

BAB II

KAJIAN TEORI DAN KERANGKA PEMIKIRAN

A. Kajian Teori

1. *Eco-enzyme*

1) Pengertian *Eco-enzyme*

Definisi tersebut ialah bahan organik yang dibuat melalui fermentasi limbah dapur meliputi sayuran segar serta kulit buah. Bahan organik buah yang sudah dikumpulkan dan dipisahkan dibersihkan pada air mengalir dan dicacah menjadi kecil-kecil. Hasil cacahan buah dicampurkan ditambahkan molase dan air dengan perbandingan gula, bahan organik buah, dan air 1:3:10 Larutan kompleks hasil dari fermentasi limbah organik yang dicampur dengan gula merah dan air dinamakan *Eco-enzyme*. *Eco-enzyme* baru dapat digunakan setelah mengalami proses fermentasi selama sekitar 3 bulan, menghasilkan warna kecoklatan dan aroma asam yang khas. *Eco-enzyme* juga diyakini mengandung nutrisi yang diperlukan tanaman, termasuk enzim protease, lipase, dan amilase (Viza, 2022).

Pertama kali *Eco-enzyme* ditemukan yakni oleh Dr. Rosukan Poompanvong di tahun 2023. Penciptaan tersebut sebagai respons terhadap fakta bahwa 60% dari sampah yang menggunung ditempat Pembuangan akhir dari sampah organik dapat menyebabkan berbagai penyakit dan jika diberikan menumpuk terlalu lama, apabila terjadi pembusukan, proses ini menghasilkan gas metana yang berperan sebagai gas rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global (Viza, 2022).

Cairan ekstrak *Eco-enzyme* dibuat melalui fermentasi sisa-sisa sayuran dan buah dengan menggunakan gula merah atau molase sebagai substrat. Pembuatan *Eco-enzyme* sebenarnya sama halnya dengan tahap pembuatan kompos, tetapi dengan penambahan air yang menjadi media pertumbuhannya. Hasil akhirnya adalah cairan ini lebih disukai karena kemudahannya dalam penggunaan dan berbagai manfaatnya. Keunggulan *Eco-enzyme* dibandingkan dengan kompos yakni tidak perlu adanya tanah yang luas

guna fermentasi yang sama halnya dengan pembuatan kompos. Dan juga fermentasi ini tidak perlu adanya bak komposter dengan ciri-ciri tertentu, yang dibutuhkan hanyalah wadah plastik yang di tutup rapat (Junaidi, 2021) .



**Gambar 2 1 proses pembuatan *Eco-enzyme*
sumber: Dokumentasi Pribadi 2024**

Penggunaan *Eco-enzyme* tidak hanya membantu mengurangi limbah organik, tetapi juga berfungsi sebagai alternative untuk mengganti bahan kimia sintesis yang bisa berpotensi berbahaya untuk lingkungan serta kesehatan manusia, manfaat yang diberikan yakni sebagai anti jamur, anti bakteri, agen insektisida, dan agen pembersih. *Eco-enzyme* berfungsi sebagai cairan pembersih untuk rumah tangga, yakni piring, toilet serta lantai, dan juga untuk membersihkan buah dan sayur, pengusir serangga, juga pupuk untuk tanaman. Manfaatnya sebagai desinfektan dapat dijelaskan oleh kandungan alkohol dan asam asetat dalam cairan tersebut (Nangoi, 2022). Dalam pembuatan *Eco-enzyme* rumusnya yakni 1:10:3. Maksudnya ialah 1 bagian gula merah/molase, untuk membuat *Eco-enzyme* perbandingan yang digunakan adalah bagian air 10 dan limbah organik buah dan sayur 3. Apabila menggunakan tempat berukuran 10 liter, maka digunakan 6 liter air dan 1800 gr limbah organik (Himma, 2021.)

2) Tata Cara Membuat *Eco-enzyme*

Keberhasilan membuat *Eco-enzyme* bergantung dalam tahap membuatnya. *Eco-enzyme* akan berhasil fermentasinya apabila dilakukan dengan cara yang tepat (Himma V, 2021). Pertama, siapkan wadah plastik bermulut lebar dan pastikan bersih. Kemudian, ukur volume wadah yang akan digunakan. Selanjutnya, tambahkan gula sebanyak 10%. Campurkan potongan limbah organik meliputi sayuran dan kulit buah-buahan sebanyak 30% dari berat air, kemudian aduk sampai merata. Wadah di tutup rapat dan beri label tanggal pembuatan serta tanggal. Setelah cairan fermentasi berjalan selama satu minggu, setelah fermentasi, wadah dibuka dengan hati-hati guna gas yang dikeluarkan terbentuk. Proses tersebut berlanjut selama 3 bulan, dengan melakukan pengadukan di hari ke-6, 30, dan 90 untuk memastikan campuran tetap homogen.

3) Kelebihan dan kekurangan *Eco-enzyme*

Gambar 2 2 Kelebihan dan kekurangan *eco-enzyme*

Kelebihan	Kekurangan
Mampu memperkecil jumlah limbah organik.	Jika digunakan dalam jumlah berlebihan, <i>Eco-enzyme</i> dapat menyebabkan tanaman mati dan terbakar karena tingginya asam dalam cairan.
Aturan produksi sederhana.	
Bahan serta alat yang akan digunakan mudah dan murah.	
Bisa meningkatkan produksi hasil pertanian.	

