

## **PENGARUH PEMBERIAN EKOENZIM TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN SAWI HIJAU (*BRASSICA RAPA* VAR. *PARACHINENSIS*)**

Riska Jasmaria<sup>1</sup>, Fitra Suzanti<sup>2</sup>, Darmadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Riau

<sup>1</sup>[riska.jasmaria5055@student.unri.ac.id](mailto:riska.jasmaria5055@student.unri.ac.id), <sup>2</sup>[fitra.suzanti@lecturer.unri.ac.id](mailto:fitra.suzanti@lecturer.unri.ac.id),

<sup>3</sup>[darmadi@lecturer.unri.ac.id](mailto:darmadi@lecturer.unri.ac.id)

### **ABSTRACT**

*This study is motivated by the issue of organic waste, which has the potential to be processed into ecoenzymes as an alternative liquid organic fertilizer to support plant growth while reducing dependence on inorganic fertilizers. The aim of this research is to analyze the effect of ecoenzyme application on the growth of green mustard (*Brassica rapa* var. *parachinensis*). The study employed an experimental method using a Completely Randomized Design comprising five treatments: P0 as a negative control, P1 with manure fertilizer as a positive control, P2 with 5 ml/L ecoenzyme, P3 with 10 ml/L ecoenzyme, and P4 with 15 ml/L ecoenzyme, each replicated four times. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 5% significance level. The results showed that the ecoenzyme had very low nutrient content, namely N 0.14%, P 0.10%, and K 0.08%, with a pH of 3.48, yet it still influenced the growth of green mustard. The 10 ml/L treatment generally exhibited the best outcomes, particularly in leaf number and root length, while the highest fresh weight was observed in the 15 ml/L treatment. Thus, ecoenzymes have the potential to be used as an environmentally friendly alternative liquid organic fertilizer in the cultivation of green mustard.*

*Keywords: Ecoenzyme, Green mustard, Liquid organic fertilizer, Plant growth, Brassica rapa var. parachinensis*

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh permasalahan sampah organik yang berpotensi diolah menjadi ekoenzim sebagai alternatif pupuk organik cair untuk mendukung pertumbuhan tanaman sekaligus mengurangi ketergantungan pada pupuk anorganik. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh pemberian ekoenzim terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*). Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas lima perlakuan, yaitu P0 sebagai kontrol negatif, P1 pupuk kandang sebagai kontrol positif, P2 5 ml/L ekoenzim, P3 10 ml/L ekoenzim, dan P4 15 ml/L ekoenzim, masing-masing diulang empat kali. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekoenzim memiliki kandungan hara yang sangat rendah, yaitu N 0,14%, P 0,10%, dan K 0,08%, dengan pH 3,48, tetapi tetap berpengaruh terhadap pertumbuhan sawi hijau. Perlakuan 10 ml/L menunjukkan kecenderungan hasil terbaik secara umum, terutama pada jumlah daun dan panjang akar, sedangkan berat basah tertinggi terdapat pada perlakuan 15 ml/L. Dengan demikian, ekoenzim berpotensi digunakan sebagai alternatif pupuk organik cair yang ramah lingkungan dalam budidaya sawi hijau.

*Kata Kunci: Ekoenzim, Sawi hijau, Pupuk organik cair, Pertumbuhan tanaman, Brassica rapa var. parachinensis*

## **A. Pendahuluan**

Sampah yang merupakan persoalan utama yang dihadapi oleh hampir seluruh kota di dunia. Peningkatan jumlah penduduk beserta aktivitasnya turut memicu bertambahnya volume sampah. Kondisi ini menuntut pengeluaran biaya yang besar serta ketersediaan lahan yang memadai untuk penanganannya. Selain itu, dari segi kesehatan, pengelolaan sampah yang tidak tepat dapat menimbulkan dampak berbahaya bagi tubuh manusia maupun lingkungan sekitar (Komarudin *et al.*, 2023:17).

Sampah berkontribusi besar terhadap peningkatan kapasitas di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Jika tidak dikelola dengan baik, akan menimbulkan tumpukan sampah, dan secara alami akan menghasilkan kompos yang disertai dengan produksi gas metana dan CO<sub>2</sub> yang menyebabkan pemanasan global. Penumpukan sampah organik juga menghasilkan air lindi yang dapat mencemari tanah dan air tanah. TPA juga merupakan tempat kerja yang tidak sehat bagi para pekerja pemulung. Membakar sampah akan mencemari udara, membuang sampah ke sungai akan mencemari

air, menyumbat saluran air dan menyebabkan banjir. Dibutuhkan upaya yang besar dan dilakukan secara bersama-sama untuk mengatasi permasalahan sampah.

Mengubah sampah menjadi produk bernilai tambah, juga berpotensi menguntungkan dalam menciptakan lingkungan yang bersih (Hemalatha & Visantini, 2020:1). Salah satu yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif dari sampah organik adalah dengan membuat Ekoenzim, yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (POC) (Pakki *et al.*, 2021:126).

Ekoenzim merupakan larutan fermentasi yang dihasilkan dari pemanfaatan sisa buah maupun sayuran dengan tambahan molase atau gula merah dan air. Ekoenzim dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk memperbaiki dampak dari penggunaan pupuk anorganik. Ekoenzim mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, baik unsur hara mikro maupun makro (Putri *et al.*, 2023:350). Selain itu, penggunaan kulit buah mengandung asam organik alami sebagai bahan baku ekoenzim dapat meningkatkan kandungan nutrisi dalam larutan (Meilani *et al.*, 2023:1140).

Kandungan asam pada ekoenzim bermanfaat untuk produksi fitohormon (auksin, giberalin, dan sitokinin) yang berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan generatif, serta pematangan buah (Ginting *et al.*, 2021:33).

