J-CEKI : Jurnal Cendekia Ilmiah
Vol.3, No.6, Oktober 2024

Pengaruh Berbagai Jenis Eco Enzyme Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Produktivitas dan Kadar Gizi Sawi Hijau *(Brassica juncea L)*

Akh Khotib Kurniawan[1], Melly Fera[2], Mohammad Jusuf Randi[3]
[1,2,3] Ilmu dan Teknologi Pangan/Universitas Muhadi Setiabudi
E-mail: akhmadkhotib85@gmail.com [1], melly.fera8@gmail.com[2], yusufrandi1650@umus.ac.id [3]

Article History:
Received: 22 September 2024
Revised: 08 Oktober 2024
Accepted: 13 Oktober 2024

Keywords: *eco enzyme, sawi hijau, produktivitas, dan kadar gizi*

Abstract: *Eco enzyme adalah larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari hasil fermentasi limbah organik yang dapat digunakan sebagai pupuk organik. Kandungan enzimnya membantu dalam proses dekomposisi organik dalam meningkatkan produktivitas tanaman termasuk tanaman sawi yang permintaannya semakin meningkat. Sawi (Brassica juncea L) merupakan jenis sayuran yang digemari masyarakat dikarenakan cara budidaya sawi hijau cukup mudah, pertumbuhannya cepat dan dapat dinikmati dalam kondisi masih segar, memiliki kandungan gizi untuk mempertahankan kesehatan tubuh seperti protein dan zat besi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap produktivitas dan kadar gizi tanaman sawi hijau. Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap 2 faktorial dengan 8 perlakuan dan 3 kali ulangan. Hasil analisis menunjukkan berbagai jenis dan konsentrasi eco enzim berpengaruh nyata terhadap produktivitas (kadar air dan bobot basah), dan kadar gizi (protein dan zat besi) tanaman sawi hijau. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas yaitu bobot kering dari tanaman sawi hijau.*

PENDAHULUAN

Meningkatnya aktivitas pada masyarakat berpotensi akan meningkatnya kebutuhan pangan yang dapat menghasilkan adanya sampah/ limbah pangan yang dapat mencemari lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan teknik pengolahan, salah satunya dengan menjadikan bahan dasar pembuatan cairan eco enzim sebagai pupuk organik cair. *Eco enzyme* adalah larutan zat organik kompleks yang diproduksi dari hasil fermentasi limbah organik seperti kulit buah, sayuran, gula, dan air. E*co enzyme* dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk meningkatkan kesuburan tanah, kandungan enzimnya membantu dalam proses dekomposisi organik dalam meningkatkan produktivitas tanaman (Pratiwi., 2021). Sawi (*Brassica juncea L*) merupakan jenis sayuran yang cukup digemari masyarakat mulai dari golongan bawah ataupun

golongan menengah atas, dikarenakan cara budidaya sawi hijau cukup mudah, pertumbuhannya cepat dan dapat dinikmati dalam kondisi masih segar (Beni S., 2023). Haryanto. (2007) menyatakan bahwa tanaman sawi sebagai bahan makanan sayuran mengandung beberapa zat - zat gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Menurut data dalam daftar komposisi makanan bahwa tanaman sawi memiliki kandungan gizi seperti protein 2,3 % dan zat besi (Fe) 2.9 mg. Meningkatknya jumlah populasi masyarakat Indonesia berpengaruh juga dengan permintaan jumlah produksi sawi. Berbagai teknik budidaya digunakan untuk meningkatkan produksi sawi, salah satunya dengan pengaplikasian pupuk organik cair yang bisa dijadikan sebagai bahan untuk meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman sehingga dapat memenuhi permintaan masyarakat yaitu menggunakan eco enzim pupuk organik cair yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut untuk mengetahui pengaruh penambahan berbagai jenis eco enzim terhadap produktivitas (bobot basah,bobot kering dan kadar air) dan zat gizi (protein dan zat besi) tanaman sawi hijau.