Sumber: Media.com

4) Cara menyimpan *Eco-enzyme* yang benar

Untuk menjaga kualitas *eco-enzyme* dan memastikan keamanannya, hindarilah paparan langsung sinar matahari. Simpan produk ditempat yang jauh dari sumber kontaminasi seperti tempat sampah, toilet, atau area pembakaran sampah. Selain itu, pastikan produk disimpan di lokasi yang memiliki sirkulasi udara yang baik untuk menjaga kebersihan dan kesegarannya.

5) Kandungan Nutrisi *Eco-enzyme*

Kandungan alami dalam nutrisi *Eco-enzyme* dapat meningkatkan kesuburan tanah secara signifikan, hal ini didasarkan pada riset yang Dr. Rosukan Poompamong dari Thailand lakukan, menyatakan *Eco-enzyme* memiliki kemampuan untuk memvariasi ammonia menjadi nitrat (NO₃). Tidak hanya itu, *Eco-enzyme* juga bisa merubah CO₂ menjadi CO₃, yang bermanfaat dalam mendukung siklus alami untuk memudahkan pertumbuhan tanaman sebagai pupuk alami. (Nangoi et al., 2022), Menurut (Viza, 2022, hlm, 20) *Eco-enzyme* terdapat kandungan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman, seperti enzim protease, lipase, dan amilase. Selain itu, *Eco-enzyme* memiliki pH 4,16; yang memiliki kandungan bahan organik sebesar 0,90%; fosfor (P) sebesar 0,01%; dan kalium (K) sebesar 0,12%. (Hasanah dkk.,2020, hlm. 127. Riset yang dilakukan Salsabila dan Winarsih (2023) kandungan *eco-enzyme*, bahwa dalam *Eco-enzyme* terdapat nutrisi penting yakni nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K).

2. Buah

1) Pengertian Buah

Buah-buahan merupakan sumber nutrisi terbaik untuk mendapatkan vitamin, mineral dan serat yang dibutuhkan oleh tubuh. Buah-buahan juga memiliki sifat anti oksidan yang dapat menjaga kekebalan tubuh kita. Nutrisi terbaik untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan vitamin, mineral, dan seratBeraneka corak dan bentuk buah tidak lepas dari hubungan fungsi paling utama pada buah, (Monika, 2021) Pengertian buah dalam hortikultura atau pangan lebih luas. Karena itu, buah yang sesuai menurut pengertian botani biasa disebut buah sejati.



Gambar 2 3 Buah Semangka
Sumber: Detikhealth.com.id 2018

Buah semangka (*Ciltullus lanatus*) adalah buah berukuran besar yang berasal dari keluarga Cucurbitae. Buah ini memiliki ciri khas berwarna hijau dengan daging merah atau merah muda segar. Semanga dikenal dengan kelebihan kadar air yang tinggi. Tanaman atau buah semangka (*Ciltullus lanatus*) kelompok mentimun atau (*Cucurbitae*) yang merambat, semangka mempunyai lapisan kulit yang tebal dengan warna hijau muda dan terdapat garis yang bwarnanya hijau tua, daging pada semangka yakni merah atau kuning. Buah semangaka terdiri dari tiga bagian utama yakni kulit, buah daging, dan biji. Buah semangka dapat di klasifikasikan menjadi tiga bagian utama: kulit, daging buah, dan biji, (Lubis et al., 2021).



Gambar 2 4 Buah Melon
Sumber: Yoona.id 2022

Buah Melon merupakan salah satu tanaman buah hortikultura dari keluarga cucurbitaceae. Tanaman ini memiliki potensi besar untuk dikembangkan karena melon dapat menghasilkan buah dengan cepat, memiliki nilai ekonomi yang tinggi, serta prospek yang cerah baik dari segi penjualan, prospek yang menjanjikan baik dalam nilai jual benih maupun buahnya (Huda, 2018), Melon mengandung banyak air, rendah kalori, dan kaya akan nutrisi seperti vitamin C, vitamin A, potassium, dan serat. Kandungan nutrisi ini

membuat melon menjadi pilihan yang baik untuk menjaga kesehatan kulit, sistem pencernaan, dan memberikan hidrasi.

2) Bahan Organik

Bahan organik yang umumnya merupakan limbah buah dan sayur, memiliki komposisi kimia yang berupa karbohidrat, lemak, protein, mineral, berpotensi menjadi sumber senyawa bioaktif yang baik, termasuk fungsional, amolopektin, fitokimia, vitamin, enzyme, serat makanan, dan minyak (Basri, dkk, 2021).

Bahan Organik bisa dimanfaatkan untuk merangsang perkembangan mikroba, bahan organik kompleks dalam larutan fermentasi berfungsi sebagai bahan dasar bagi enzim yang dihasilkan oleh mikroba diluar sel. Molekul ini menyediakan sumber energy, karbon, dan nutrisi potensial yang diperlukan untuk menjaga dan memfasilitasi pertumbuhan bakteri dan jamur.

Selulosa dan lignin merupakan dua biopolimer yang sangat melimpah dan bahan organik, meskipun bakteri dan jamur tidak memiliki kemampuan untuk mengangkut makromolekul tersebut ke dalam sitoplasma mereka. Sebaliknya bakteri dan jamur bergantung pada aktivitas enzim ekstraseluler yang memecah biopolymer tersebut menjadi senyawa dengan berat molekul rendah yang larut dalam air. Senyawa-senyawa ini kemudian dapat dikenali oleh reseptor pada dinding sel mikroba, sehingga dapat diangkut ke dalam sel untuk dimanfaatkan sebagai sumber energy atau nutrisi. (Burns and Wallenstein,2010).