Berdasarkan keunggulan dan kandungan alami yang dimiliki ekoenzim, maka ekoenzim perlu digunakan sebagai nutrisi bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan ekoenzim dapat meningkatkan kualitas tanaman yang dibudidayakan karena memberikan manfaat kepada para petani. Unsur hara yang ada didalam ekoenzim dapat diserap oleh tanaman sehingga akan mengoptimalkan pertumbuhan. Dampak dari keberhasilan penggunaan ekoenzim pada tanaman dapat menguntungkan petani apabila hasil yang didapatkan berkualitas tinggi. Untuk kandungan nutrisi pada ekoenzim sudah cukup untuk digunakan sebagai pupuk organik karena terdapat beberapa kandungan dari ekoenzim antara lain N, P, K, C-organik dan pH (Ginting *et al.*, 2021:29).

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara dan kondisi lingkungan yang

mendukung. Salah satu upaya ramah lingkungan untuk meningkatkan kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman adalah dengan memanfaatkan ekoenzim, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik seperti kulit buah dan sisa sayuran. Berdasarkan hasil analisis, ekoenzim yang akan digunakan memiliki pH sebesar 3,48, menunjukkan sifatnya yang asam, sehingga berpotensi membantu melarutkan unsur hara di dalam tanah. Kandungan unsur hara makro yang terdapat dalam ekoenzim, yaitu nitrogen (N) sebesar 0,14%, fosfor (P) sebesar 0,10%, dan kalium (K) sebesar 0,08%, meskipun tergolong rendah, tetap dapat berkontribusi dalam mendukung proses fisiologis tanaman seperti pembentukan daun, akar, serta perkembangan bunga dan buah. Oleh karena itu, pemberian ekoenzim diharapkan dapat menjadi alternatif pupuk dari organik yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara alami tanpa mencemari lingkungan.

Tanaman sawi dikenal luas di Indonesia karena memiliki kandungan gizi yang baik, sehingga memberikan manfaat bagi kesehatan tubuh manusia serta mampu tumbuh

dengan baik di daerah dataran rendah maupun dataran tinggi (Novianto *et al.*, 2020:35). Tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) termasuk dalam keluarga *Brassicaceae* atau kelompok tanaman sawi, dan sering pula disebut *caisim/caisin* maupun sawi bakso. Jenis sayuran ini relatif mudah untuk dibudidayakan dan dapat dimakan secara langsung ataupun diolah menjadi berbagai hidangan, seperti asinan, lalapan, serta masakan lainnya. Pada umumnya, sawi hijau lebih sering dikonsumsi setelah diolah karena memiliki rasa pahit yang berasal dari kandungan alkaloid carpine (Juliana *et al.*, 2024:2). Zat gizi yang terkandung dalam sawi antara lain protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, Vitamin A, Vitamin B, dan Vitamin C (Ibrahim & Tanaiyo, 2018:64).

Tingginya minat masyarakat terhadap sawi menyebabkan sayuran tersebut mudah dijumpai di pasar lokal dengan harga yang cukup terjangkau. Untuk memenuhi kebutuhan konsumen, para petani berupaya meningkatkan produksi dari segi kualitas maupun kuantitas. Salah satu langkah yang ditempuh adalah melalui pemupukan guna

memperbaiki kualitas tanaman. Hingga kini, pupuk kimia masih menjadi pilihan utama petani dalam proses budidaya sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) (Syiafuddin *et al.*, 2022:41).

Salah satu alasan pupuk anorganik banyak dipilih petani adalah karena penggunaan yang cukup praktis, mudah diperoleh, harganya relatif murah, serta cara aplikasinya sederhana dan memberikan hasil yang cepat terlihat. Namun demikian, pemakaian pupuk anorganik juga memiliki sisi negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Jika digunakan secara berlebihan dan terus-menerus dalam jangka panjang, pupuk ini dapat mencemari lingkungan, misalnya membuat struktur tanah menjadi keras (Nisa *et al.*, 2022:990), mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanah akan menurun, kandungan bahan organik tanah ikut berkurang (Lestari & Muryanto, 2018:61). Maka dari itu, diperlukan penggunaan pupuk organik dalam melakukan budidaya sawi hijau.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan di atas, maka peneliti memilih mengangkat permasalahan ini dan melaksanakan

penelitian yang diberi judul “Pengaruh Pemberian Ekoenzim terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*)”.

## **B. Metode Penelitian**

### **1. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Pada tahap ini terdapat variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian adalah kombinasi konsentrasi ekoenzim, sedangkan variabel terikat adalah parameter kimia, parameter biologi, dan parameter fisika.

### **2. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Alam Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau, pada bulan November 2025 hingga Juni 2026, sedangkan durasi eksperimen selama 42 hari.

### **3. Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tiga teknik yaitu eksperimen, pengukuran langsung, dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 kelompok perlakuan konsentrasi ekoenzim P0 (kontrol

negatif/tanpa perlakuan), P1 (kontrol positif/pupuk kandang), P2 (pupuk kandang + 5 ml ekoenzim/l air), P3 (pupuk kandang + 10 ml ekoenzim/l air), P4 (pupuk kandang + 15 ml ekoenzim/l air) yang masing-masing diulang sebanyak 4 kali sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Data dikumpulkan dari 3 variabel terikat yaitu parameter kimia, parameter biologi, dan parameter fisika tanaman yang diukur pada akhir penelitian atau masa panen.

### **4. Teknik Analisis Data**

Data pada penelitian ini dianalisis dengan analisis ragam (*Analysis of Variance* atau ANOVA) dengan taraf  $\alpha = 5\%$ . Apabila hasil dari data tersebut menunjukkan pengaruh nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf  $\alpha = 5\%$ .

## **C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

### **1. Hasil**

#### **a. Kadar Unsur Hara dan pH pada Ekoenzim**

Hasil dari uji laboratorium kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) pada ekoenzim dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Analisis kandungan N,P,K, dan pH pada ekoenzim**

| No | Parameter    | Hasil Analisis Unsur Hara (%) | Standar Mutu (%) | Kriteria      |
|----|--------------|-------------------------------|------------------|---------------|
| 1. | Nitrogen (N) | 0,14                          | 2-6              | Sangat rendah |
| 2. | Fosfor (P)   | 0,10                          |                  | Sangat rendah |
| 3. | Kalium (K)   | 0,08                          |                  | Sangat rendah |
| 4. | pH           |                               | 3,48             |               |

Sumber: Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 (2019)

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis pengujian kandungan unsur hara N sebesar 0,14%, P sebesar 0,10%, dan K sebesar 0,08%. Hasil pengukuran pH ekoenzim sebesar 3,48. Berdasarkan Tabel 4.1, ketiga unsur hara termasuk dalam kriteria sangat rendah menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 (2019) karena ketiganya hanya mengandung unsur hara < 2%.

