produksi *eco enzyme*. Hal ini dikarenakan gula (sukrosa) memiliki peranan penting sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, dimana semakin tinggi kandungan sukrosa maka semakin banyak volume yang dihasilkan setelah proses fermentasi (Rusdiana, dkk., 2021).

Kandungan dari gula aren yaitu sukrosa dan gula pereduksi masing-masing sebesar 75,8% dan 11,8%. Kandungan protein sebesar 1,5%, fosfor sebesar 1,37%, serta lemak sebesar 1,7%. Dibandingkan dengan gula kelapa, gula aren memiliki kandungan air yang lebih sedikit yaitu sebesar 9,16% sedangkan gula kelapa kadar airnya mencapai 10,92% (Heryani, 2016).

### **2.3.2 Gula kelapa**

Gula Kelapa memiliki kandungan sukrosa dari gula kelapa sebesar 84,3% dan gula pereduksi sebesar 6,0 %. Selain itu, gula kelapa juga memiliki kandungan protein sebesar 2,9 %, fosfor sebesar 0,37%, dan lemak sebesar 1,9 % (Heryani, 2016). Gula kelapa memiliki cita rasa yang khas sehingga penggunaannya tidak dapat digantikan oleh jenis gula yang lain. Selain memiliki fungsi sebagai pemberi rasa manis pada olahan makanan gula kelapa juga berfungsi untuk memberikan kesan warna coklat yang menarik pada makanan (Nurhadi, 2018).

Selain itu, gula ini memiliki kadar kemanisan yang cukup tinggi yaitu sebesar 10% jika dibandingkan dengan gula pasir. Penyebab dari hal ini dikarenakan di dalam gula kelapa mengandung fruktosa yang memiliki tingkat kemanisan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sukrosa. Selain memiliki tingkat kemanisan yang tinggi, gula kelapa juga mengandung beberapa asam organik sehingga rasanya cenderung lebih asam. Hal ini lah yang mengakibatkan gula kelapa memiliki aroma yang unik serta bau karamel dan cenderung lebih asam (Utami, 2022).

### **2.3.3 Gula merah tebu**

Gula merah tebu adalah gula yang diolah dengan sederhana dengan mengambil nira tebu dan tambahan  $\text{Na (OH)}^2$  atau kapur sirih sebanyak 2%. Fungsi dari kapur sirih dalam proses pembuatan gula merah tebu ini sebagai bahan pengawet, juga memaksimalkan pengendapan residu gula. Selain kapur sirih petani gula tradisional juga menggunakan bubuk buah manggis sebagai bahan yang berfungsi sama dengan kapur sirih. Gula merah tebu, berwarna merah karena dalam prosesnya tidak terpisah antara molase dan gula pasirnya. Sehingga cairan kental dari pemanasan nira dimasukkan cetakan menjadi gula tebu merah. Gula merah tebu mengandung energi sebesar 356 kilokalori, protein 0,4 gram, karbohidrat 90,6 gram, lemak 0,5 gram, kalsium 51 miligram, fosfor 44 miligram, dan zat besi 4 miligram. Selain itu di dalam gula merah tebu juga terkandung vitamin A sebanyak 0 IU, vitamin B1 0,02 miligram dan vitamin C 0 miligram. Hasil tersebut didapat dari melakukan penelitian terhadap 100 gram Gula Tebu Merah (Suryonegoro, 2022).



## **2.4 Bahan Organik Sayur**

### **2.4.1 Belimbing wuluh (*averrhoa bilimbi L.*)**

Buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) mengandung banyak vitamin C alami yang berguna sebagai penambah daya tahan tubuh dan perlindungan terhadap berbagai penyakit. Belimbing wuluh mempunyai kandungan unsur kimia yang disebut asam oksalat dan kalium. Hasil pemeriksaan kandungan kimia buah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) menggunakan ekstrak etanol yaitu mengandung senyawa oksalat, fenol, flavonoid, pektin saponin, tannin, glukosida, asam forminat, asam sitrat, dan beberapa mineral seperti kalsium dan kalium (Poniman, 2011 dalam Putriana, 2018)

Sifat kimia serta efek farmakologis dari tumbuhan belimbing wuluh adalah buahnya berasa asam, menghilangkan rasa sakit, memperbanyak pengeluaran empedu, antiradang, peluruh kencing, dan sebagai anstringen. Buah belimbing wuluh banyak digunakan sebagai sirup penyegar, bahan penyedap masakan, noda pada kain, mengkilapkan barang - barang yang terbuat dari kuningan, membersihkan tangan yang kotor, dan sebagai obat tradisional. Penyakit yang dapat diobati dengan pemanfaatan belimbing wuluh diantaranya batuk, sariawan (stomatitis), sakit perut, gondongan (parotitis) rematik, batuk rejan, gusi berdarah, sariawan, sakit gigi berlubang, jerawat, panu, tekanan darah tinggi (hipertensi), kelumpuhan, memperbaiki fungsi pencernaan, dan radang rektum (Putriana, 2018).

