

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sampah merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang signifikan di Indonesia. Isu ini semakin mendesak seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi yang terjadi di berbagai sektor. Berdasarkan laporan dari Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, total timbunan sampah di Indonesia mencapai 35 juta ton pada tahun 2022. Angka ini mencerminkan tantangan besar yang dihadapi dalam sistem pengelolaan sampah di negara ini (Manurung *et al.*, 2024). Kepadatan penduduk yang tinggi berkontribusi pada peningkatan aktivitas manusia, yang mencakup berbagai aspek seperti kegiatan rumah tangga, industri, dan ekonomi di pasar. Perubahan pola kehidupan masyarakat dari tahun ke tahun turut memengaruhi jumlah dan kualitas sampah yang dihasilkan. Selain itu, pengelolaan sampah yang tidak efektif semakin memperburuk masalah, mengakibatkan penumpukan sampah yang semakin signifikan (Mardhiyah *et al.*, 2021). Secara umum, sumber utama timbunan sampah berasal dari kegiatan yang dilakukan di tingkat rumah tangga, yang menyumbang sekitar 38,32% dari total sampah yang dihasilkan. Selain itu, pasar tradisional berkontribusi sebesar 27,66%, diikuti oleh sektor perniagaan (14,43%), kawasan (6,23%), fasilitas publik (5,37%), perkantoran (4,77%), dan sumber lainnya (3,2%) (Sianturi *et al.*, 2024).

Pasar merupakan tempat perekonomian, namun pasar merupakan salah satu penghasil sampah terbesar, menyumbang 27% dari total sampah. Sebagian besar pasar di Indonesia masih berupa pasar tradisional. Pasar tradisional sering dianggap kumuh, banyak sampah berserakan dan berdampak buruk. Adanya kegiatan jual beli antara pedagang dan pembeli secara tidak langsung menyebabkan timbulnya tumpukan sampah yang cukup banyak setiap harinya (Mardhiyah *et al.*, 2021). Sampah yang dihasilkan dari pasar tradisional, khususnya yang mengandung bahan organik, sebagian besar berasal dari hasil pertanian, seperti sayuran, buah-buahan, dan daun-daunan, serta limbah dari sektor perikanan dan peternakan. Limbah sayuran merujuk pada bagian-bagian dari sayuran yang tidak dapat digunakan lagi atau yang dibuang. Contoh limbah sayuran ini meliputi limbah dari daun bawang, seledri, sawi hijau, sawi putih, kol, kecambah kacang hijau, klobot jagung, daun kembang kol, dan berbagai jenis limbah sayuran lainnya. (Sianturi *et al.*, 2024). Limbah sayur yang berasal dari pasar merupakan kumpulan dari berbagai macam sayur yang telah dipilah karena mengalami kerusakan atau tidak layak dijual.

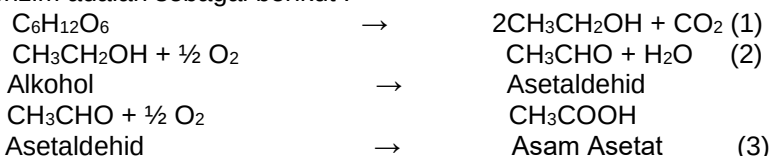
Limbah sayuran seperti wortel dan sawi putih cukup banyak ditemui di pasaran. Limbah wortel (*Daucus carota* L.) merupakan sisa dari hasil budidaya wortel yang tidak layak untuk dikonsumsi dan tidak dijual dikarenakan tidak lolos sortir. Biasanya dijual dengan harga yang sangat murah juga dibuang begitu saja sehingga dapat menimbulkan bau busuk yang dihasilkan. (Yuwinancy *et al.*, 2024). Senyawa flavonoid, tanin, dan saponin yang dimanfaatkan sebagai (Mardhiyah *et al.*, 2023). Begitupun dengan limbah sawi putih (*Brassica* sp.) yang mudah didapatkan dan banyak diproduksi di Indonesia, sawi di Indonesia mencapai 322.164 ton dari produksi sayuran. Limbah sawi putih adalah sawi tidak dapat bertahan lama dan cepat mengalami kerusakan yang begitu saja dan menjadi limbah. Sehingga menjadi alternatif