3. Mikroba

1) Pengertian Mikroba

Mikroorganisme atau disebut dengan mikroba ialah makhluk hidup yang ukurannya sangat kecil sehingga dibantu lihat dengan mikroskop (Surah Maida, 2019). Organisme mikroskopis, umumnya terdiri dari organisme uniseluler atau multiseluler. Meskipun demikian, ada Protista uni seluler yang dapat dilihat dengan mata telanjang, sementara beberapa spesies multiseluler tetap tidak terlihat tanpa bantuan mikroskop (Mawarsih, 2018).

2) Pemanfaatan Mikroba pada berbagai kehidupan

Penggunaan mikroba biasanya untuk membantu tahap pengomposan sehingga unsur hara bisa dilepas dari hubungan bahan organik dan menjadi ada untuk tanaman (Sofian, 2021).

a. Bidang pertanian

Terdapat bermacam mikroba pada tanah yakni Rhizobium, azospirillum dan Azotobacter, bakteri pelarut fosfat, meningkatkan kesuburan tanah, mikroba seperti bakteri dan fungi membantu dalam dekomposisi bahan organik, dan penguadali penyakit tanaman.

b. Bidang Perternakan

Dalam dunia peternakan, mikroorganisme bermanfaat dalam mengendalikan pathogen yang dapat menyebabkan penyakit pada hewan, contohnya pada bakteri probiotik yang dapat menekan pertumbuhan pathogen dalam sistem pencernaan

c. Bidang Perikanan

Terdapat pada peranan mikroba dalam bidang perikanan, yaitu adanya pengawetan, menambah cita rasa, menambah daya guna. Yang dapat berfungsi seperti, peralatan kosmetik, dan pengobatan.

3) Mikroba Pada *Eco-enzyme*

Dalam proses pembuatan *eco-enzyme*, tidak diperlukan mikroba dari laboratorium, sebaliknya, mikroba dihasilkan dari lingkungan sekitar, seperti air, gula, atau bahan organik yang digunakan dalam proses tersebut. Bakteri yang tidak terikat dapat menempel pada materil tersuspensi, seperti mikrogel dan partikel bahan organik yang membentuk agregat besar yang bisa turun kedalam air dan mengangkut bakteri ke lapisan air yang lebih dalam (grosasart, 2010).

Pertumbuhan mikroba dapat diartikan sebagai peningkatan jumlah sel. Pada tahap awal fermentasi, mikroba dalam wadah akan berkembang biak dengan cepat. Namun, jika nutrisi mulai berkurang, pertumbuhan akan melambat dan mencapai tahap stasioner. Laju pertumbuhan bakteri bervariasi tergantung pada spesiesnya dan kondisi lingkungan tempat pertumbuhan.

Menurut penelitian terdahulu (Lund.,2020) pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh tingkat keasaman lingkungan, kondisi keasaman yang optimal untuk pertumbuhan bakteri biasanya berada dalam rentang pH 4,5 hingga 5,5. Cairan yang bersifat asam cenderung lebih tahan lama, namun jika cukup oksigen dan jamur dapat tumbuh. Diantara semua mikroba, hanya ragi seperti *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kudriavzevii*, dan *Yarrowia lipolytica* yang memiliki tingkat terhadap Ph rendah dan berhasil digunakan dalam produksi asam asetat.

Salah satu mikroba yang berkembang dalam proses pembuatan *Eco-enzyme* adalah asam laktat, seperti *Lactobacillus sp.* Bakteri ini mengubah oksigen menjadi senyawa hydrogen. Senyawa peroksida tersebut memiliki sifat berbahaya terhadap bakteri patogen atau berbahaya yang ada dalam larutan *eco-enzyme*, namun dalam kadar rendah, hydrogen peroksida juga dapat digunakan sebagai desinfektan. (Dianti, 2017)

4) Karakteristik Mikroba

Menurut penelitian terdahulu (Sidorov, 1977) mikroba pada umumnya memiliki peran sebagai produsen, dan reduktor. Sebagai produsen, mikroba mengubah bahan anorganik menjadi bahan organik menggunakan energy dari sinar matahari. Mikroba yang berfungsi sebagai produsen meliputi alga, dan bakteri fotosintetik. Sebagai contoh, mikroba konsumen meliputi protozoan. Jasad redusen menguraikan bahan organik, sisa-sisa organik yang telah mati mengalami penguraian menjadi komponen kimia (proses mineralisasi bahan organik), sehingga terjadi siklus unsur kimia di alam, sebagai contohnya yaitu, mikroorganisme pengurai seperti bakteri dan jamur memainkan peran penting dalam proses tersebut.