### **2.4.2 Tomat (*lycopersicum esculentum*)**

Tomat merupakan salah satu jenis buah yang sangat bermanfaat bagi manusia. Tomat memiliki cita rasa yang lezat dan memiliki komposisi zat pada tomat yang cukup lengkap dan baik. Komposisi zat pada tomat cukup menonjol dari komposisi tersebut adalah vitamin A dan C. Tomat seperti halnya dengan sayuran dan buah-buahan lainnya, dapat diolah menjadi berbagai macam produk makanan. Komposisi zat gizi buah tomat dalam 100 gram adalah protein (1 gr), karbohidrat (4,2 gr), lemak (0,3 gr), kalsium (5 mg), fosfor (27 mg), zat besi (0,5 mg), vitamin A (karoten) 1500 SI, vitamin B (tiamin) 60 ug, vitamin C 40 mg. Vitamin-vitamin yang terkandung pada tomat tersebut sangat diperlukan tubuh untuk pertumbuhan dan kesehatan. Vitamin C berguna untuk mencegah sariawan, memelihara

kesehatan gigi dan gusi, serta melindungi dari penyakit lain yang disebabkan oleh kekurangan vitamin C. Bahkan penelitian di Amerika Serikat menunjukkan, tomat bisa dimanfaatkan sebagai pencegah kanker, terutama kanker prostat, jika disantap secara teratur sebanyak 5 buah tiap minggunya (Papuja, 2018).

#### **2.4.3 Labu siam (*sechium edule (jack.)Sw.*)**

Labu siam memiliki banyak kandungan gizi, salah satunya adalah serat nabati yang dijadikan sumber serat makanan. Menurut Daryono (2012) dalam Nurmalasari (2019) labu siam memiliki kandungan pektin sebesar 6,7%. Pektin merupakan komponen serat yang terdapat pada dinding sel tumbuhan. Pektin berguna dalam pembentukan gel dan bahan penstabil pada pembuatan jeli, selai, dan sari buah. Mengonsumsi serat dalam jumlah yang cukup juga baik untuk mengatasi sembelit dan aman untuk lambung yang sensitif atau radang usus.

Dalam 100 g labu siam segar terdapat 30 kkal energi, 0,6 g protein, 0,1 g lemak, 6,7 g karbohidrat, 6,2 g serat, 14 mg kalsium, 25 mg fosfor, 0,5 mg zat besi, 3 mg natrium, 167,1 mg kalium, tembaga 0,16 mg tembaga, 1 mg seng, 48 mcg beta-carotene, 0,02 vitamin B1, 0,6 mg niasin, dan 18 mg vitamin C. Kandungan flavonoid dan saponin pada ekstrak labu siam dapat merangsang sekresi insulin pada sel  $\beta$  pankreas. Kandungan kalsium dan niasin pada labu siam berperan dalam metabolisme glukosa. (Sudargo dkk, 2020)

Labu siam mengandung asam folat yang bermanfaat bagi ibu hamil dan kesehatan kardiovaskuler. Vitamin C menjadi salah satu antioksidan yang dapat melindungi sel dari kerusakan oleh radikal bebas serta menyembuhkan gangguan sariawan dan menurunkan demam pada anak-anak. Vitamin K membantu kesehatan tulang dan gigi. Vitamin B6 pada labu siam berguna untuk merangsang dan meningkatkan kemampuan fungsi otak. Kandungan magnesium dalam labu siam baik untuk kesehatan otot. Labu siam mengandung mineral, baik mineral makro maupun mikro. Mineral makro yang terkandung di dalam labu siam antara lain kalsium, magnesium, fosfor, kalium dan natrium. Mineral mikro yang terkandung di dalam labu siam adalah besi, seng, mangan, dan selenium (Kurniawan, 2018). Mineral berperan dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik tingkat sel, jaringan, organ, maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Tembaga dapat membantu iodium

dalam menjaga tiroid tetap sehat. Seng dapat membantu menyehatkan kulit dan mengurangi jerawat (Nurmalasari, 2019).

#### **2.4.4 Labu kuning (*cucurbita maxima* *durch*)**

Labu kuning termasuk salah satu jenis tanaman makanan yang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi dan cukup lengkap, karena mengandung protein, lemak, karbohidrat, vitamin A, B, C, magnesium, Fosfor dan kalori. Labu kuning juga dikenal kaya akan karotenoid sebesar 169 mg/100 gr yang berfungsi sebagai antioksidan. Beta karoten merupakan salah satu jenis senyawa karotenoid, disamping mempunyai aktivitas biologis sebagai provitamin-A sebesar 767 µg/g bahan (Sinaga, 2011 dalam Putri, 2020). Selama ini kulit labu kuning dianggap hanya sebagai sampah yang tidak terpakai padahal kulit labu kuning kaya akan senyawa metabolit sekunder. Ekstrak kulit buah labu kuning mengandung flavonoid, alkaloid, saponin dan terpenoid (Indriyanti dkk, 2018).

Labu kuning dianggap sebagai rajanya β-Karoten. Keunggulan β-Karoten, antara lain adalah dapat meningkatkan sistem imunitas serta mencegah penyakit jantung dan kanker. Dikatakan sebagai rajanya β-Karoten sebab kandungan karotennya sangat tinggi, seperti lutein, zeaxanthin, dan karoten, yang memberi warna kuning pada labu kuning yang membantu melindungi tubuh dengan menetralkan molekul oksigen jahat yang disebut juga radikal bebas (Igfar, 2012 dalam Qalbi, 2021).