untuk digunakan untuk produksi ekoenzim (Mercelino *et al.*, 2022). Sawi putih mengandung senyawa flavonoid, alkaloid, tanin dan saponin yang memiliki aktivitas antibakteri (Khusniyah dan Rohmah, 2019). Tumpukan sampah ini menimbulkan berbagai permasalahan, mulai dari masalah kesehatan, polusi udara, air dan tanah. Kondisi ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah organik, terutama dari pasaran menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan memanfaatkan potensi limbah tersebut menjadi produk yang bermanfaat.

Salah satu pendekatan yang menjanjikan dalam pengelolaan limbah organik adalah metode ekoenzim (surtikanti *et al.*, 2021). Ekoenzim pertama kali Ekoenzim pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong yang merupakan pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand. Metode ini melibatkan pengolahan sisa-sisa sampah organik, seperti limbah sayuran dan buah-buahan yang tidak terpakai, dengan menambahkan gula, seperti gula coklat, gula merah, atau gula tebu yang akan melalui proses fermentasi (Anggraeni *et al.*, (2024). Pembuatan ekoenzim sama dengan pengomposan. Namun, air ditambahkan sebagai media tumbuh, sehingga produk akhir yang diperoleh berupa berupa larutan yang muda digunakan (Santosa *et al.*, 2023).

Fermentasi media larutan ekoenzim dibuat mengikuti prosedur yang diperkenalkan oleh Dr. Rosukon Poompanvong. Perbandingan rasio untuk proses fermentasi adalah 1:3:10 (1 bagian gula, 3 bagian limbah dapur, 10 bagian air) (Widiani dan Novitasari, 2023). Reaksi kimia - reaksi kimia yang terjadi selama proses fermentasi ekoenzim adalah sebagai berikut :



Proses fermentasi dimulai dengan peruraian karbohidrat menjadi asam volatil, asam organik - asam organik dalam bahan limbah larut ke dalam larutan fermentasi karena di alam pH enzim limbah bersifat asam. Enzim di dalam limbah mampu mengurangi atau menghambat patogen karena sifat asam dalam enzim limbah membantu mengekstraksi enzim ekstraseluler dari limbah organik ke dalam larutan selama fermentasi. Selama fermentasi, glukosa diuraikan sehingga menghasilkan asam piruvat. Asam piruvat mengalami penguraian pada kondisi anaerob dalam oleh piruvat dekarboksilase menjadi asetaldehid. Asetaldehid diubah menjadi etanol dan karbondioksida oleh alkohol *dehidrogenase*. Bakteri *Acetobacter* merubah alkohol menjadi asetaldehid dan air, yang selanjutnya asetaldehid diubah menjadi asam asetat. Bulan pertama terbentuklah alkohol sehingga bau alkohol keluar dari larutan ekoenzim. Bulan kedua, mengeluarkan bau asam, dari cairan ekoenzim yang merupakan bau asam asetat. dan pada bulan ketiga terbentuk enzim. Banyaknya senyawa mineral dan vitamin, akan terus rusak dan secara alami membentuk enzim (Rukmini dan herawati, 2023).