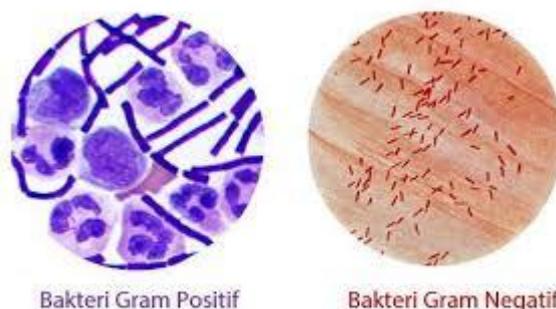
Dengan ditemukannya mikroskop elektron, kita bisa melihat struktur halus di dalam sel hidup dengan lebih jelas, maka hal ini dapat membantu kita memahami bahwa dalam perkembangan sel, terdapat dua tipe jasad yang berbeda yaitu prokariota atau organisme prokariotik adalah makhluk hidup yang sel-selnya belum berkembang sepenuhnya. Sel-sel prokariotik tidak memiliki inti sel yang sejati dan struktur internalnya lebih sederhana dibandingkan dengan eukariota. Sedangkan eukariotik atau organisme

eukariotik makhluk hidup yang sel-sel eukariotik memiliki inti sel yang jelas dan berbagai organel yang memungkinkan fungsi sel yang lebih kompleks.

5) Jenis-jenis Mikroba

A) Bakteri

Bakteri termasuk dalam kelompok prokariota (bersel tunggal) yang hidup dalam koloni tanpa membran inti, dan bisa hidup diberbagai lingkungan. Berdasarkan klasifikasi, bakteri dibagi menjadi dua jenis yakni bakteri Gram positif dan negatif



Gambar 2 5 bakteri gram positif dan gram negatif
Sumber: poltekkesjogja.ac.id 2018

Beberapa bakteri gram positif dan bakteri gram negatif merupakan flora formlal pada tubuh manusia Flora normal pada tubuh manusia terdiri dari berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri. Microflora normal ialah gabungan mikroorganisme yang ada di tubuh manusia secara alami dengan sehat, membedakan antara bakteri gram positif dan bakteri gram negative didasarkan ketebalan lapisan peptidoglikan pada dinding sel. Bakteri gram positif memiliki peptidoglikan lapisan yang tebal dan mengalami dehidrasi saat diberi larutan alkohol (Holderman, 2017). Contoh nya pada bakteri gram positif (*Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*) dan bakteri gram negatif (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*) Jadi, perbedaan antara keduanya terletak pada struktur dinding sel dan reaksi terhadap pewarnaan Gram (Surah Maida, 2019).

B) Fungi

Fungi ialah bagian mkroba yang hadir di berbagai bentuk, termasuk miselium sebagai jaringan vegetatifnya. Fungi tidak mampu melakukan fotosintesis dan memperoleh nutria dengan cara mencerna bahan organik

ekternal menggunakan enzim (Ihsan, 2021) jamur biasanya memiliki benang-benang halus dan merupakan mikroorganisme yang dominan di dalam tanah. (Guan, 2018). Terdapat 4 jamur yang diklasifikasikan sesuai kelasnya yakni Zygomycota, Ascomycota, Basidiomycota, dan Deuteromycota. Berikut ialah paparan mengenai keempat jenis kelas tersebut yakni:

1) Zygomycota

Dalam bagian ini zygomycota adalah merupakan salah satu divisi dalam kingdom fungi yang mencakup berbagai jenis fungi yang biasanya ditemukan di lingkungan tanah atau berperan sebagai decomposer dalam ekosistem dan juga terdapat tiga jenis hifa: stolon, yang merayap di permukaan substrat; rizoid, yang menembus ke dalam substrat; dan sporangiofor, yang menjulang ke atas membentuk sporangium. Zygomycota dapat bereproduksi secara aseksual, serta secara seksual melalui konjugasi. (Wardani, 2018).

2) Ascomycota

Kelas ini fungsinya mempunyai konidiospora, konidiosfor, askospora, serta berkembang biak secara aseksual dan seksual, bentuk kaskusnya ada bermacam-macam antara lain sebagai berikut:

Jenis-jenis askus bervariasi tergantung pada bentuk askokarpnya. Ada yang berbentuk mangkuk yakni apotesium, yang lain berbentuk bola tanpa ostiolum dikenal sebagai kleistotesium, dan yang terakhir berbentuk botol dengan leher dan ostiolum disebut peritesium (Wardani, 2018).

3) Basidiomycota

Tubuh buah Basidiomycota memiliki corak beragam seperti piring dengan variasi dan warna yang beragam, struktur ini dikenal sebagai basidiokarp (Rahma, 2018). Daur hidupnya dimulai pertumbuhan spora basidium atau pertumbuhan konidium menjadi benang hifa. Struktur jamur Basidiomycota terdiri dari empat bagian yaitu, tudung bagian atas bentuknya seperti payung, tangkai terletak dibawah tudung, lamella letaknya dibawah tudung berbentuk lembaran dan annulus posisinya melingkari batang berbentuk cincin (Khosy'in, 2021).

4) Deuteromycota

Bagian ini ialah kelompok jamur yang juga dikenal sebagai fungi imperfecti atau fungi deuteromycetes. Mereka terdiri dari jamur-jamur yang tidak memiliki fase reproduksi seksual yang diketahui atau fase reproduksi seksualnya belum dipahami dengan baik (Wardani, 2018)

C) Jamur Pada *Eco-enzyme*

Yeast, sering disebut sebagai khamir dalam Bahasa Indonesia, organisme ini merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang tersebar luas di alam. Kelompok mikroorganisme ini dapat ditemukan di udara, lingkungan air, dan daratan. Selain itu, mereka dapat muncul sebagai parasite, saprofit, atau endofit pada daub, bunga, buah matang, dan biji-bijian. (Akbar, Endang, & Wijanarka1, 2019).