#### **2.4.5 Timun (*cucumis sativus*)**

Mentimun (*Cucumis sativus* L.) merupakan salah satu tanaman yang banyak dibudidayakan dalam famili Cucurbitaceae (tanaman labu-labuan). Uji kualitatif fitokimia ekstrak kulit mentimun menunjukkan adanya kandungan senyawa alkaloid, steroid, flavonoid, saponin dan tanin serta mampu menghambat pertumbuhan mikroba seperti *Aspergillus niger*, *Blastomyces dermatitidis*, *Candida albicans*, *Pityrosporum ovale*, *Trichophyton spp*, *Microsporum spp* (Malik & Akhter, 2012 dalam Yuanwar & Ainy, 2019). Hasil penelitian Rejeki dkk (2021) menyatakan bahwa kombinasi ekstrak mentimun (*Cucumis Sativus* L) dan pelepah pisang kapok (*Musa Parasidiaca* L) merupakan bahan alami yang berpotensi sebagai antibakteri. Senyawa bioaktif dalam mentimun dan pelepah pisang kapok kuning diantaranya

saponin, alkaloid, flavonoid dan tanin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga dapat digunakan sebagai antiseptik. Menurut Syamsul dan Purwanto (2014) perasan buah mentimun (*Cucumis sativus L*) memiliki efek sebagai larvasida terhadap larva nyamuk *Aedes aegyptiL*.

Menurut Savitri (2008) buah mentimun mengandung senyawa flavonoid yang dapat membunuh serangga. Flavonoid merupakan salah satu jenis golongan fenol dan banyak ditemukan didalam tumbuh-tumbuhan. Secara biologis flavonoid memainkan peranan penting dalam penyerbukan tanaman oleh serangga. Namun ada sejumlah flavonoid mempunyai rasa pahit sehingga dapat bersifat menolak serangga. Bila senyawa flavonoid masuk kemulut serangga dapat mengakibatkan kelemahan pada saraf dan kerusakan pada spirakel sehingga serangga tidak bisa bernafas dan akhirnya mati. Selain itu, kelompok flavonoid yang berupa isoflavon juga memiliki efek pada reproduksi serangga, yakni menghambat proses pertumbuhan serangga (Harborne, 1987).

Saponin bersifat racun bagi hewan berdarah dingin, termasuk nyamuk. Saponin adalah zat yang apabila dikocok dengan air maka akan mengeluarkan buih atau busa dan bila dihidrolisis akan menghasilkan gula dan sapogenin Sifat sapogenin adalah menghemolisis darah, mengikat kolesterol dan toksin pada serangga. Selain itu juga saponin dapat mengiritasi mukosa saluran cerna dan memiliki rasa pahit sehingga dapat menurunkan nafsu makan larva sehingga larva akan mati kelaparan Oleh karena itu, berbahaya bagi serangga apabila saponin diberikan secara parental (Gunawan, 2004).

Buah mentimun juga punya alkaloid. Alkaloid memiliki sifat metabolit terhadap satu atau beberapa asam amino Aktifitas fisiologinya bersifat racun dan memiliki rasa yang pahit Efek toksik lain bisa lebih kompleks dan berbahaya terhadap insekta, yaitu mengganggu aktifitas tirosin yang merupakan enzim esensial untuk pengerasan kutikula insekta (Harborne, 1982),. Alkaloid merupakan komponen aktif yang bekerja di saraf selain itu juga dapat menyebabkan gangguan pencernaan karena alkaloid dapat bertindak sebagai racun melalui mulut larva Inilah yang menyebabkan rasa buah mentimun pada bagian ujung terkadang pahit karena keberadaan senyawa alkaloid (Nursal dan Siregar, 2005).

#### **2.4.6 Terung ungu (*solanum melongena*)**

Terung ungu merupakan komoditas sayuran yang umum di masyarakat. Terung ungu banyak di jual di pasar tradisional maupun modern dengan harga yang relative murah. Buah terung ungu merupakan buah yang berasal dari genus *Solanum*, mengandung zat aktif yang dapat dimanfaatkan sebagai insektisida. Berdasarkan teori buah terung ungu diketahui banyak mengandung alkaloid steroid (solasodine, solanine, solanidine), saponin, flavonoid, tanin, kumarin. Kulit buah terung ungu banyak mengandung antosianin serta asam klorogenat (Suhandoyo dkk., 2013 dalam Ernawati dan Jiwintarum, 2020). Hasil penelitian terhadap berbagai varietas terung membuktikan bahwa terung ungu memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dari lima varietas terung lain karena mengandung kadar flavonoid total yang tinggi (Fadlia, 2011 dalam Ernawati dan Jiwintarum, 2020).

Terung memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, dalam setiap 100 gram terung segar terdapat kandungan 24 kkal; 1,1 g protein; 0,2 g lemak; 5,5 g karbohidrat; 15,0 mg kalsium; 37,0 mg fosfor; 0 mg besi; 30 IU vitamin A; 5 mg Vitamin C; 0,04 mg vitamin B1 dan 92,7 g air (Anonim, 2013 dalam Asnawi dkk, 2019).