#### **b. Derajat Keasaman (pH) Tanah**

Hasil pengukuran pH tanah pada media tanam di awal dan di akhir masa tanam sawi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) Tanah**

| Perlakuan                          | Rata-rata |       |
|------------------------------------|-----------|-------|
|                                    | Awal      | Akhir |
| P0 (kontrol negatif)               | 6,60      | 6,40  |
| P1 pupuk kandang (kontrol positif) | 6,60      | 6,50  |
| P2 (5 ml ekoenzim/L air)           | 6,60      | 6,40  |
| P3 (10 ml ekoenzim/L air)          | 6,60      | 6,30  |
| P4 (15 ml ekoenzim/L air)          | 6,60      | 6,30  |

Berdasarkan data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai pH tanah pada media tanam sebelum pemberian perlakuan ekoenzim memiliki pH yang sama yaitu 6,60 merupakan kondisi pH netral. Namun setelah pemberian perlakuan ekoenzim kondisi pH tanah mengalami penurunan menjadi 6,30. Untuk pengukuran pH tanah dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Pengukuran pH Tanah dan Kelembapan Tanah**

#### **c. Kelembapan Tanah**

Pemberian ekoenzim mempengaruhi kelembapan tanah yang digunakan sebagai media tanam sawi. Hasil pengukuran kelembapan tanah pada media tanam di awal dan di akhir masa tanam sawi dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. Hasil Pengukuran Kelembapan Tanah**

| Perlakuan                          | Rata-rata |           |
|------------------------------------|-----------|-----------|
|                                    | Awal (%)  | Akhir (%) |
| P0 (kontrol negatif)               | 20,00     | 28,00     |
| P1 pupuk kandang (kontrol positif) | 20,00     | 33,00     |
| P2 (5 ml ekoenzim/liter air)       | 20,00     | 40,00     |
| P3 (10 ml ekoenzim/liter air)      | 20,00     | 40,00     |
| P4 (15 ml ekoenzim/ 1 liter air)   | 20,00     | 40,00     |

Tabel 3, diketahui bahwa kelembapan tanah di awal masa tanam sawi adalah 20%. Setelah 42 hari masa tanam, kelembapan tanah pada setiap perlakuan mengalami peningkatan menjadi 40%. Untuk pengukuran kelembapan tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

#### **d. Tinggi Tanaman**

Rata-rata tinggi tanaman sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) dengan pemberian ekoenzim disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Rata-rata Tinggi Tanaman Sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) dengan pemberian konsentrasi ekoenzim yang berbeda**

| Perlakuan                          | Tinggi Tanaman (cm) |
|------------------------------------|---------------------|
| P0 (kontrol negatif)               | 30,45 ab            |
| P1 pupuk kandang (kontrol positif) | 31,55 ab            |
| P2 (5 ml ekoenzim/liter air)       | 29,33 a             |
| P3 (10 ml ekoenzim/liter air)      | 33,38 ab            |
| P4 (15 ml ekoenzim/liter air)      | 31,93 ab            |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 4, pemberian ekoenzim tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter tinggi tanaman, namun secara rata-rata, tanaman tertinggi dapat dilihat pada konsentrasi ekoenzim 10 ml/liter air, dan tanaman terendah pada perlakuan P2 (5 ml ekoenzim/l air).

Gambar tinggi tanaman sawi pada akhir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2. Dokumentasi tinggi tanaman**

#### **e. Jumlah Daun (Helai)**

Rata-rata tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) dengan pemberian ekoenzim disajikan pada Tabel 5.

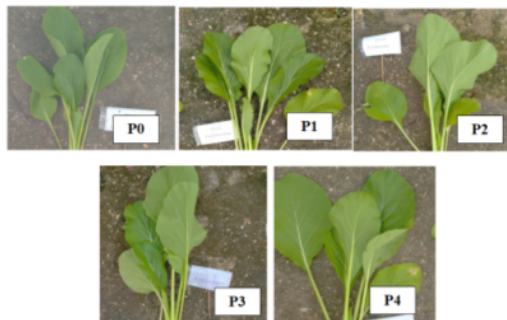
**Tabel 5. Rata-rata jumlah daun tanaman Sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) dengan pemberian konsentrasi ekoenzim yang berbeda**

| Perlakuan                          | Jumlah Daun (helai) |
|------------------------------------|---------------------|
| P0 (kontrol negatif)               | 5,50 a              |
| P1 pupuk kandang (kontrol positif) | 7,25 b              |
| P2 (5 ml ekoenzim/liter air)       | 7,50 bc             |
| P3 (10 ml ekoenzim/liter air)      | 7,75 bc             |
| P4 (15 ml ekoenzim/liter air)      | 7,75 bc             |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan hasil uji statistik pada Tabel 5, pemberian ekoenzim memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter jumlah

daun, pada perlakuan P0 sebanyak 5,50 helai, perlakuan P1 sebanyak 7,25 helai, perlakuan P2 sebanyak 7,50 helai, perlakuan P3 sebanyak 7,75 helai, dan perlakuan P4 sebanyak 7,75 helai. Dari rerata helaian daun terbanyak dapat dilihat pada pemberian ekoenzim 10 ml/liter air, dan terendah pada perlakuan P0 (kontrol negatif). Perlakuan P3 dan P4 menunjukkan jumlah helaian daun terbanyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Gambar jumlah daun pada akhir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Dokumentasi helaian daun**

#### **f. Panjang Akar**

Rata-rata tinggi tanaman sawi hijau (*Brassica rapa* var. *parachinensis*) dengan pemberian ekoenzim disajikan pada Tabel 6.