Khamir adalah organisme Chemoorganotroph karena mereka menggunakan senyawa organik sebagai sumber energi dan tidak bergantung pada cahaya matahari untuk pertumbuhannya. Sebagian besar karbon yang mereka peroleh berasal dari gula heksosa seperti glukosa dan fruktosa, atau disakarida seperti sukrosa dan maltosa. (Kinandar, 2017)

D) Virus

Virus adalah partikel sangat kecil yang berisi molekul asam nukleat, yaitu DNA atau RNA, dibungkus oleh lapisan protein pelindung (kapsid) (Hambali, 2019). Virus itu bisa berpindah darisatu sel inang ke yang lainnya dalam berbagai bentuk paket berbahan genetis DNA atau RNA.

E) Media Tanam Organik Selada (*Lactuca sativa L.*)

Tanaman selada memiliki masa panen yang singkat dan permintaan pasar yang besar, sehingga menarik untuk dibudidayakan. Selain itu, selada memiliki harga yang relatif stabil, mudah dibudidayakan, dan dapat tumbuh diberbagai jenis lahan. Seiring dengan pertumbuhan populasi. Media tanam organik sangat penting untuk budidaya tanaman selada karena menyedeia nutrisi alami dan lingkungan yang ideal untuk pertumbuhan. Media tanam organik biasanya terdiri dari campuran bahan-bahan seperti kompos, pupuk kandang, cocopeat dan sekam padi. Masing- masing peran media tanam mempunyai fungsi untuk membantu menjaga kelembapan, dan menjaga

aerasi yang baik dalam media tanam. (Montiel, 2012) Berikut berbagai media tanam organik :

a. Kompos

Media tanam organik berasal dari fermentasi bahan tanaman atau limbah organik seperti jerami, sekam, daun, rumput, dan sampah kota. Keunggulannya terletak pada kemampuannya untuk memulihkan kesuburan tanah dengan memperbaiki sifat kimia dan biologi tanah, serta meningkatkan penyerapan unsur nitrogen yang esensial bagi tanaman. Kompos yang baik dihasilkan dari bahan tanaman yang telah mengalami pelapukan sempurna, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi kecoklatan atau hitam, tidak berbau, memiliki kadar air rendah, dan suhu ruang (Materi, n.d. 2017).



Gambar 2 6 Media Tanam Kompos
Sumber : Dokumentasi (Materi, n.d. 2017).

b. Pupuk Kandang

Media tanam pupuk ini ialah bahan yang digunakan untuk menanam tanaman, yang terdiri dari pupuk kandang. Pupuk kandang ini memiliki isi faktor hara yang lengkap yakni Natrium (N), fosfor (P) dan kalium kandungan ini bisa menjadikan pupuk ideal sebagai media tanam (Materi, n.d.2017).



Gambar 2 7 Pupuk Kandang
Sumber: manfaat pupuk kandang.com 2022

c. Serabut Kelapa (*Cocopeat*)

Serabut kelapa, yakni limbah yang berasal dari industri Kelada, memiliki sifat fisik kimia yang cocok sebagai campuran media tanam. Cocopeat atau serabut kela ini berbahan organik alternative yang bisa berguna untuk menjadi media tanam (Lubnan et al., 2013) Media tanam ini mengandung unsur hara esensial seperti magnesium, kalsium, kalium, fosfor, dan natrium dan mengikat penyimpanan air dengan baik, sehingga cocok digunakan didaerah panas (Materi, n.d.2017).



Gambar 2 8 Serabut Kelapa (*Cocopeat*)
Sumber : Dokumentasi (Materi, n.d. 2017).

d. Sekam Padi

Sekam padi, yang berasal dari kulit bizi padi (*Oryza sativa*) baik yang sudah digiling maupun belum, pupuk sekam ini digunakan sebagai campuran media tanam. Sekam padi bermanfaat karena dapat memperbaiki sistem aerasi dan drainase media tanam. Kelebihan sekam padi bisa memngangkat air dengan baik dan menjadi sumber kalium (K) bagi tanaman, dan menjaga media tanam agar tidak muda menggumpal atau memadat, sehingga akar tanaman dapat tumbuh dengan optimal(Yelli, Giannini, Utomo, & Edy, 2021).



Gambar 2 9 Sekam Padi
Sumber: Dokumentasi porosbumi.pandutani.or.id 2020

4. Selada (*Lactuca sativa* L.)

1) Pengertian Selada (*Lactuca sativa* L.)

Selada (*Lactuca sativa* L.) adalah sayuran yang bernilai secara ekonomi. Bentuknya yang menarik dan kaya akan gizi membuatnya menjadi pilihan yang menjanjikan untuk dibudidayakan. Tanaman selada biasanya ditanam untuk dipanen daunnya, yang kemudian dimanfaatkan sebagai lalapan, tambahan dalam masakan, atau bahkan sebagai hiasan pada hidangan. Selain itu, selada juga kaya akan berbagai nutrisi dan vitamin, termasuk kalsium, fosfor, besi, serta vitamin A, B, dan C. (Monika, 2021)

Tanaman Selada sangat beragam jenisnya, kultivanya. Terdapat ratusan kultivar dari tanaman selada, tetapi dapat dikelompokkan ke dalam enam kelompok, salah satunya (*Lactuca sativa* L.) ialah tanamah sayur yang warnanya hijau dengan bentuk bulat serta daun yang lebar. Biasanya, daun selada mempunyai ukuran sekitar 20-25 cm panjang dan 15 cm lebar, serta memiliki hijau terang dan hijau agak gelap. (Anjeliza, 2013)



Gambar 2 10 Selada (*Lactuca sativa* L.)