METODE PENELITIAN

Materi

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan pada bulan Juli sampai September tahun 2024. Pembuatan *eco enzyme* dan penanaman sayur sawi hijau dilakukan di Desa Petunjungan Kecamatan Bulakamba Kabupaten Brebes, uji kandungan protein dilakukan di Labolatorium Gizi Universitas Muhadi Setiabudi Brebes, sedangkan uji zat besi (Fe) dilakukan di Labolatorium Gizi Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Alat yang digunakan pada pembuatan *eco enzyme* adalah wadah plastik, pengaduk kayu, timbangan, pisau pemotong, sarung tangan dan polybag. Untuk uji analisa protein labu kjeldahl 100 mL, pemanas listrik, breaker glass, labu ukur 100 mL, pipet, tabung reaksi, dan sedangkan analisa zat besi (Fe) cawan penguap, oven, tanur listrik, labu takar, spektrofotometer, pipet. Bahan yang digunakan dalam pembuatan eco enzyme adalah air, limbah kulit buah pisang, Jeruk , sayur kol/kubis dan gula merah. Sedangkan untuk analisa protein sawi hijau, selen, H_2SO_4, NaOH, larutan HCI, dan analisa zat besi (Fe) sawi hijau, aquabides, asam nitrat (HNO3), asam klorida (HCI), dan besi (Fe) 1000 ppm.

Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap 2 faktor yaitu dosis (0, 5, 10, dan 15 ml) dan jenis eco enzim (lokal dan jepang) dengan 8 kode sampel dengan 3 kali ulangan. Jika terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Eco enzime Lokal adalah eco enzime yang dibuat di Indonesia mengggunakan bahan dasar dari limbah organik atau limbah dapur seperti sayur dan buah. Sedangkan eco enzime Jepang adalah eco enzime yang dibuat di jepang dengan menggunakan limbah dapur atau limbah organik seperti sayur dan buah.

Pembuatan Eco Enzyme

Langkah pembuatan cairan eco *enzyme* adalah sebagai berikut: (1) mengumpulkan sampah/limbah organik dari kulit buah yang sudah dikumpulkan berupa kulit buah pisang, jeruk, dan sayur kol/kubis; (2) kemudian dipotong dengan ukuran kecil; (3) masukan air sampah organik : gula merah, air yakni 10 : 3 : 1. Air sebanyak 1 liter digunakan untuk melarutkan 100 gram gula merah, kemudian tuangkan campuran tersebut ke dalam wadah yang telah di isi sampah organik kulit buah sebanyak 300 gram. Setelah itu, tutup dan tempatkan wadah tersebut di lokasi yang tidak terjangkau sinar matahari; (4) proses fermentasi selama 3 bulan selama proses fermentasi. Kemudian buka tutup wadah selama dua minggu pertama untuk mengeluarkan

gas yang terbentuk. Setelah 3 bulan, cairan fermentasi sudah siap di lakukan pemanenan dengan cara memisahkan antara ampas limbah dari larutan, kemudian dipisahkan dengan saringan untuk mendapatkan cairan *eco enzyme*. Ampas dari limbah sayur dan buah dapat digunakan sebagai pupuk untuk tanaman.

Pengaplikasian Cairan Eco Enzime

Tahapan pengaplikasian *eco enzyme* sebagai pupuk organik cair terhadap sayuran sawi hijau adalah sebagai berikut: (1) sebelum *eco enzyme* digunakan, dilakukan persiapan media tanam yang dibuat dari beberapa gabungan antara sekam abu bakar, kompos dan tanah; (2) benih sawi hijau disemai di nampan semai yang sudah di isi media tanam dengan cara meletakan benih yang sudah di sortasi ke dalam lubang semai sebanyak 1 benih; (3) penanaman dengan mengisi media tanam ke dalam polybag dan memindahkan bibit sawi hijau kedalam yang berumur ± 14 hari hhs (hari setelah semai) atau daun berjumlah 4 helai ke dalam polybag; (4) perlakuan eco enzyme dilakukan dengan cara melarutkan terlebih dahulu cairan *eco enzyme* kedalam air sesuai dengan konsentrasi perlakuan, kemudian menyiramkannya ke tanah pada tanaman percobaan; (5) pemberian *eco enzyme* dilakukan 1 kali dalam seminggu dimulai setelah bibit dipindah dari media persemaian kedalam polybag sampai umur 40 hst (hari setelah tanam); (6) pemanenan dilakukan saat tanaman berumur ±45 hari hst (hari setelah tanam).