#### **2.4.7 Wortel (*daucus carota*)**

Pada tumbuhan wortel (*Daucus carota* L.) terdapat senyawa aktif seperti salah satu kandungan tanaman wortel yang paling tinggi yaitu vitamin A atau  $\beta$ -karoten, dan vitamin C telah dikenal sebagai antioksi dan pontensial yang mampu menangkap radikal bebas dalam tubuh serta mencegah hiperpigmentasi. Radikal bebas dalam tubuh sendiri dapat meningkat pada kondisi tubuh karena paparan sinar matahari yang berlebihan. Nutrisi esensial lain bagi kulit adalah vitamin A yang berfungsi menjaga kesehatan kulit serta memperbaiki permukaan kulit yang kasar dan berkerut, dan senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai anti alergi, anti bakteri dan antioksidan yang baik digunakan untuk pembuatan formulasi kosmetika pada bidang farmasi. Adapun fungsi flavonoid wortel berfungsi sebagai penangkal radikal bebas pada kulit. Sehingga cocok diformulasikan sebagai zat aktif tumbuhan dalam sediaan sabun cair yang akan dibuat (Juzeniene & Moan, 2012 dalam Zenrato, 2018).

Adapun menurut Rahmat (1995) dalam Zandrato (2018) kandungan gizi (nutrisi) umbi wortel adalah : Kalori, protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1, vitamin C, serat, abu, natrium, vitamin B12, niacin, dan air.

#### **2.4.8 Gambas (*luffa acutangula*)**

Gambas merupakan salah satu tanaman sayuran yang tumbuh merambat, banyak ditemukan didaerah tropis, bersuku labu-labuan lebih suka hidup di musim kemarau daripada musim penghujan. Di pasar-pasar tradisional jenis sayuran ini banyak tersedia. Hal ini menandakan bahwa gambas adalah salah satu jenis sayuran yang digemari dan mempunyai banyak konsumen (Kusumawati, 2021).

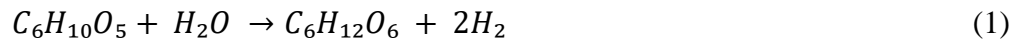
Menurut Sari (2015) dalam Suharyanto (2021) kandungan kimia yang dimiliki oleh gambas yaitu flavonoid, karbohidrat, karoten, lemak, protein, asam amino, alanin, arginin, glisin, cystin, asam glutamat, hidrosiprolin, leusin, serin, triptopan, dan saponin. Biji buah gambas mengandung minyak yaitu palmitat, stearat, asam miristat. Adapun menurut Jaysingrao dan Sunil (2014) dalam Kusumawati (2021) kandungan yang terdapat dalam setiap 100 gram buah oyong adalah air 94,6% , abu 0,26%, karbohidrat 3,86 gr, protein kasar 0,46 gr, serat 42,94 gr, lemak 0,1 gr, Energi 18,18 Kcal, Vitamin A 0,0001 mg, vitamin B1 0,7692 mg, vitamin B2 0,2061 mg, vitamin B3 3,1282 mg, vitamin C 0,083 mg.

### **2.5 Proses Fermentasi Anaerob**

Proses produksi *eco enzyme* adalah menggunakan prinsip fermentasi/oksidasi anaerobik alami yang produknya akan menghasilkan alkohol dan asam asetat (Meera & Nazim, 2017). Proses metabolisme anaerobik atau yang biasa disebut sebagai proses fermentasi merupakan suatu upaya bakteri untuk memperoleh energi dari karbohidrat dalam kondisi anaerobik (tanpa oksigen) dan dengan produk sampingan berupa alkohol atau asam asetat. Dekomposisi proses anaerob terjadi dalam empat tahap: hidrolisis, asidogenesis, asetoogenesis, dan methanogenesis (Qoidani & Adtya, 2017).

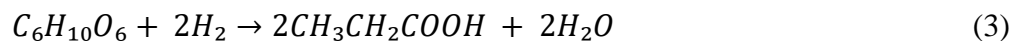
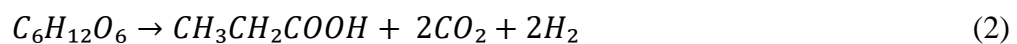
#### **1. Hidrolisis**

Selama hidrolisis, bakteri mengubah partikulat substrat organik menjadi cairan monomer dan polimer, misalnya protein, karbohidrat dan lemak diubah menjadi asam amino, monosakarida, dan asam lemak. Persamaan reaksi 1 mencontohkan reaksi hidrolisis dimana bahan organik dipecah menjadi gula, dalam hal ini, glukosa.



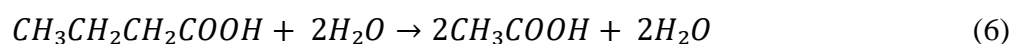
## 2. Asidogenesis

Pada tahap ke 2, bakteri asidogenesis mengubah produk dari reaksi hidrolisis menjadi asam dengan ikatan pendek yang volatile, keton, alcohol, hydrogen, dan karbon dioksida. Produk utama dari asidogenesis adalah asam propanoate ( $CH_3CH_2COOH$ ), asam butirat ( $CH_3CH_2CH_2COOH$ ), asam asetat ( $CH_3COOH$ ), asam formiat ( $HCOOH$ ), asam laktat ( $C_3H_6O_3$ ), etanol ( $C_2H_5-OH$ ) dan methanol ( $CH_3OH$ ), dan lainnya. Dari produk ini, hidrogen, karbondioksida, dan asam asetat akan langsung menuju proses ke tiga, asetogenesis, dan akan dimanfaatkan secara langsung pada proses selanjutnya oleh bakteri metanogenik. Persamaan reaksi 1, 2, dan 3 menunjukkan contoh 3 reaksi asidogenesis umum di mana glukosa dikonversi menjadi etanol, propionat dan asam butirat.