Enzim merupakan biokatalisator, yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur kimia. Berdasarkan hasil penelitian oleh Arun dan Sivas hanmugam (2021) menyatakan bahwa ekoenzim memiliki aktivitas enzim



erupa enzim lipase, protease, dan amilase (Galintin *et al.*, 2021), mikroorganisme selama proses fermentasi, yang berperan penting limbah sayuran menjadi molekul-molekul sederhana yang lebih Enzim amilase berfungsi memecah pati menjadi gula, protease menjadi asam amino, sementara selulase dan pektinase serta pektin pada dinding sel sehingga nutrisi lebih mudah ptease berperan dalam memecah lemak menjadi asam lemak dan

gliserol. Penambahan gula sebagai sumber karbon mendukung pertumbuhan mikroorganisme dan produksi enzim secara optimal. Aktivitas enzim juga menghasilkan senyawa asam volatil yang menurunkan pH larutan, sehingga mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan memperpanjang masa simpan ekoenzim. Dengan demikian, proses fermentasi kimiawi dan enzimatik menghasilkan cairan ekoenzim yang kaya akan enzim dan senyawa bioaktif. Produk ekoenzim dikenal sebagai solusi ramah lingkungan karena mudah digunakan serta dapat diproduksi secara sederhana (Fitri et al., 2023).

Proses produksi ekoenzim biasanya memerlukan waktu fermentasi hingga 30-90 hari untuk memastikan ekstraksi dan aktivitas enzim yang optimal. Namun, dalam beberapa aplikasi tertentu, seperti media penjernih air dan sanitasi tangan, ekoenzim dapat diproduksi dalam kurun waktu yang singkat (Faddurahman dan Aznury, 2022). Ekoenzim memiliki beragam manfaat bagi lingkungan dan kehidupan sehari-hari. Berdasarkan penelitiannya, Dr. Rosukon mengatakan proses katalik selama produksi ekoenzim menghasilkan gas ozon, yang mengurangi karbon dioksida di atmosfer dan logam berat di awan yang menahan panas, sehingga mengurangi pemanasan global (Nurdin et al., 2023).), serta kandungan asam asetat pada ekoenzim efektif membunuh kuman, virus, dan bakteri, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengusir hama tanaman dan menetralkan polutan (Azhar et al., 2021). Selain itu, ekoenzim mampu mengubah amonia menjadi nitrat yang berguna sebagai nutrisi tanaman (Yanti dan Chandra, 2020). Dalam kegiatan sehari-hari, eko-enzim juga dapat diolah menjadi produk pembersih, seperti sabun pencuci piring (Muliarta, 2021).

Berbagai macam manfaat dapat diperoleh dari larutan ekoenzim membuat kajian tentang produk ini sangat potensial untuk digali lebih mendalam terutama terkait karakteristik ekoenzim yang dihasilkan. Tidak hanya itu, pemanfaatan bahan organik sayur masih terbilang minim dalam pembuatan ekoenzim saat ini karena umumnya menggunakan bahan organik buah. Oleh karena itu peneliti tertarik dalam mengembangkan penelitian ini menggunakan limbah sayuran.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian "analisis karakteristik ekoenzim berbahan limbah sayur dengan gula pasir dan gula aren" Penelitian dilakukan dengan membuat ekoenzim dari limbah sawi dan wortel dan dilakukan pengujian produk setelah proses fermentasi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu:

1. Memproduksi ekoenzim berbahan limbah sayuran wortel *Dacus carota L.* dan sawi putih *Brassica pekinensis L.* dengan penambahan gula aren dan gula pasir.
2. Mengetahui karakteristik fisika, kimia dan biologi ekoenzim.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. mengurangi sampah organik dari limbah sayuran yang dapat menjadi sumber lingkungan.
n ekoenzim untuk pengelolaan lingkungan.



BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2024 - Februari 2025. Pengambilan bahan baku limbah sayur yaitu di pasar tradisional Toddopuli, Makassar, yang berupa limbah sayur wortel dan sawi putih. Pembuatan ekoenzim dan pengujian kadar alkohol, pH, dan volume ekoenzim dilakukan di Laboratorium Ilmu Lingkungan dan Kelautan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Uji *Total Dissolved Solid* (TDS) dilakukan di Laboratorium Kualitas Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Uji *Total Place Count* (TPC) di Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Sains, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

2.2.1 Alat

Alat-Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu timbangan analitik, botol plastik bekas 1.500 mL, batang pengaduk, gelas ukur, cawan petri, talenan, pisau, ph meter, alkohol meter, TDS meter dengan stirer, kamera dan alat tulis.