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang dilakukan meliputi 5 uji yaitu bobot basah, bobot kering, kadar air, kadar protein, dan zat besi pada tanaman sawi hijau. Bobot basah total tanaman diukur dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman dengan menggunakan timbangan. Bobot basah merupakan berat tanaman saat masih hidup, yang ditimbang secara langsung setelah panen, sebelum tanaman layu karena kehilangan air. Sedangkan bobot kering tanaman diukur dengan cara menimbang seluruh bagian tanaman yang sebelumnya telah dikeringkan dahulu dengan oven dengan suhu sekitar 60 ˚C hingga berat kering konstan. Berat kering adalah berat normal tanpa cairan pada tanaman karena berat kering mencerminkan akumulasi senyawa organik yang berhasil disintesis oleh tanaman.

Analisis kadar air dilakukan dengan prinsip menguapkan molekul air (H20) bebas yang ada dalam sampel. Sampel ditimbang sampai didapat bobot konstan dengan asumsi semua air yang terkandung dalam sampel sudah diuapkan. Banyaknya air yang diuapkan merupakan selisih bobot sebelum dan sesudah pengeringan.

Kadar protein dilakukan dengan cara menggunakan metode Kjehdal. Analisis protein dengan metode ini pada dasarnya melalui tiga tahap yaitu destruksi sampel, destilasi dan titrasi. Cara pengujian dengan metode kjehdal yaitu sebelumnya sampel dihaluskan terlebih dahulu dengan cara dikeringkan menggunakan oven, setelah halus masukan sampel sebanyak 1 g ke dalam labu Kjehdal 100 mL yang sudah ditambahkan selenium 2 g dan 25 mL H_2SO_4 pekat. Dipanaskan diatas pemanas listrik atau api pembakar sampai mendidih dan larutan berubah menjadi kehijau - hiajuan (selama 2 jam), kemudian larutan didinginkan lalu diencerkan dan dimasukan kedalam labu ukur 100 mL, setelah itu ditetapkan sampai tanda garis. Kemudian dipipetkan 5 mL larutan, lalu masukan ke dalam alat penyuling, ditambahkan 5 mL NaOH 40%. Beserta beberapa tetes indikator PP. Kemudian disuling ± 10 menit, sebagai penampung digunakan 10 mL larutan asam borat 2%, yang sudah dicampur indikator PP, setelah itu bilas ujung pendingin dengan air suling, selanjutnya dititrasi dengan menggunakan larutan HCI 0,01 N, kemudian dilakukan penetapan blanko. Semakin besar volume titrasi yang dihasilkan pada suatu

sampel makan semakin besar juga kadar protein yang dihasilkan (Annisa Maulidia., 2017).