Sumber: Dokumentasi pribadi 2024

Selada kaya kan nutrisi, dengan kandungan yang cukup tinggi. Dalam setiap 100 g berat basah, selada mengandung Vitamin A, Vitamin B, Vitamin C yang penting bagi kesehatan tubuh. Manfaat selada termasuk pencegahan panas tubuh, menjaga kesehatan rambut, mempercepat metabolisme, membantu dalam pembentukan sel darah merah dan putih, serta mengatasi masalah insomnia dan menjaga kelembapan kulit. Selain itu,

konsumsi selada juga dapat mengurangi risiko terkena tumor dan kanker (Ii, 2022).

2) **Klasifikasi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.)**

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Sub Divisi	: Spermathophyta
Class	: Magnoliosida
Ordo	: Asterales
Family	: Asteraceae
Genus	: <i>Lactuca</i>
Species	: <i>Lactuca sativa</i> L.

Lactuca sativa L, atau selada, ialah satu dari jenis sayural yang asalnya dari kingdom Plantae seperti sayuran lainnya. *Lactuca sativa* L juga termasuk dalam kelompok spermatophyta.

3) **Morfologi Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.)**

Selada memiliki 2 jenis sistem perakaran yang terdiri dari akar tunggang dan akar serabut. Akar serabut menempel pada batang dan tumbuh menyebar ke segala arah dengan kedalaman mencapai sekitar 20-50 cm atau lebih. Daun selada bervariasi dalam bentuk, ukuran, dan warna selada bervariasi sesuai dengan jenis. Tinggi tanaman selada berkisar antara 30-40 cm, bergantung pada varietasnya. Selada memiliki sistem perakaran yang terdiri dari akar tunggang dan akar serabut. Akar serabut ini melekat pada batang dan tumbuh menyebar ke segala arah hingga kedalaman sekitar 20-50 cm atau lebih. Daun selada memiliki beragam bentuk, ukuran, dan warna tergantung pada varietasnya. Tinggi tanaman selada berkisar antara 30-40 cm, tergantung pada varietasnya (Saprianto, 2013).

Panen yang dilakukan terlalu cepat dapat menghasilkan rendemen yang rendah, sementara panen yang terlambat dapat mengurangi kualitas produk. Umumnya, selada yang berkualitas tinggi memiliki rasa yang tidak pahit, aroma yang segar, tekstur yang renyah, penampilan fisik yang menarik, dan kandungan serat yang rendah. (Menteri Kesehatan RI, 2014)

4) Manfaat Selada (*Lactuca sativa* L.)

Menurut keterangan dari Menteri Kesehatan RI pada tahun 2014, selada memiliki beragam manfaat yang meliputi kemampuannya dalam memperbaiki organ dalam, mencegah terjadinya panas dalam, meningkatkan metabolisme, mendukung kesehatan rambut, menghindarkan kulit dari kekeringan, serta membantu dalam mengatasi insomnia. Selain itu, selada juga dikenal kaya akan nutrisi dan vitamin yang bermanfaat bagi kesehatan, termasuk dalam mendukung kesehatan otak.

5) Kandungan Selada (*Lactuca sativa* L.)

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lubis pada tahun 2018, tanaman selada mengandung berbagai mineral, vitamin, antioksidan, potasium, zat besi, asam folat, karoten, vitamin C, dan vitamin E. Kandungan nutrisi ini memberikan manfaat yang penting bagi kesehatan manusia. Misalnya, menjaga kesehatan jantung, merawat kulit agar tetap cantik, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mencegah komplikasi selama kehamilan, menjaga kesehatan mata, melawan infeksi dari mikroba, mengatur tekanan darah, serta mencegah risiko terkena kanker. Selada mengandung air yang kaya akan karbohidrat, serta makanan protein, kalori selada 15m kall per 100 gram, dan total nutrisinya menurut (Sains et al., 2023) yatu :

Tabel 2 1 Kandungan Selada

Unsur	Kandungan
Energi	15 kal
Protein	1,5 g
Lemak	0,2 g
Kabohidrat	2,9 g
Kalsium	22 mg
Fosfor	25 mg
Zat besi	1 mg
Vitamin A	540 IU
Vitamin B1	0,04 mg
Vitamin C	8mg

6) Faktor Klimatik Pada Pertumbuhan Tanaman Selada

Pertumbuhan tanaman selada diefektkan oleh bermacam aspek, yakni aspek abiotik dan biotik. Aspek non-hidup yang memengaruhi pertumbuhan selada mencakup suhu tanah dan udara, kelembapan, intensitas cahaya, dan pH. Suhu yang ideal untuk pertumbuhan selada adalah sekitar 20°C pada siang hari dan 10°C pada malam hari, sedangkan suhu di atas 30°C dapat menghambat pertumbuhannya. Faktor biotik yang mempengaruhi pertumbuhan selada termasuk serangan hama dan penyakit yang diakibatkan organisme pengganggu tanaman. Organisme dapat mengganggu dan merusak pertumbuhan tanaman melalui berbagai cara. Kedua faktor ini memiliki dampak yang penting terhadap hasil panen selada. Budidaya selada dapat dilakukan dengan sistem organik atau anorganik, yang dibedakan oleh metode perawatan dan jenis pupuk yang digunakan. Pilihan sistem budidaya tidak hanya mempengaruhi hasil produksi tetapi juga ekosistem di sekitar area pertanian tersebut. (Li ., 2017)