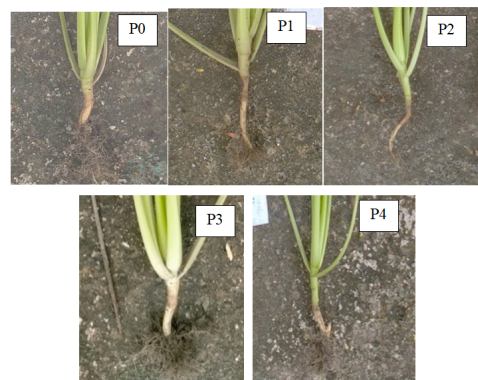
**Tabel 6. Rerata panjang akar tanaman sawi hijau dengan pemberian konsentrasi ekoenzim yang berbeda**

| Perlakuan                          | Panjang akar (cm) |
|------------------------------------|-------------------|
| P0 (kontrol negatif)               | 9,20 a            |
| P1 pupuk kandang (kontrol positif) | 13,20 b           |
| P2 (5 ml ekoenzim/liter)           | 13,43 b           |

| air)                          |          |
|-------------------------------|----------|
| P3 (10 ml ekoenzim/liter air) | 14,25 bc |
| P4 (15 ml ekoenzim/liter air) | 13,83 bc |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 6, pemberian ekoenzim memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter panjang akar. Panjang akar tertinggi dapat dilihat pada konsentrasi ekoenzim 10 ml/liter air, dan terendah pada perlakuan kontrol negatif (P0). Gambar jumlah daun pada akhir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4. Dokumentasi panjang akar**

#### **g. Berat Basah Tanaman**

Hasil perhitungan rata-rata berat basah tanaman sawi hijau yang dipengaruhi oleh pemberian ekoenzim dengan konsentrasi yang berbeda disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7. Rerata berat basah tanaman sawi dengan pemberian konsentrasi ekoenzim yang berbeda**

| Perlakuan | Berat Basah (gr) |
|-----------|------------------|
|-----------|------------------|

|                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| P0 (kontrol negatif)                  | 21,25 a  |
| P1 pupuk kandang<br>(kontrol positif) | 30,00 ab |
| P2 (5 ml ekoenzim/liter<br>air)       | 30,50 bc |
| P3 (10 ml<br>ekoenzim/liter air)      | 33,25 bc |
| P4 (15 ml<br>ekoenzim/liter air)      | 30,75 bc |

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 7, pemberian ekoenzim memberikan pengaruh yang signifikan terhadap parameter berat basah, perlakuan tertinggi dapat dilihat pada konsentrasi ekoenzim 15 ml/liter air, dan terendah pada perlakuan kontrol negatif (P0) dengan nilai berat basah sebesar 33,25 gr, dan 21,25 gr.

## **2. Pembahasan**

### **a. Kadar Unsur Hara dan pH pada Ekoenzim**

Nitrogen, fosfor, dan kalium merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur Nitrogen (N) berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pada akar, batang, dan daun. Nitrogen berfungsi sebagai bahan sintesis klorofil, asam-asam amino yang akan menjadi protein, kemudian protein yang terbentuk digunakan

untuk membentuk hormon pertumbuhan.

Laka (2018:48) menyatakan bahwa unsur nitrogen yang terdapat pada protein adalah 16% dari protein tersebut yang banyak tersimpan pada pucuk dan daun muda. Nitrogen juga bermanfaat untuk pertumbuhan vegetatif tanaman yaitu pembentukan sel-sel baru seperti daun, cabang

Produk ekoenzim berbasis kulit buah naga, pisang, jeruk, nenas, dan sisa sayuran yang difermentasi selama 3 bulan memiliki warna kecoklatan, memiliki lapisan biofilm berwarna putih pada permukaan larutan, memiliki aroma asam segar dan tekstur yang cair. Tingkat pH ekoenzim yang dihasilkan cenderung berada pada kondisi asam, hal ini dipengaruhi oleh tingginya kandungan asam organik yang secara alami terdapat pada kulit buah serta aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses penguraian bahan organik. Tanti (2019:2054) mengemukakan bahwa pupuk organik cair yang berkualitas baik pada umumnya ditandai dengan warna kuning kecoklatan, tidak berbau, memiliki pH netral serta mengandung unsur hara dalam jumlah yang tinggi.

Proses pembuatan ekoenzim membutuhkan molase atau gula merah yang berfungsi sebagai sumber nutrisi bagi mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik. Selama proses fermentasi berlangsung, mikroorganisme yang terdapat pada bahan organik akan mengurai senyawa-senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Kurniawati (2018:52) mikroorganisme di dalam pupuk organik memberikan manfaat yang sangat besar, karena berfungsi sebagai dekomposer bahan organik yang dapat membantu meningkatkan ketersediaan unsur hara di dalam media tanam untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

Hasil analisis kadar nutrisi makro ekoenzim menunjukkan bahwa kandungan unsur nitrogen, fosfor, dan kalium secara berturut-turut adalah 0,14%, 0,10%, dan 0,08%. Rendahnya kadar N, P, dan K menunjukkan bahwa nutrisi makro yang dimiliki oleh ekoenzim dalam penelitian ini belum memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian RI dalam SK Menteri Pertanian

No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019 untuk POC komersil.

#### **b. Derajat Keasaman (pH) Tanah**

Berdasarkan data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa nilai pH pada media tanam sebelum pemberian ekoenzim memiliki pH yang sama yaitu pH 6,7. Berdasarkan data tersebut, kandungan pH awal tanah sebelum perlakuan merupakan kondisi pH netral. Namun setelah pemberian perlakuan ekoenzim, kondisi pH tanah mengalami penurunan yang mulanya pH 6,7 menjadi pH 5,9. Pada perlakuan P0 (kontrol negatif), pH tanah tetap 6,7. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa penambahan pupuk atau bahan organik, kondisi tanah tidak mengalami perubahan yang berarti. pH tetap stabil karena tidak ada bahan yang dapat mempengaruhi sifat kimia tanah secara signifikan.