Pengujian kadar zat besi (Fe) pada sampel menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Sampel yang akan dianalisis ditimbang ±30 gram pada cawan dan dikeringkan menggunakan oven selama 3 jam kemudian ditimbang hingga bobot konstan. Preparasi sampel, sebelumnya 2 gram sampel kering ditimbang ke cawan dan didestruksi pada tanur listrik dengan suhu 5000 ˚C selama 2 jam kemudian didinginkan pada suhu kamar. Abu yang dihasilkan ditambah dengan aquabides sebanyak 10 tetes dan asam nitrat (HNO_3) pekat : aquabides (1:1) sebanyak 3 mL. Kelebihan asam nitrat (HNO_3) diuapkan pada lemari asam. Cawan penguap yang berisi sampel dimasukan ke dalam tanur listrik dan diabukan selama 1 jam pada suhu 5000˚C. Setelah itu abu didinginkan dan ditambah dengan 5 mL asam klorida (HCI) pekat : aquabides (1:1), kemudian disaring. Filtrat dipindahkan dalam labu takar 25 mL dan cawan dibilas sebanyak 3 kali kemudian diimpitkan hingga tanda batas. Setelah itu diukur serapannya menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan lampu kotoda besi (Fe). Kemudian pembuatan larutan baku kerja, larutan induk besi (Fe) 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL diimpitkan dengan aquabides pada labu takar 100 mL dengan konsentrasi larutan 100 ppm. 50, Larutan baku kerja 100 ppm dipipet sebanyak 2,5 mL, 5 mL, 7,5 mL dan 10 mL dan diimpitkan dengan aquabides dalam labu takar 50 mL hingga tanda batas larutan tersebut berturut - turut 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm. Masing - masing larutan standar (5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm) ditentukan absorbannya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Kurva baku besi (Fe) dibuat dengan cara memplotkan absorbansi larutan standar terhadap konsentrasi (Rustiah, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Menurut (USDA, 2010) kadar air sawi hijau bisa mencapai 92,2%. Rata-rata, kadar air sawi hijau tidak lebih dari 8%, dengan toleransi maksimum antar ulangan 0,2%.

Tabel 1. Pengaruh interaksi jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap kadar air sawi hijau

Jenis Eco Enzim	Konsentrasi Eco Enzim				Rerata
	K1	K2	K3	K4	
E1	8,7967 d	7,5367 d	8,2533 d	8,1567 d	8,186
E2	59,6333 c	67,1667 b	68,1333 b	72,5667 a	66,875
Rerata	34,2150	37,3517	38,1933	40,3617	(+)
Sig.	0,00				

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan

Berdasarkan uji duncan pengaruh jenis eco enzim terhadap kadar air sawi hijau menunjukkan bahwa berbeda nyata. Perlakuan E2 (eco enzim Jepang) memiliki kadar air yang tinggi yaitu 66,875 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa mikroorganisme yang terkandung pada eco enzim yang berperan dalam pembusukan bahan makanan dapat menahan bahan makanan dan air di tempat lain. Memperluas akar ke tempat baru yang memiliki sumber air dapat mengakibatkan penyerapan air (Winarsih et al., 2012). Terjadi perbedaan antara Eco Enzim lokal dan Eco Enzim Jepang disebabkan karena pembuatan eco enzim yang terjadi pada dua tempat yaitu di Indonesia dan di Jepang mengakibatkan adanya perbedaan seperti warna, dan ph.

Sedangkan berdasarkan konsentrasi, perlakuan K4 (15%) memiliki kadar air tertinggi yaitu 40,3617 %. Kadar air sawi hijau akan meningkat seiring dengan penambahan eco enzim. Jumlah

pupuk yang berlebihan dalam tanah dengan berkurangnya pupuk anorganik sangat mempengaruhi perkembangan tanaman, terutama pada bagian akar. Penggunaan pupuk dengan banyak bahan anorganik akan membuat pH tanah menjadi lebih asam dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme tanah, sehingga bahan organik menjadi lebih sulit terurai. Nitrogen dapat meningkatkan proporsi bahan seluler terhadap bahan dinding sel yang menyebabkan peningkatan ukuran sel-sel ramping, sehingga banyak yang terisi udara. Penyerapan air yang lebih banyak membuat tanaman menjadi segar. Tanaman yang mengandung banyak air, kondisi sayuran akan jauh lebih segar dalam waktu yang lebih lama (Winarsih et al., 2012).

Secara umum eco enzim merupakan bahan organik yang dapat meningkatkan kualitas dan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Jika eco enzim digunakan dengan benar dapat membantu penyerapan air dan nutrisi sehingga kadar air dalam tanaman bisa lebih baik dibandingkan tanpa penggunaan eco enzim. Namun, terlalu banyak eco enzim atau penggunaan yang tidak tepat dapat mempengaruhi keseimbangan nutrisi dan kelembapan tanah, maka penting untuk penggunaan eco enzim yang sesuai dan memantau kondisi tanaman serta tanah secara rutin (Winarsih et al., 2012). Perlakuan eco enzime jepang memiliki keunggulan dibandingkan eco enzime lokal karena eco enzime jepang lebih cepat dalam proses pertumbuhan tanaman sawi dibandingkan eco enzime lokal.