## 3. Asetogenesis

Pada tahap 3, asetogenesis, sisa produk asidogenesis, misalnya asam propanoat, asam butirat, dan alkohol diubah oleh bakteri asetogenik menjadi hidrogen, karbon dioksida dan asam asetat. Hidrogen memiliki peran perantara yang penting pada proses ini, Karena reaksi hanya akan terjadi jika tekanan parsial hidrogen cukup rendah untuk menyebabkan terkonversinya seluruh asam secara termodinamis. Tekanan parsial yang rendah ini disebabkan oleh bakteri penangkap hidrogen dalam bahan organik, sehingga konsentrasi hidrogen dari digester menjadi sebuah indikator baik buruknya digester.



#### 4. Methanogenesis

Tahap ke empat, sebagai tahap terakhir disebut metanogenesis. Selama tahap ini, mikroorganisme mengubah hidrogen dan asam asetat yang dibentuk oleh pembentuk asam menjadi gas metana dan karbondioksida. Bakteri yang bertanggungjawab dalam konversi ini disebut metanogen dan anaerob yang sempurna. Penstabilan fermentasi dicapai ketika gas metan dan karbondioksida dihasilkan.



## 2.6 Parameter Uji *Eco enzyme*

### 2.6.1 pH (*Powe of Hydrogen*)

Konsentrasi ion hidrogen (pH) atau derajat keasaman sangat memengaruhi pertumbuhan mikrobial karena nilai pH sangat menentukan aktivitas enzim. Menurut Win (2011) dalam Safitri, dkk (2021) keberhasilan fermentasi *eco enzyme* dapat dilihat dari pembentukan larutan yang berwarna cokelat keruh, aroma seperti buah-buahan dan pH <4 (kondisi asam).

pH adalah derajat keasaman yang digunakan dalam menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki pada suatu larutan (Vincent, *et al* 2012 dalam Naillah, *et al* 2021). Apabila kandungan asam organik di dalam cairan enzim semakin tinggi, maka nilai pH produk akan semakin rendah (Etienne, 2013 dalam Safitri, dkk, 2021).

### 2.6.2 Aroma

*Eco enzyme* merupakan larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari proses fermentasi sisa sampah organik, gula, dan air. Cairan *Eco enzyme* ini berwarna coklat gelap dan memiliki aroma asam segar yang kuat (Utpalasar dkk., 2020). Bila dianalisis menggunakan indra, aroma *eco enzyme* ini akan asam karena produk *eco enzyme* ini mengandung asam asetat, dengan proses fermentasi yang tergolong ke dalam metabolisme anaerobik. Bahkan usia ke 30, *eco enzyme* ini menghasilkan aroma seperti alkohol, dan pada usia 60 hari beraroma asam seperti cuka (Jannah dkk, 2021).



### 2.6.3 Warna

Selain pH, warna yang dihasilkan oleh *eco enzyme* juga berkaitan dengan proses fermentasi. *Eco enzyme* dapat dikatakan baik apabila *eco enzyme* yang dihasilkan memberikan warna larutan coklat, aroma asam yang khas segar dan kadar air yang paling tinggi. Selain proses fermentasi, warna produk *eco enzyme* juga tergantung pada kombinasi limbah sayur yang digunakan (Viza, 2022).

Menurut Muliarta & Novianti (2021) *eco enzyme* merupakan larutan kompleks yang dihasilkan dari proses fermentasi yang berwarna coklat tua dan memiliki aroma fermentasi manis dan asam yang kuat. Hal tersebut juga dikemukakan oleh Rony dan Ihsan (2022) dimana hasil kualitas fisik *eco enzyme* menunjukkan bahwa fisik *eco enzyme* sampah buah berwarna coklat gelap, sampah sayuran berwarna coklat muda dan sampah sayuran dan sampah buah orange gelap.

Warna dalam *eco enzyme* tersebut sesuai dengan bahan yang di gunakan, jika bahan yang digunakan sudah sama namun mikro organisme yang berbeda akan menyebabkan warna yang berbeda. Warna ideal dari *Eco enzyme* adalah coklat gelap (Ronny dan Ihsan, 2022).

### 2.6.4 Klorin (Cl)

Secara ilmiah, klorin adalah bahan kimia yang berfungsi sebagai desinfektan atau pembunuh kuman. Klorin digunakan untuk membunuh bakteri pada bekal minuman dan kolam renang. Digunakan secara meluas di dalam pembuatan kertas, fungsi antiseptik, racun serangga, bahan cat lukisan, produk-produk petroleum, plastik, obat-obatan, tekstil, pelarut, dan banyak produk lainnya (Aminah, 2019). Menurut Tandra dkk., (2021) Klorin dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan. Klorin dapat dimanfaatkan dalam produksi berbagai macam produk, seperti gas mustard, kertas, zat warna, makanan, insektisida, pestisida, herbisida, cat, produk minyak bumi, plastik, obat-obatan, tekstil, pelarut, dan banyak produk lainnya. Selain itu, klorin umumnya digunakan sebagai bahan pembersih dan disinfeksi serta perawatan air dan air limbah.

Menurut penelitian Rahayu dan Situmeang (2021) kombinasi *eco enzyme* dari sampah organik rumah tangga dan bunga kamboja (*Plumeria alba*) dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan kategori

penghambatan sangat kuat. Daya hambatnya berkisar 31,85-34,41 mm, sehingga sangat potensial untuk digunakan sebagai desinfektan alami.