Pemberian ekoenzim mampu menurunkan pH tanah karena mengandung berbagai asam organik, seperti asam asetat dan senyawa asam lainnya yang dihasilkan dari proses fermentasi bahan organik. Semakin tinggi konsentrasi ekoenzim yang diaplikasikan, sehingga pH tanah menjadi lebih rendah (Tahmidina & Sitawati, 2023:253).

Ekoenzim juga memiliki manfaat lain, yaitu memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan tanah. Ekoenzim berasal dari bahan organik limbah kulit buah dan sayuran yang mengandung asam organik untuk pupuk tanaman (Ichsan & Sulhaswardi, 2024:254).

Namun, pada penelitian Suwandi *et al.* (2024:4), ekoenzim justru meningkatkan pH tanah dari 5,13 menjadi 5,38. Kondisi ini terjadi karena asam organik dalam ekoenzim tidak hanya bersifat asam, tetapi juga mampu mengikat ion  $H^+$ , Al, dan Fe di dalam tanah. Ion Al dan Fe merupakan unsur yang dapat menyebabkan tanah menjadi lebih masam melalui proses hidrolisis. Ketika ion-ion tersebut diikat oleh asam organik membentuk senyawa khelat, proses pemasaman tanah dapat berkurang sehingga pH tanah meningkat atau menjadi lebih stabil.

Dengan demikian, ekoenzim dapat menurunkan maupun meningkatkan pH tanah tergantung pada karakteristik tanah awal. Pada tanah yang relatif netral, kandungan asam organik lebih dominan menyebabkan penurunan pH. Sebaliknya, pada tanah masam dengan kandungan Al dan Fe tinggi,

asam organik dapat membantu menekan tingkat keasaman sehingga pH tanah meningkat.

### **c. Kelembapan Tanah**

Kelembapan tanah adalah air yang mengisi sebagian maupun keseluruhan rongga-rongga yang terdapat di dalam tanah pada lapisan yang berada di atas permukaan air tanah. Kelembapan tanah dapat terjadi akibat peresapan air melalui celah kapiler. Kelembapan tanah menentukan seberapa banyak air yang mampu diserap oleh tanaman, dan menentukan seberapa banyak tingkat pembasuhan yang dilakukan oleh air terhadap nutrisi di dalam tanah. Semakin banyak nutrisi tanah yang terbasuh, semakin tidak baik bagi tanaman (Karyati, 2018:104).

Ketersediaan air pada rongga-rongga tanah yang cukup selama pertumbuhan tanaman akan mempercepat proses penyerapan unsur hara dan laju fotosintesis, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Selain itu, tanah yang cukup lembab mendukung aktivitas mikroorganisme dalam tanah, sehingga nutrisi hasil penguraian mikroorganisme tanah lebih mudah tersedia bagi tanaman (Siahaan, 2024:59).

Tanah yang terlalu kering atau terlalu basah dapat menghambat penyerapan nutrisi, yang berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman. Tanah yang terlalu basah dapat menyebabkan kondisi anaerobik (kekurangan oksigen), yang menghambat pertumbuhan akar dan menyebabkan penyakit akar yang berdampak pada ketidakmampuan akar untuk menyerap air dan nutrisi dengan efisien. Dan sebaliknya, tanah yang terlalu kering dapat menyebabkan akar tidak mendapatkan cukup air dan nutrisi, yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman dan layu (Siahaan, 2024:59).

#### **d. Tinggi Tanaman**

Berdasarkan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan P3 (10 ml ekoenzim/l air) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi, sementara itu P2 (5ml ekoenzim/l air) menghasilkan nilai terendah di antara seluruh perlakuan. Pada perlakuan P1 (pupuk kandang) tanpa tambahan ekoenzim menghasilkan tinggi tanaman sebesar 31,55 cm, lebih tinggi dibandingkan kontrol negatif (P0) sebesar 30,45 cm. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk kandang berperan nyata terhadap

pertumbuhan tanaman melalui penyediaan unsur hara makro, terutama nitrogen (N), yang berperan dalam pembentukan klorofil dan pemanjangan sel pada jaringan meristem apikal batang. Nitrogen yang tersedia di dalam tanah akan diserap oleh akar dan digunakan untuk memacu pertumbuhan vegetatif, termasuk penambahan tinggi tanaman sawi hijau. Hal ini sesuai dengan pendapat Ichsan & Sulhaswardi (2024:254), bahwa adanya pengaruh yang signifikan pada perkembangan tanaman disebabkan oleh keberadaan unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang terdapat dalam pupuk yang digunakan.

Tumbuhan dikatakan tumbuh dan berkembang apabila mengalami tinggi tanaman yang terus meningkat dari hari ke hari berikutnya. Berdasarkan data hasil penelitian, perlakuan pada media tanaman pupuk kandang yang diberikan pengaplikasian ekoenzim dengan berbagai konsentrasi memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman sawi hijau. Pada perlakuan P2 (5 ml ekoenzim/l air), tinggi tanaman sebesar 29,33 cm, perlakuan ini menghasilkan tinggi tanaman

terendah. Hal ini diduga karena pada konsentrasi rendah (5 ml ekoenzim/l air), kandungan asam organik dari ekoenzim belum cukup untuk merangsang aktivitas mikroba tanah secara optimal sehingga penyerapan hara menjadi kurang efisien.

Perlakuan P3 (10 ml ekoenzim/l air) sebesar 33,38 cm merupakan dosis optimal dalam penelitian ini. Pada konsentrasi ini, ekoenzim mengandung asam organik dan enzim aktif dalam jumlah yang cukup untuk meningkatkan aktivitas mikroorganisme pengurai bahan organik di dalam tanah, membantu pelarutan unsur hara terutama N dan P agar lebih mudah diserap akar, serta menstimulasi pertumbuhan tanaman melalui senyawa bioaktif yang dihasilkan selama proses fermentasi. Ekoenzim dapat merangsang pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan kontrol, hal ini didukung oleh hasil penelitian Varshini & Gayathri (2023:1299) yang menunjukkan adanya peningkatan tinggi tunas pada tanaman *Cucurbit maxima* yang mendapatkan aplikasi ekoenzim.