Bobot Basah

Berat basah tanaman sawi adalah berat tanaman saat masih hidup dan ditimbang langsung setelah panen, sebelum layu karena kehilangan air. Berat basah tanaman menunjukkan aktivitas metabolisme tanaman.

Tabel 2. Pengaruh interaksi jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap bobot basah sawi hijau

Jenis Eco Enzim	Konsentrasi Eco Enzim				Rerata
	K1	K2	K3	K4	
E1	14,6667 f	18,0333 e	20,6667 d	24,8000 a	19,542
E2	19,9000 d	20,6000 d	21,8667 c	22,7667 b	21,283
Rerata	17,2833	19,3167	21,2667	23,7833	(+)
Sig.			0,00		

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan

Berdasarkan Tabel 2 bahwa pengaruh jenis eco enzim terhadap bobot basah sawi hijau berbeda nyata dengan nilai bobot basah. Perlakuan jenis yang paling tinggi yaitu perlakuan E2 (eco enzim Jepang) sebesar 21,283 gram karena eco enzim jepang dapat digunakan sebagai filter udara dan air pada pertumbuhan sawi. Hal tersebut menunjukkan bahwa eco enzim Jepang berperan dominan pada bobot basah sawi hijau, karena dapat dipengaruhi oleh jangkauan penyerapan benih oleh IAA dapat meningkatkan kadar beban basah tanaman karena lamanya perendaman benih memengaruhi siklus metabolisme tanaman. Selain itu, tanaman sawi bertambah tinggi akibat pemberian pupuk organik cair saat perendaman benih, sehingga memengaruhi berat basah tanaman.

Sedangkan perlakuan jumlah mendapatkan hasil perlakuan konsentrasi yang paling tinggi pada perlakuan K4 (15%). Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin banyak eco enzim yang diberikan pada tanaman sawi hijau maka bobot basah yang dihasilkan semakin tinggi karena eco enzim yang digunakan untuk menyiram tanaman dapat memberikan hasil buah, bunga dan hasil

panen yang lebih serta dapat mengusir serangga.

Air berperan sangat penting dalam turgiditas sel, sehingga sel-sel daun akan membesar dan bertambah jumlahnya, menurut (Jayati & Susanti, 2019) yang menambahkan bahwa kadar air dan unsur hara pada daun cukup optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa hal tersebut memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi, berat basah brangkasan, dan kebutuhan unsur hara tanaman sawi. Akibatnya, respon terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi bervariasi tergantung pada konsentrasi larutan EE yang diberikan, demikian pula kadar unsur hara dalam EE yang diterima tanaman. (Nuryani & Haryono, 2019) menyatakan bahwa meskipun dosis pupuk organik yang berbeda akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman, namun dosis yang tepat akan memberikan pengaruh yang sangat nyata atau nyata. Setiap tanaman yang diberi porsi yang bergantian akan merespon dengan cepat atau bertahap untuk membentuk perkembangan dan perbaikan. Tidak ada jaminan bahwa dosis yang besar akan menghasilkan respon pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang lebih baik. Keunggulan yang dimiliki eco enzime jepang dibandingkan eco enzime lokal adalah pertumbuhan tanaman sawi yang lebih cepat dibandingkan eco enzime lokal. Dan kontrol terhadap bobot basah yang dipengaruhi oleh kadar air yang diserap oleh tanaman.

Bobot Kering

Hasil fotosintesis tanaman pada waktu tertentu adalah berat kering totalnya, yang merupakan berat kering tanaman. Dari hasil berat kering tanaman, dapat diketahui seberapa banyak (banyak) tanaman dapat menahan nutrisi dan berbagai mineral yang terkandung dalam tanah. (Mangardi, 2022).