2.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu gula aren, gula pasir, limbah sayur wortel *Daucus carota L* dan limbah sayur Sawi putih *Brassica pekinensis L*. Selanjutnya dibuat perlakuan sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan pembuatan ekoenzim

Jenis limbah sayur	Gula	Berat Gula (gram)	Berat Limbah Sayur (gram)	Volume air (mL)
<i>Daucus carota L.</i> (1)	Aren	100	300	600
<i>Daucus carota L.</i> (2)	Aren	100	300	600
<i>Daucus carota L.</i> (3)	Aren	100	300	600
<i>Daucus carota L.</i> (1)	Pasir	100	300	600
<i>Daucus carotal L.</i> (2)	Pasir	100	300	600
<i>Daucus carotal L.</i> (3)	Pasir	100	300	600
<i>Brassica pekinensis L.</i> (1)	Aren	100	300	600
<i>L.</i> (2)	Aren	100	300	600
<i>L.</i> (3)	Aren	100	300	600
<i>L.</i> (1)	Pasir	100	300	600
<i>L.</i> (2)	Pasir	100	300	600
<i>L.</i> (3)	Pasir	100	300	600



2.3 Prosedur Kerja

2.3.1 Pembuatan Ekoenzim

Prosedur pembuatan ekoenzim yaitu:

1. Air bersih sebanyak 600 mL dituangkan kedalam botol plastik berukuran 1.500 mL. Lalu ditambahkan limbah sayur sebanyak 300 gram dan gula sebanyak 100 gram. Perbandingan pembuatan ekoenzim yaitu 1 bagian gula : 3 bagian limbah sayur : 3 bagian air. Semua bahan dimasukkan ke dalam botol dengan tidak memenuhi volume botol, karena dibutuhkan ruang untuk gas yang terbentuk dari hasil fermentasi.
2. Campuran tersebut diaduk sehingga gula larut dengan air sampai homogen. Setelah semua bahan tercampur dengan baik, segera tutup botol dengan rapat agar udara luar tidak masuk.
3. Ekoenzim yang telah dibuat disimpan di tempat yang tidak terkena oleh sinar matahari, sehingga tidak mengganggu proses fermentasi.
4. setiap hari setelah pembuatan, tutup botol dibuka selama beberapa detik untuk membuang gas yang terbentuk.
5. Pengumpulan data penelitian dilakukan setelah 30 hari (satu bulan) pembuatan ekoenzim
6. Diamati karakteristik fisik ekoenzim meliputi warna, aroma, dan volume. Diukur karakteristik kimia berupa pH, kadar alkohol, dan Total Dissolved Solid (TDS), di uji Total Plate Count (TPC) untuk menentukan karakteristik biologi ekoenzim.

2.4 Analisis Karakteristik Larutan Ekoenzim

2.4.1 Analisis Fisik

1. Analisis warna

Analisis warna ekoenzim mengacu pada SNI 01-2346-2006 tentang petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori dengan menggunakan alat indera manusia. Pengujian ekoenzim dilakukan dengan organoleptik yaitu mengamati perubahan setelah masa fermentasi. Ekoenzim yang baik biasanya memiliki warna coklat, yang dihasilkan dari kombinasi gula yang digunakan dan bahan organik fermentasi (Tsaqila dan Ubaidillah, 2023).

2. Analisis aroma

Analisis aroma ekoenzim mengacu pada SNI 01-2346-2006 yang dilakukan dengan organoleptik yaitu dengan mencium aroma ekoenzim secara langsung. Analisis aroma dilakukan dengan penilaian responden untuk menilai hasil penelitian. Aroma ekoenzim dikatakan baik apabila memiliki aroma asam, mirip dengan bau cuka yang menandakan adanya asam organik dan komponen fermentasi namun jika ber aroma busuk menandakan adanya kontaminasi atau fermentasi tidak sempurna (Cheang, 2020).