Tinggi tanaman pada P3 lebih optimal dibandingkan pada P4 (ekoenzim 15 ml/liter air). Hal ini

menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekoenzim tidak berbanding lurus dengan pertambahan tinggi tanaman (Surtikanti *et al.*, 2024:74). Nilai pH tanah pada perlakuan P4 yang mencapai 6,30 lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Kondisi ini terjadi karena tingginya jumlah ekoenzim yang diberikan sehingga asam organik yang masuk ke dalam tanah semakin banyak. Tingginya kadar asam organik dalam tanah pada perlakuan P4 diduga menyebabkan terganggunya ketersediaan unsur hara di dalam tanah serta menurunnya kemampuan akar tanaman dalam menyerap hara secara efisien sehingga pertumbuhan tanaman pada perlakuan P4 tidak seoptimal perlakuan P3.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal seperti hormon berperan untuk merangsang tinggi tanaman (Ginting *et al.*, 2021:32). Hormon atau zat pengatur tubuh dapat mempercepat masuknya air ke dalam sel membantu penyerapan unsur N, Mg, Fe, Cu serta dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan

sintesis protein dan pengembangan dinding sel (Kambey *et al.*, 2023:223).

Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman sawi hijau berasal dari kandungan ekoenzim seperti unsur hara makro dan mikro yang diberikan untuk menutrisi tanaman tersebut (Ritonga & Anhar, 2022:218). Kandungan unsur hara dapat memacu reaksi metabolisme sehingga menghasilkan senyawa sederhana yang diperlukan untuk pertumbuhan dan pembentukan organ (Purwaningsih *et al.*, 2021:246). Unsur hara makro seperti nitrogen dalam tanaman dapat merangsang pertumbuhan secara keseluruhan dan berperan dalam fotosintesis (Purwaningsih *et al.*, 2021:249). Unsur hara fosfor (P) sebagai pembentuk ATP (*adenosine triphosphate*) berperan penting dalam proses pemberlahan dan perpanjangan sel. Selain itu, terdapat unsur kalium (K) yang berfungsi sebagai aktivator berbagai enzim yang berperan dalam reaksi fotosintesis dan respirasi, termasuk enzim yang terlibat dalam sintesis protein dan pati. Proses fotosintesis yang berlangsung akan

menghasilkan fotosintat yang selanjutnya dimanfaatkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman, termasuk dalam peningkatan tinggi tanaman (Anjani *et al.*, 2022:4).

Menurut Ichsan & Sulhaswardi (2024:255) pemberian ekoenzim mempengaruhi tinggi tanaman karena kandungan asam pada ekoenzim bermanfaat dalam proses produksi hormon tumbuhan seperti auksin, giberalin, dan sitokinin. Hormon ini berperan dalam memaksimalkan pertumbuhan tanaman. Asam asetat merupakan prekursor dalam sintesis beberapa jenis hormon, salah satunya adalah auksin. *Indole-3-acetic acid* (IAA) merupakan bentuk aktif dari auksin yang berperan dalam mengatur pertumbuhan sel serta diferensiasi pada tumbuhan. Dengan demikian, pertumbuhan tanaman tetap berlangsung meskipun tanaman hanya mengandalkan unsur hara yang tersedia di dalam tanah, serta pemberian ekoenzim terbukti memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman dalam penelitian ini.

#### **e. Jumlah Daun (Helai)**

Jumlah daun pada tanaman sawi hijau yang dihasilkan,

dipengaruhi oleh unsur hara yang diserap oleh tanaman. Kondisi pertumbuhan tanaman sawi hijau yang baik ditandai dengan banyaknya jumlah daun yang terdapat pada tanaman. Pemberian ekoenzim 10 hingga 15 ml/l mampu menyediakan unsur N yang cukup bagi tanaman. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sharfina & Fevria (2022:214) unsur nitrogen (N) pada tanaman bermanfaat untuk mempercepat pertumbuhan daun dan batang, karena nitrogen akan diserap oleh akar tanaman dalam bentuk  $\text{NO}_3^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ . Jumlah daun juga dipengaruhi oleh faktor luar seperti sinar matahari, suhu dan kelembapan udara.

Daun menjadi salah satu organ penting untuk proses fotosintesis, semakin banyak jumlah daun yang dimiliki tanaman akan berdampak positif terhadap produksi hasil fotosintat (Safitri *et al.*, 2021:4). Jika unsur hara yang diberikan sesuai dengan dosis maka akar tanaman akan lebih optimal dalam menyerapnya, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik. Unsur hara nitrogen (N) dapat mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman termasuk pembentukan

klorofil pada daun sehingga jumlah stomata pada daun meningkat jumlahnya, dengan memberikan unsur hara nitrogen yang cukup pada tanaman dapat membantu meningkatkan lebar, panjang dan jumlah daun.

Unsur nitrogen pada ekoenzim bisa diserap langsung oleh daun tanaman dalam bentuk berupa  $\text{NO}_3^-$  (Nitrat) dan  $\text{NH}_4^+$  (Amonium), sehingga kinerjanya menjadi lebih efisien (Prasetiawati, 2023:110). Menurut Hasiholan *et al.* dalam Prasetiawati (2023:110)  $\text{NO}_3^-$  (Nitrat) yang diberikan pada tanaman dapat meningkatkan aktivitas sintesis protein pada tanaman, protein yang dihasilkan pada dasarnya digunakan sebagai pembentukan protoplasma pada sel tanaman, sehingga terjadi pembelahan sel dan secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Unsur hara fosfor (P) yang terkandung dalam ekoenzim berperan penting dalam proses pembelahan sel, di mana pembelahan dan pemanjangan sel tersebut berkontribusi terhadap pertambahan panjang daun tanaman (Yolanda *et al.*, 2021:736). Ketersediaan unsur fosfor (P) dalam

jumlah cukup dapat merangsang pertumbuhan panjang daun serta mendukung perkembangan sistem perakaran tanaman menjadi lebih optimal. Selain itu, unsur (P) juga memegang peranan penting dalam proses metabolisme tumbuhan, khususnya dalam bentuk gula fosfat yang diperlukan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis (Andhika *et al.*, 2023:4). Ekoenzim juga mengandung unsur hara kalium (K). Unsur K dapat berperan dalam pembentukan protein dan karbohidrat pada tanaman. Apabila ketersediaan unsur K terpenuhi dengan baik, maka produksi karbohidrat akan meningkat sehingga dapat mendorong percepatan pertumbuhan jumlah daun pada tanaman (Prasetiawati, 2023:111).