B. Penelitian Terdahulu

Tabel 2 2 Penelitian Terdahulu

No	Penelitian Terdahulu			
	Penelitian	Judul	Metode	Hasil penelitian
1	Yaya Hasanah, Lisa Mawarni, Hamidah Hanum (2020).	<i>Eco-enzyme</i> dan manfaatnya untuk produksi padi organik dan disinfektan	Metode yang digunakan yakni dengan eksperimen yang mengaitkan antara praktik langsung serta pelatihan.	Hasil amatan menunjukkan bahwa padi diberi nutrisi <i>Eco-enzyme</i> menghasilkan 35 anakan dalam 50 hari, sedangkan padi tanpa nutrisi <i>Eco-enzyme</i> hanya menghasilkan 28 anakan
2	Rivo Yulse Viza (2022).	Uji organoleptik <i>Eco-enzyme</i>	Peneltian ini jenisnya ialah eksperimen,	Berdasarkan pengamatan, tanaman padi

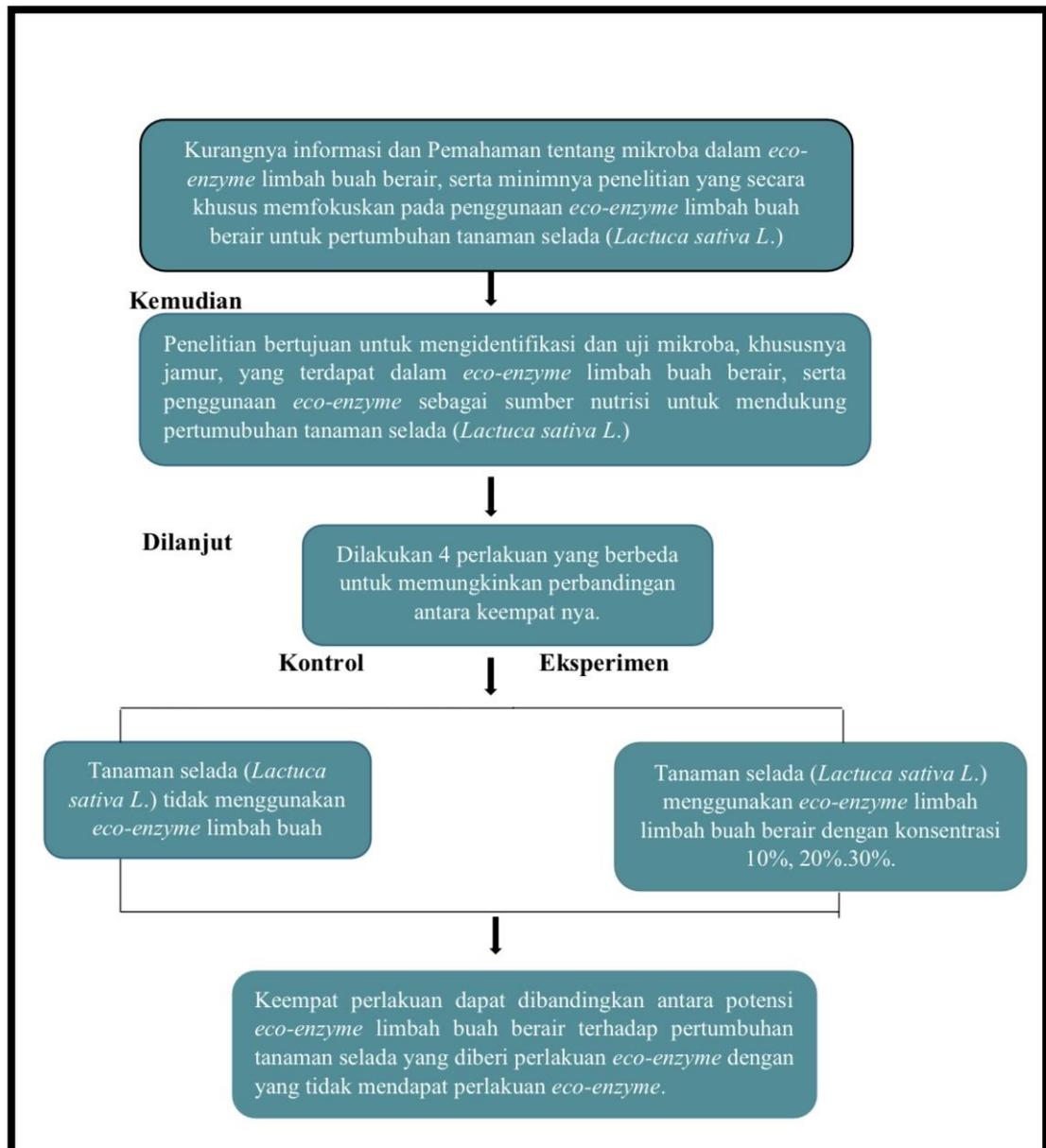
No	Penelitian Terdahulu			
	Penelitian	Judul	Metode	Hasil penelitian
		dari limbah kulit buah.	pendekatan yang dipakai yakni kualitatif. Variabel yang diobservasi pada riset ini meliputi aroma, warna, volume produk akhir, dan pH	dengan pemberian nutrisi <i>Eco-enzyme</i> hasilnya lebih banyak anakan, dengan 35 anakan terbentuk pada 50 hari setelah tanam, sedangkan tanaman padi yang tidak mendapat nutrisi <i>Eco-enzyme</i> hanya menghasilkan 28 anakan.
3	Annisa yulida,Elly Liestiany, Dewi Fitriyani (2023)	Pengaruh <i>Eco-enzym</i> dan <i>Trichoderma</i> sp. Terhadap Intensitas Serangan Nematoda Puru Akar (<i>Meloidogyne</i> spp.) Pada Tanaman Seledri (<i>Apium graveolens</i> L.)	Penelitian ini metodenya yakni metode rancangan Acak Lengkap 6 perlakuan, Selanjutnya setiap perlakuan terdapat 4 ulangan.	Pemberian <i>eco-enzyme</i> , <i>Trichoderma</i> sp., serta kombinasi keduanya dapat meningkatkan jumlah tangkai, populasi nematode, intens serangan, dan berat basah tanaman.
4	Piyantina Rukmini, Dewi	<i>Eco-enzyme</i> berasal dari fermentasi	Pembuatan <i>Eco-enzyme</i> dilakukan	Hasil penelitian menunjukkan