3. Analisis volume



ngacu pada SNI ISO 4787:2015 Pengukuran volume larutan menggunakan gelas ukur yang diukur setelah proses fermentasi (2022). pengukuran ini bertujuan untuk melihat apakah terdapat perubahan dari awal hingga akhir fermentasi. Volume produk ekoenzim pada penelitian mengalami kenaikan, sementara yang lain mengalami penurunan, tergantung pada limbah yang digunakan dan gula (Rusdianasari *et al.*, 2022).

2.4.2 Analisis Kimia

1. Pengukuran pH (Derajat keasaman)

Analisis pH diukur dengan pH meter, diambil larutan ekoenzim yang telah dibuat, lalu dicelupkan pH meter pada larutan ekoenzim untuk menentukan tingkat keasaman atau kebasaan larutan tersebut dan mencatat data yang diperoleh. pH ekoenzim berkisar 4,0–5,0, tetapi nilai optimal untuk aktivitas enzim berada pada pH asam 3–4 (Gasper dan Fitrihidajati., 2022).

2. Pengukuran kadar alkohol

Kadar alkohol diukur dengan alkohol meter. prosedur kerjanya dengan prinsip densitometri mencakup penggunaan alat ukur yang mengandalkan perbedaan kerapatan antara larutan dengan konsentrasi alkohol yang berbeda (Hermanto *et al.*, 2020). Larutan ekoenzim yang sudah selesai fermentasi diambil secukupnya dan dimasukkan ke dalam gelas ukur. Alkohol meter dengan skala pengukuran kadar alkohol dicelupkan langsung ke dalam larutan ekoenzim. Alkohol meter akan mengapung sesuai dengan kerapatan larutan. Skala angka yang berada pada permukaan larutan dibaca sebagai nilai kadar alkohol (% volume alkohol dalam larutan).

3. Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS)

Pengukuran total dissolved Solid (TDS) larutan ekoenzim dilakukan dengan menggunakan TDS meter. Elektroda TDS meter sebelum digunakan dicelupkan dalam akuades, lalu dikeringkan dengan tisu. Sebelum dilakukan pengukuran ekoenzim akan diaduk dengan *magnetic stirrer*. dicelupkan TDS meter kedalam 200 ml larutan ekoenzim kurang lebih 5 cm dari permukaan ekoenzim sampai nilai TDS larutan ekoenzim dilihat dalam layar monitor (Salsabila *et al.*, 2024).

2.4.3 Analisis Biologi

1. Uji TPC (Total Plate Count)

Sampel diambil sebanyak 1 mL. kemudian diencerkan secara bertingkat dari 10^{-3} hingga 10^{-5} , tiga seri pengenceran terakhir yaitu 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} masing-masing diinokulasikan ke dalam cawan petri sebanyak 1 mL dan dituangkan media MRSA kurang lebih 15 mL dan dibiarkan hingga padat. selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam. Pertumbuhan bakteri asam laktat pada media MRSA ditandai dengan koloni yang berwarna putih dan terdapat zona jernih disekitarnya. selanjutnya dihitung jumlah BAL dengan metode standar Plate Count (SPC) dengan rumus:

$$\text{jumlah sel} = v \times n \times \frac{1}{f}$$

keterangan :

v : Jumlah sampel yang dibutuhkan

n : jumlah koloni dalam cawan (30-300)

f : Faktor pengenceran



Optimized using
trial version
www.balesio.com

Penelitian ini dilakukan secara deskriptif, yaitu dengan memberikan penggambaran dari karakteristik larutan ekoenzim yang telah dibuat dengan sayur dengan gula aren dan gula pasir. Tampilan data fisik untuk tabel pengamatan warna, aroma dan volume, secara kimia untuk Total dissolved Solid (TDS) serta data biologi meliputi uji Bakteri



Optimized using
trial version
www.balesio.com