Menurut Siregar *et al.* (2023:251), kandungan Ca dan K pada ekoenzim juga mempengaruhi jumlah daun tanaman. Unsur Ca berperan dalam merangsang pembelahan jaringan meristem serta pembentukan dan perkembangan daun tanaman. Unsur kalium sangat dibutuhkan oleh tanaman karena berperan dalam meningkatkan kemampuan fotosintesis, sehingga tanaman yang mempunyai unsur

kalium yang cukup akan menghasilkan daun yang lebih lebar. Hasil fotosintesis atau fotosintat akan diubah menjadi energi melalui proses respirasi, sehingga energi tersebut dapat digunakan untuk pembelahan sel pada daun yang ditandai dengan bertambahnya ukuran.

Pertumbuhan suatu tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara sebagai sumber aktivitas enzim dan metabolisme tanaman (Khan *et al.*, 2021:116). Pupuk kandang dapat meningkatkan kemampuan tanah dalam menyimpan air yang nantinya akan digunakan dalam proses mineralisasi bahan organik menjadi hara yang dapat dimanfaatkan langsung oleh tanaman selama masa pertumbuhannya (Istikorini *et al.*, 2024:232). Asam yang terdapat pada ekoenzim berperan penting dalam proses pembentukan berbagai hormon pertumbuhan tanaman, diantaranya auksin, giberalin, dan sitokinin. Auksin adalah hormon yang dihasilkan secara aktif pada bagian-bagian tanaman yang sedang mengalami pembelahan sel, seperti daun-daun muda dan jaringan meristem pada tunas (Debitama *et al.*, 2022:122).

**f. Panjang Akar**

Pemberian pupuk kandang sebagai pupuk dasar dan pemberian ekoenzim pada berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap parameter panjang akar. Perlakuan tertinggi panjang akar terlihat pada perlakuan P3 yaitu sebesar 14,25 cm. Perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Proses perkembangan akar pada tanah lebih optimal dengan pemberian dosis perlakuan yang lebih tinggi, pemberian ekoenzim membantu mengatur hormon-hormon pembentuk auksin yang berfungsi terhadap perkembangan akar, serta memberi nutrisi terhadap pertumbuhan akar tanaman sehingga dihasilkan panjang akar yang terbaik (Ichsan & Sulhaswardi, 2024:260).

Hal ini juga ditunjukkan pada perlakuan kontrol positif (P1) menghasilkan panjang akar lebih pendek dibandingkan dengan perlakuan pemberian ekoenzim. Sedangkan pada perlakuan kontrol negatif (P0) menghasilkan panjang akar terpendek dari keseluruhan perlakuan yang disebabkan oleh tidak adanya tambahan pupuk dasar dan tambahan ekoenzim. Panjang akar

merupakan parameter yang mencerminkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Unsur hara seperti N, P, K, B, dan Cl memiliki peran penting dalam pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga apabila tanaman mengalami kekurangan unsur-unsur tersebut, maka pertumbuhan akar akan terganggu dan tidak berkembang secara normal, yang pada akhirnya akan menghambat proses penyerapan unsur hara oleh tanaman (Safitri *et al.*, 2021:4). Menurut Revaldi *et al.* (2023:177) pemberian bahan organik merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki kondisi tanah.

Penyediaan unsur hara yang tepat akan membuat pertumbuhan akar meningkat sehingga berpengaruh terhadap penyerapan air dan nutrisi (Gunawan *et al.*, 2019:423). Peningkatan ini juga dipengaruhi oleh bahan organik yang terkandung di dalam ekoenzim yang mampu membenahi struktur tanah. Ekoenzim juga berpengaruh terhadap tersedianya nitrogen efektif tanah, nitrogen total, dan kalium. Penggunaan ekoenzim yang mengandung bahan organik dapat meningkatkan kesuburan tanah

sehingga unsur hara akan terserap dengan baik ke dalam tanah. Menurut Kurniawati (2018:51) penambahan bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah dapat memulihkan sifat biologi tanah atau media tanam, karena mikroorganisme yang terkandung dapat menguraikan materi organik dalam tanah dan berkontribusi dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman.

Ekoenzim mengandung unsur hara makro dan mikro dengan jumlah sedikit namun saling melengkapi untuk masa pertumbuhan, pembesaran dan pemanjangan sel. Unsur nitrogen yang terdapat dalam ekoenzim digunakan untuk pembentukan protein yang ada dalam sel, sehingga terjadi pembelahan dan pembesaran sel pada titik tumbuh meristem yang membentuk akar dan daun (Ichsan & Sulhaswardi, 2024:261).

#### **g. Berat Basah**

Pengukuran berat basah dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dan seberapa banyak biomassa yang terbentuk dari hasil metabolisme tumbuhan, yang diperoleh melalui penyerapan unsur hara dan air (Jasmine & Rachmawati,

2024:33). Berat basah tanaman ditentukan oleh kandungan air dan unsur hara yang ada di dalam sel serta jaringan tumbuhan. Ketika ketersediaan air mencukupi, tumbuhan dapat menyerap unsur hara lebih optimal untuk mendukung pembentukan sel dan proses fotosintesis. Sebagian hasil fotosintesis kemudian disimpan dalam bentuk biomassa yang didistribusikan ke seluruh bagian tubuh tumbuhan, sehingga berat basahnya pun meningkat. Di sisi lain, tekanan turgor pada akar turut berperan dalam meningkatkan penyerapan unsur hara nitrogen, sekaligus menjaga kelembapan akar karena air di dalamnya tidak mudah menguap. Selain itu, kecukupan unsur hara N, P, dan K akan mendorong peningkatan aktivitas enzim serta proses fotosintesis, sehingga berkontribusi pada pembentukan komponen sel dan peningkatan biomassa tanaman secara keseluruhan (Marginingsih *et al.*, 2018:50).