### **2.6.5 Fosfor (P)**

Fosfor (P) merupakan unsur hara esensial makro bagi tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah besar ketiga setelah nitrogen (N) dan kalium (K). Fosfor berperan sebagai aktivator berbagai enzim metabolisme tanaman dan merupakan komponen klorofil. Fosfor juga pembentuk *adenosindifosfat* (ADP) dan *adenosintrifosfat* (ATP), dua senyawa yang terlibat dalam transformasi energi yang paling signifikan pada tanaman (Brady, 1990 dalam Firia, 2018).

Fosfor merupakan unsur yang diperlukan dalam jumlah besar (hara makro), jumlah P dalam tanaman lebih kecil dibandingkan dengan N dan K, namun P merupakan kunci kehidupan tanaman yaitu dengan menyerap P dalam bentuk ion ortofosfat primer dan ion ortofosfat sekunder. Kemungkinan P masih dapat diserap dalam bentuk lain, yaitu pirofosfat dan metafosfat, selain itu dapat pula diserap dalam bentuk senyawa P organik yang larut dalam air misalnya asam nukleat dan pHitin (Premono *et al.*, 1991 dalam Firnia, 2018).

### **2.6.6 Kalsium (Ca)**

Kalsium merupakan suatu zat yang berperan penting dalam pembentukan struktur tubuh, tulang, dan gigi pada manusia dan hewan serta dinding sel pada tanaman (Ernawati, 2019). Menurut Easterwood (2007) dalam Ermawati (2019) peran kalsium lain khususnya pada tanaman antara lain, menebalkan dinding sel, meningkatkan pemanjangan sel akar, kofaktor proses enzimatik dan hormonal, pelindung dari cekaman panas, hama, dan penyakit Pada tanaman ketersediaan nutrisi kalsium didapat dari media tanam dan pemberian pupuk. Kalsium pada pupuk merupakan unsur makro selain nitrogen, fosfor, dan kalium, yang berfungsi untuk mendorong pembentukan dan pertumbuhan akar lebih dini, memperbaiki ketegaran tanaman, dan meningkatkan pH tanah (Nurjanah dkk., 2017 dalam Ermawati, 2019).

### **2.6.7 Asam Asetat**

Menurut Rasit dkk., (2019) semakin tinggi kandungan asam organiknya, semakin rendah pH dari produk *eco enzyme*. Asam organik ini merupakan kunci penting dalam penentuan keasaman. *Eco enzyme* mengandung asam organik berupa asam asetat dan asam laktat. Asam organik yang terdapat pada produk *eco enzyme* dihasilkan dari proses fermentasi selama 3 bulan. Keberadaan asam asetat dalam *eco enzyme* juga ditemukan oleh Samriti dkk., (2019) bahwa terdapat asam asetat dalam *eco enzyme*, meskipun konsentrasi asam asetat dalam *eco enzyme* tidak setinggi di dalam asam cuka.

Menurut Larasati dkk., (2020) asam asetat dihasilkan dari proses metabolisme bakteri yang secara alami terdapat dalam sisa buah dan sayur. Proses metabolisme anaerobik atau yang biasa disebut sebagai proses fermentasi merupakan suatu upaya bakteri untuk memperoleh energi dari karbohidrat dalam kondisi anaerobik (tanpa oksigen) dan dengan produk sampingan berupa alkohol atau asam asetat (tergantung dari jenis mikroorganismenya). Fungi dan beberapa jenis bakteri menghasilkan alkohol dalam proses fermentasi, sedangkan kebanyakan dari bakteri menghasilkan asam asetat.

### **2.6.8 Enzim biokatalisator**

Cairan *eco enzyme* yang berasal dari limbah sayuran dan buah-buahan seperti jeruk, nenas, pepaya, pisang dan buah-buahan lainnya diketahui memiliki banyak aktivitas enzim seperti lipase, tripsin, amilase, dan enzim fosfatase (Silaban & Simamora, 2018). *Eco enzyme* mengandung enzim lipase, amilase, dan tripsin. Enzim-enzim tersebut memiliki sifat biokatalisator yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar pada air limbah (Wang & Zhang, 2016 dalam Pratamadina & Wikaningrum, 2022).

#### **2.6.8.1 Enzim lipase**

Enzim lipase dinilai biokatalis dalam industri karena merupakan pelarut organik yang stabil. Penggunaan enzim lipase di industri diantaranya digunakan sebagai bahan pembuatan polimer yang biodegradable, enzim lipase digunakan pada industri tekstil, enzim lipase digunakan sebagai detergen di industri, enzim lipase

dapat digunakan dalam pengolahan dan pengembang rasa pada makanan, enzim lipase sebagai bahan pembuatan kosmetik, enzim lipase digunakan dalam proses pembuatan teh, enzim lipase dapat digunakan sebagai aplikasi medis, dll (Hasan, Shah dan Hameed, 2006 dalam Haryanto, 2020).

#### 2.6.8.2 Enzim amilase

Menurut Yasin *et al.*, (2017) menyatakan bahwa enzim merupakan suatu protein aktif sangat banyak dimanfaatkan dalam bidang pangan, kesehatan dan lingkungan salah satunya yaitu amilase. Amilase merupakan enzim yang mampu mengkatalis proses hidrolisis pati untuk menghasilkan molekul lebih sederhana seperti glukosa, maltosa, dan dekstrin. Proses hidrolisa pati tersebut dilakukan melalui tiga tahapan yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Amilase juga telah digunakan di berbagai bidang industri seperti industri makanan, alkohol, gula, industri tekstil dan sirup, industri kertas, industri deterjen dan industri biodiesel.