Tabel 3. Pengaruh interaksi jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap bobot kering sawi hijau

Jenis Eco Enzim	Konsentrasi Eco Enzim				Rerata
	K1	K2	K3	K4	
E1	1,4667 ab	1,6667 ab	1,5667 ab	1,8667 a	1,642
E2	1,3667 b	1,7667 ab	1,5000 ab	1,8000 ab	1,608
Rerata	1,4167	1,7167	1,5333	1,8333	(-)
Sig.	0,876				

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan

Berdasarkan Tabel 3 bahwa pengaruh jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap bobot kering sawi hijau tidak berbeda nyata, tetapi berdasarkan angka menunjukkan adanya berbedaan pada setiap perlakuan. Bobot kering sawi hijau perlakuan E1 (1,642 gram) dan E2 (1,608 gram). Hal ini menunjukkan bahwa adanya kadar air yang diserap oleh tanaman berbeda sehingga mengakibatkan bobot basah berbeda. Pada bobot kering tidak terjadi perbedaan pada proses fotosintesis mengakibatkan peningkatan berat kering tanaman karena pengambilan CO2 sedangkan respirasi mengakibatkan penurunan berat kering karena pengeluaran CO2. Jenis eco enzim lokal lebih besar pengaruhnya dibandingkan eco enzim jepang. Eco-enzyme dapat membantu tanaman dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, membantu ternak tetap sehat, dan dapat mengurangi sampah (Chandra *et al*., 2020). Untuk tanaman, eco-enzyme dapat digunakan sebagai pupuk alami yang ramah lingkungan begitu pula pada tanaman sawi hijau dapat meningkatkan bobot kering tanaman dengan kualitas tanaman dan kandungan unsur hara

yang bagus.

Bobot kering sawi hijau pada perlakuan K4 (15%) memiliki bobot kering tertinggi yaitu 1,8333. Pemberian dosis eco enzim sebesar 15 ml berpengaruh pada masa bobot kering pada tanaman sawi hijau. Menurut (Istarofah & Salamah, 2017), semakin tinggi berat kering tanaman, maka semakin banyak pula unsur hara yang dipindahkan ke bagian tanaman seperti batang dan daun. Kemampuan tanaman dalam membentuk akar sangat dipengaruhi oleh ketersediaan hara yang ada pada media tumbuh, tempat pertumbuhan akar akan terbentuk dan akan terus diikuti oleh berat akar. Ketersediaan unsur hara dalam tanah, bentuk tanah dan pengelolaan udara tanah yang baik sangat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan akar serta kemampuan akar tanaman dalam menyerap unsur hara. Perkembangan pertumbuhan akar bawah tanah yang baik sangat menentukan perkembangan vegetatif tanaman. Karena akar pada hakikatnya merupakan salah satu organ tumbuhan yang berfungsi untuk menyimpan air dan unsur hara tanah yang selanjutnya disalurkan ke tumbuhan dan digunakan untuk proses metabolisme pada tumbuhan, maka dengan jumlah akar yang banyak akan menunjang pertumbuhan dari tumbuhan. Sebagaimana yang diungkapkan oleh (Afianto et al., 2020) bahwa apabila akarnya baik maka pertumbuhan bagian-bagian tumbuhan lainnya juga akan terbantu dengan baik, karena akar dapat menyerap nutrisi yang dibutuhkan oleh tumbuhan.

Selain itu, perlakuan K4 diduga memiliki konsentrasi yang diaplikasikan ketanaman sudah tepat sehingga nutrisi yang terdapat pada eco enzim tersedia untuk tanaman. Menurut Lingga dan Marsono (2019) pemberian pupuk harus dilakukan secara secara tepat dan sesuai konsentrasi yang dianjurkan, disebabkan kandungan hara yang tidak tepat akan menyebabkan defiensi, sebaliknya jika berlebihan akan menyebabkan keracunan. Masa pertumbuhan vegetatif, fosfat juga dapat meningkatkan pertumbuhan akar dan memperkuat tanaman muda. Sebagaimana yang ditunjukkan oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh (Salsabila, 2023) ekoenzim mengandung mikroorganisme yang dapat menghasilkan IAA (Indole Acidic Corrosive). IAA merupakan salah satu zat kimia pertumbuhan pada tanaman yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perbaikan, seperti pembelahan dan peregangan sel, penataan akar, dan pertumbuhan akar rambut yang pada dasarnya semua tanaman menghasilkan zat kimia pertumbuhan endogen, namun IAA eksogen yang dihasilkan oleh organisme dalam ekoenzim merupakan salah satu unsur yang mempengaruhi perkembangan vegetatif dan generatif tanaman sawi.