Berat basah tanaman dijadikan sebagai tolak ukur untuk menilai hasil produksi tanaman sawi hijau. Rata-rata berat basah tertinggi diperoleh dari perlakuan P3 dengan

konsentrasi 10 ml/l sebesar 33,25 gr, sedangkan nilai terendah berasal dari perlakuan P0 sebesar 21,25 gr. Pada perlakuan P3 dengan konsentrasi 15 ml/l memberikan hasil yang baik terhadap berat basah tanaman sawi hijau. Hal ini karena jumlah sel dan ukurannya bertambah. Protoplasma mengalami proses metabolisme dengan mengolah air dan garam anorganik menjadi cadangan makanan yang dapat dimanfaatkan saat fotosintesis berlangsung, sehingga mendukung produksi energi yang dibutuhkan selama proses pertumbuhan tanaman (Pramushinta & Yulian, 2020:31). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliandewi *et al.* (2018:1523), bertambahnya berat basah tanaman selada berkaitan dengan meningkatnya jumlah daun yang terbentuk pada tanaman tersebut.

Ketersediaan unsur hara berperan penting sebagai sumber energi sehingga tingkat kecukupan hara berperan dalam mempengaruhi biomassa dari suatu tanaman. Hal ini ditunjukkan pada perlakuan P0, tanpa perlakuan (kontrol negatif) memiliki berat basah sebesar 21,55 gr. Pertumbuhan tanaman dapat terganggu jika tidak ada tambahan

unsur hara yang berasal dari pupuk yang mengakibatkan biomassa menjadi lebih rendah (Rahmah *et al.*, 2014:69).

#### **D. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian ekoenzim berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman sawi hijau yang meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar, dan berat basah. Konsentrasi pemberian ekoenzim yang optimal dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman sawi hijau adalah 10 ml/L yang berasal dari perlakuan P3 dengan konsentrasi ekoenzim 10 ml/l air. Hasil analisis kandungan unsur hara N, P, dan K ekoenzim termasuk dalam kriteria sangat rendah yaitu N sebesar 0,14%, P sebesar 0,10%, dan K sebesar 0,08%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Ginting, N. A., Ginting, N., Sembiring, I., & Sinulingga, S. (2021). Effect of Eco Enzymes Dilution on the Growth of Turi Plant (*Sesbania grandiflora*). *Jurnal Peternakan Integratif*, 9(1), 29–35.
- Hemalatha, M., & Visantini, P. (2020). Potential Use of Eco-enzyme For The Treatment of Metal Based Effluent. *IOP Conference Series*:

- Materials Science and Engineering*, 1–6. h
- Ibrahim, Y., & Tanaiyo, R. (2018). Respon Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Kulit Pisang dan Bonggol Pisang. *Jurnal Agropolitan*, 5(1), 63–69.
- Juliana, E., Nataliningsih, & Rahmayanti, D. D. A. (2024). Pengolahan Tanaman Tanaman Sawi Hijau Menjadi Mie Hijau yang Memiliki Nilai Ekonomis Tinggi di Desa Tanjungsari Kec. Tanjungsari Kab. Sumedang. *Sadeli: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 1–5.
- Komarudin, A., Avivah, E., Pamungkas, N. P., Fizah, Asrori, Anisa, A. F., Sehudin, Hikmah, F. N., Tommi, M., Mufariya, E. F., Fujiyanti, A. E., & Sadih, K. (2023). Eco Enzyme: Upaya Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Untuk Kesehatan Masyarakat Desa Pecangakan. *Profetik: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(01), 16–30.
- Lestari, S. U., & Muryanto. (2018). Analisis Beberapa Unsur Kimia Kompos. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14(2), 60–65.
- Meilani, I. A., Asih, E., Auliatuzahra, E., Darillia, R. N., Afifah, K. N., Dewi, endah R. S., & Nurwahyunani, A. (2023). Potensi Penggunaan Ecoenzim Terhadap Lingkungan Pada Bidang Pertanian. *Croos-Border*, 6(2), 1134–1145.
- Nisa, A., Azzahra, K., Yudistira, D., Putri, I. A., Oktavia, F., Hermanto, P., & Adytia, R. Z. (2022). *Peningkatan Kesadaran Masyarakat Terhadap Lingkungan Melalui Penyuluhan Pupuk Organik di desa Sumberbulus , Kecamatan Ledokombo-Jember*. 7(4), 989–994.
- <https://doi.org/10.30653/002.202274.207>
- Novianto, Effendy, I., & Aminurohman. (2020). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Terhadap Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi Sabut Kelapa. 3(1), 35–41.
- Pakki, T., Adawiyah, R., Yuswana, A., Namriah, Dirgantoro, M. A., & Slamet, A. (2021). Pemanfaatan Eco-Enzyme Berbahan Dasar Sisa Bahan Organik Rumah Tangga Dalam Budidaya Tanaman Sayuran Di Pekarangan. *Prosiding PEPADU*, 3, 126–134.
- Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019 tentang Persyaratan Teknis Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah*. (n.d.).
- Putri, R. M. E., Fevria, R., & Violita, D. M. (2023). Pengaruh Ecoenzyme Teknologi Nano Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica rapa* L .) yang Dibudidayakan Secara Hidroponik. *Produksi Tanaman*, 11(6), 349–358.
- Syaifuddin, Yuniar, A. F., Buhaerah, & Nurcholis, J. (2022). Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var *parachinensis* L .) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Agrisistem*, 18(1), 41–45.