#### 2.6.8.3 Enzim protease

Protease merupakan enzim yang berperan dalam reaksi pemecahan protein. Penggunaan enzim ini dibidang industri diantaranya pada pengolahan susu, deterjen, bir, makanan, kulit, dan limbah. Enzim protease dapat diproduksi oleh hewan, tumbuhan, maupun mikroorganisme (Motyan *et al.*, 2013 dalam Mahardika, dkk, 2021).

### 2.7 Jurnal Terkait Penelitian Terdahulu

Tabel 1. Studi penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Madhumitha Janarthanan, Kalaiyarasi Mani, Sakthiya Ram Shankar Raja, 2020	<i>Purification of Contaminated Water Using Eco enzyme</i>	Penelitian menunjukkan <i>eco enzyme</i> kombinasi 1 yakni sayuran wortel, terong ungu, mentimun, bendi dan limbah bit lebih efisien daripada kombinasi 2 yakni bawang, terong ungu, kubis dan limbah kentang. Nilai pH air yang terkontaminasi menurun dan perlahan-lahan mencapai tingkat optimal, dimana nilai pH 6,6 mendekati

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			level air normal pada penggunaan <i>eco enzyme</i> kombinasi 1. Jadi penggunaan sayuran juga memainkan peran utama dalam mengurangi pencemaran air.
2	Destyana Larasati, Andari Puji Astuti dan Endang Triwahyuni Maharani, 2020	Uji Organoleptik Produk <i>Eco enzyme</i> dari Limbah Sayur (Studi Kasus di Kota Semarang)	Hasil uji organoleptik, karakteristik dari produk <i>eco enzyme</i> adalah 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 busuk dikarenakan adanya pertumbuhan mikroorganisme didalam cairan <i>eco enzyme</i> . Kemudian semua produk <i>eco enzyme</i> mengalami perubahan warna menjadi coklat keruh, serta terjadi penambahan dan pengurangan volume produk <i>eco enzyme</i> setelah dipanen. Variabel 1,3 dan 5 mengalami penambahan volume sedangkan variabel 2 dan 4 mengalami penurunan.
3	Supriyani, Andari Puji Astuti, Endang Tri Wahyuni Maharani, 2020	Pengaruh Variasi Gula Terhadap Produksi <i>Eco enzyme</i> Menggunakan Limbah Buah dan Sayur	Produksi <i>eco enzyme</i> yang dilakukan dengan variasi gula dan limbah memberikan perbedaan pengaruh terhadap penampakan warna, gas yang keluar, aroma dan volume yang dihasilkan dari masing-masing variabel yang digunakan. <i>Eco enzyme</i> yang menggunakan gula putih menghasilkan <i>eco enzyme</i> dengan jumlah volume sedikit yaitu 110 ml dan persentase volume <i>eco enzyme</i> terhadap kadar air mula-mula adalah 22%. Sedangkan <i>eco enzyme</i> yang menggunakan gula merah menghasilkan <i>eco enzyme</i> dengan jumlah lebih banyak yaitu 830 ml dan persentase

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			volume <i>eco enzyme</i> terhadap kadar air mula-mula adalah 116%.
4	Syifa Najma Wuljanah, 2021	Pembuatan Larutan <i>Eco enzyme</i> dari Limbah Organik Jeruk Bali, Labu Kuning, Kangkung, Sawi Putih dan Pepaya dari Pasar Induk Gedebage Kota Bandung	<i>Eco enzyme</i> yang baik berwarna coklat pekat, aroma asam segar khas fermentasi dan mendapatkan pH yang stabil dengan pH 4.0 menunjukkan <i>eco enzyme</i> yang dihasilkan bersifat asam yang memiliki manfaat seperti penangkal radiasi, menjernihkan saluran air, pembersih lantai, disinfektan organik dll.
5	Olgalizia Galintin, Nazaitulshila Rasit, dan Sophia Hamzah, 2021	<i>Production and characterization of eco enzyme produced from fruit and vegetable wastes and its influence on the aquaculture sludge.</i>	Penelitian ini menunjukkan bahwa <i>eco enzyme</i> buah dan sayur memiliki aktivitas enzim biokatalitik (Protease, Amilase, dan Lipase) yang baik pada pH 6,5 dibandingkan dengan pH yang lebih rendah. Sedangkan dalam mengolah lumpur budidaya, <i>eco enzyme</i> menghasilkan penurunan TSS sebesar 89%, VSS 78%, 88% COD, 94% TAN dan 97% TS.
6	Miftahul Jannah, Nisa Firdha, Hanifah Aniswah Idrus, Siska Alicia Farma, 2021	Uji Organoleptik Produk <i>Eco enzyme</i> dari Limbah Sayur dan Buah	Karakteristik dari produk <i>eco enzyme</i> berdasarkan uji organoleptik adalah aroma yang dihasilkan yaitu aroma asam yang tajam khas fermentasi, dengan aroma citrus sangat tajam pada <i>Eco enzyme</i> 1 daripada produk lainnya karena penggunaan bahan jeruk yang lebih banyak kemudian didapati warna yang dihasilkan yaitu coklat keruh, degan endapan dan terdapat satu produk yang menghasilkan pitera.
7	Virgiana, Arindria Dyah Ayu Rahayuningsih	Pengaruh Jenis Sampah Hayati Terhadap Karakteristik Eko-enzim	Analisis uji meliputi organoleptik, proksimat, total gula, kadar alkohol, total asam, asam askorbat, pH, total bakteri asam, serta identifikasi mikroba.