No	Penelitian Terdahulu			
	Penelitian	Judul	Metode	Hasil penelitian
	Astuti Herawati (2023).	limbah organik seperti sampah buah dan rimpang.	dalam tujuh bioreaktor dengan kode T1, T2, T3, T4, T5, T6, dan T7 yang mengandung bahan organik yang berbeda yang memiliki komposisi bahan organik.	bahwa waktu fermentasi minimal adalah 3 bulan. Produk hasil fermentasi <i>Eco-enzyme</i> memiliki aktivitas mikroba yang tinggi, sehingga efektif untuk menghambat pertumbuhan mikroba.
5	Akbar, Galih Pertiwi Endang, Kusdiyantini (2019).	Isolasi dan Karakterisasi secara Morfologi dan Biokimia Khamir dari Limbah kulit nanas madu (<i>Ananas comosus</i> L.) untuk produksi bioe.	Isolasi khamir dilakukan dengan maserasi menggunakan kulit buah nanas madu (5) gram yang akan di desinfektan dengan etanol 70% selama 30 detik dan larutan NaOCl 0.5% selama 2 menit .	Berdasar hasil isolasi, didapati 6 isolat khamir dari kulit nanas madu (<i>Ananas comosus</i> L.) yaituyakni isolat Ep-1, Ep-2, Ep-3, Ed- 1, Ed-2, dan Ed-

Secara keseluruhan, kelima penelitian tersebut memiliki hubungan sejalan dengan penelitian yang peneliti lakukan. Variabel-variabel riset juga terkait erat dengan tujuan untuk mengidentifikasi mikroba dalam *Eco-enzyme* dari limbah buah berair. Fokus penelitian ini terpusat pada pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.)

C. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini dilatar belakangi oleh beberapa hal yakni pentingnya pemantauan terus menerus terhadap pelaksanaan program pengelolaan limbah buah-buahan dan produksi *eco-enzyme* serta mendorong peran pemerintah dan masyarakat dalam menciptakan kebijakan yang mendukung praktik pengelolaan limbah yang berkelanjutan sehingga dapat memberikan pedoman praktis untuk penggunaan yang aman dan efektif dari produk *eco-enzyme*. Riset ini, *Eco-enzyme* dijadikan sebagai variabel guna mengidentifikasi mikroba dalam pembuatan *Eco-enzyme* dari limbah buah berair terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). Berdasarkan uraian di atas, paradigma penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2 11 Bagan Perbandingan potensi *Eco-enzyme* limbah buah berair

D. Asumsi

Untuk mencapai pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang optimal, maka diperlukan nutrisi dan unsur hara yang memadai, baik itu unsur hara makro maupun mikro, seperti yang disebutkan oleh (Harvani, Dwi, dkk 2014).

E. Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah, asumsi, dan kerangka pemikiran yang telah disusun, hipotesis dalam penelitian ini dapat di rumuskan:

- H₀ : Tidak ada perbedaan dalam pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) yang diberi *Eco-enzyme* limbah buah berair dengan tanaman selada yang tidak diberi *Eco-enzyme* limbah buah berair
- H₁ : Terdapat perbedaan dalam pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) yang diberi *Eco-enzyme* limbah buah berair dengan tanaman selada yang tidak diberi *eco-enzyme* limbah buah berair

F. Keterkaitan Hasil Penelitian dengan Pembelajaran Biologi

Penelitian ini hasilnya mempunyai potensi untuk menjadi contoh yang berguna dalam pembelajaran biologi, terutama dalam memahami materi tentang pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini mencakup aspek-aspek pertumbuhan tanaman, baik faktor internal maupun eksternal. Dalam konteks pembelajaran biologi, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai studi kasus baik sebagai materi tambahan maupun inti dalam pembelajaran tentang pertumbuhan tanaman.

Data penelitian ini bisa dimanfaatkan untuk kegiatan pembelajaran biologi. Kompetensi Dasar Kelas XII semester (ganjil) yang termasuk dalam Kurikulum 2013 KD 3.1 menitik beratkan pada materi tentang pertumbuhan dan perkembangan tanaman.