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	dan Mulyorini, 2021		Berdasarkan penelitian <i>eco enzyme</i> sayur mengandung total asam organik serta total bakteri asam yang tinggi pada minggu ke-12, sedangkan <i>eco enzyme</i> buah mengandung total gula dan kadar alkohol yang lebih tinggi serta pH larutan yang lebih asam. Mikroba <i>eco enzyme</i> teridentifikasi berasal dari kelompok kapang, khamir, dan bakteri.
8	Temmy Wikaningrum, Mia El Dabo, 2022	<i>Eco enzyme</i> sebagai Rekayasa Teknologi Berkelanjutan dalam Pengolahan Air Limbah	<i>Eco enzyme</i> yang terbuat dari sampah organik dapat menurunkan konsentrasi amonia (NH <sub>3</sub> -N) dalam sampel air, hasil penurunan konsentrasi amonia masing-masing sebesar 6,7%, 12,8%, 15,3% dan 25,2% pada pemberian <i>eco enzyme</i> secara berturut-turut dengan konsentrasi 2%, 6%, 8% dan 10%. Pada data konsentrasi amonia yang mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai awal, dilakukan analisis uji-t statistik menunjukkan nilai P ( $T \leq t$ , two tail) sebesar $0,047 < 0,05$ , sehingga nilai penurunan tersebut signifikan karena kedua data tersebut berbeda nyata.
9	Muninggar Vika, Andari Puji Astuti dan Endang Tri Wahyuni Maharani, 2020	Perbandingan Uji Organoleptik Pada Delapan Variabel Produk <i>Eco enzyme</i>	Pada uji organoleptik warna terdapat perbedaan yang mencolok, yaitu variabel 1 menghasilkan warna coklat bening dan variabel 4 menghasilkan warna coklat kekuningan keruh. Aroma rata-rata produk <i>eco enzyme</i> saat panen menghasilkan bau asam yang khas. Sedangkan kadar air tertinggi yang dihasilkan adalah 100% atau sebanyak 500 ml dan kadar air terendah yaitu 72% atau sebanyak 360 ml. perbedaan hasil kadar air disebabkan karena

No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			perbedaan komposisi bahan dasar yang digunakan.
10	Teo, Swee-Sen, Wen, Low Chin, & Ling, Regina Leong Zhi, 2021	<i>Effective Microorganisms in Producing Eco enzyme from Food Waste for Wastewater Treatment.</i>	Fermentasi <i>eco enzyme</i> yang dihasilkan dari limbah sayuran dan buah dengan penambahan mikroorganism <i>Saccharomyces cerevisiae</i> selama 7 hari ditemukan bahwa <i>eco enzyme</i> yang dihasilkan buah efektif dalam mereduksi NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> pada ketiga sampel air. Namun baik <i>eco enzyme</i> buah maupun <i>eco enzyme</i> sayur tidak efektif dalam menurunkan konsentrasi Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup> dan K <sup>+</sup> .
11	Lapsia Vama dan Makarand N. Cherekar, 2020	<i>Production, Extraction And Uses of Eco enzyme Using</i>	Ditemukan kandungan flavonoid, alkaloid, kuinon dan saponin pada <i>Eco enzyme</i> yang telah di inkubasi filtrat. Spektrum IR-nya menunjukkan adanya gugus -OH, COOH. Juga terdapat enzim amilase, protease dan lipase yang ditemukan dalam filtrat. Kemudian <i>eco enzyme</i> tersebut digunakan dalam penerapannya sebagai pembersih lantai, peralatan, berkebun, dll.
12	Nazaitulshila Rasit dan Ooi Chee Kuan, 2018	<i>Investigation on the influence of bio-catalytic enzyme produced from fruit and vegetable waste on palm oil mill effluent.</i>	Pengujian kualitas <i>eco enzyme</i> buah dan sayur berpotensi menghasilkan larutan yang mengandung enzim biokatalitik (Amilase, Protease, dan Lipase) serta memiliki pengaruh pada limbah cair pabrik kelapa sawit dengan pengenceran 10% efektif dalam menghilangkan COD dan TSS. Adapun dengan pengenceran 15% larutan <i>eco enzim</i> dapat menghilangkan O&G pada limbah cair pabrik kelapa sawit tersebut.
13	Afika Nazurahani, Ribka Novita C. Pasaribu dan	Pembuatan <i>Eco enzym</i> sebagai Upaya	Karakteristik warna produk <i>eco enzyme</i> mengalami perubahan yang semula berwarna coklat bening (warna asal larutan gula



No	Nama Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
	Ayu Putri Ningsih, 2022	Pengolahan Limbah Rumah Tangga	aren) berubah menjadi berwarna coklat pekat. Pada volume produk <i>eco enzyme</i> , mengalami penambahan volume. Penambahan volume produk dikarenakan kadar air dari masing-masing kulit buah yang berbeda. <i>Eco enzyme</i> jika di produksi dengan baik dan secara luas ke masyarakat maka dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah sampah organik dari kegiatan rumah tangga.