Protein

Fotosintesis, biosintesis, transportasi, kekebalan, dan fungsi lainnya semuanya bergantung pada protein tanaman untuk fungsi enzimatik, struktural, dan fungsionalnya. Protein juga bertindak sebagai media kapasitas untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan dan nutrisi dalam pembuatan bibit.

Tabel 4. Pengaruh interaksi jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap kadar protein sawi hijau

Jenis Eco Enzim	Konsentrasi Eco Enzim				Rerata
	K1	K2	K3	K4	
E1	4,4133 a	3,6100 e	4,2833 b	4,1233 c	4,108
E2	3,9833 d	3,6200 e	4,2500 b	4,2800 b	4,033
Rerata	4,1983	3,6150	4,2667	4,2017	(+)
Sig.	0,00				

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut

Duncan

Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil perlakuan jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap kadar protein sawi hijau berbeda nyata. Perlakuan E1 (eco enzim lokal) memiliki kadar protein yang lebih tinggi sebesar 4,108. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan jenis eco enzim lokal dapat memiliki kadar protein yang tinggi dibandingkan dengan eco enzim jepang. Pada eco enzim lokal terdapat mikroba Acebacter. Meskipun kandungan suplemen yang terkandung dalam kompos alami agak rendah, perannya dalam sifat senyawa tanah jauh melampaui pupuk kandang buatan (Muwakhid & Ali, 2021). Pupuk kandang alami mengandung protein, protein merupakan rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Pupuk kandang alami yang mengandung protein dapat bermanfaat bagi perkembangan tanaman, dapat melindungi tanaman dari hama dan penyakit dan selanjutnya meningkatkan aktivitas mikroba tanah dan mendukung jalannya osmosis nutrisi bagi tanaman, asam amino bila diberikan pada tanaman antara lain: mudah dikonsumsi dan dampaknya cepat, meningkatkan fotosintesis pada tanaman dan kandungan klorofil, meningkatkan pencernaan, meningkatkan perlindungan dari stres (suhu tinggi, kelembaban rendah, musim kemarau, serangan HPT, es, banjir), zat khelasi (pembatasan) unsur mikro dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah (Hijriah et al., 2024). Tidak diperlukan suplemen tanaman, baik komponen skala penuh maupun miniatur, diperlukan dalam jumlah yang cukup. Seperti suplemen Nitrogen (N). Komponen N merupakan suplemen skala penuh/fundamental yang penting dalam perkembangan vegetatif tanaman. Dalam jaringan tanaman, nitrogen merupakan bagian dari berbagai campuran fundamental bagi tanaman seperti asam amino. Nitrogen merupakan komponen protein dan enzim karena asam amino membentuk protein dan setiap enzim merupakan protein. Hasilnya, sawi hijau dapat memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dan lebih sehat jika menggunakan enzim eko lokal (Riska, 2022).

Sedangkan pengaruh konsentrasi eco enzim terhadap kadar protein sawi hijau menggunakan empat perlakuan dengan hasil perlakuan konsentrai K3 (eco enzim 10%) memiliki nilai kadar protein yang lebih tinggi yaitu 4,2667. Hal tersebut menunjukan bahwa dengan konsentrasi eco enzim 10% tepat dan cukup bagi tanaman sawi untuk memiliki kadar protein yang tinggi. Karena aktivitas atau jaringan tanaman sangat erat kaitannya dengan protein tanaman, maka daun mengandung lebih banyak protein daripada batang. Usia tanaman berpengaruh terhadap kandungan protein karena proporsi daun terhadap batang juga akan menurun seiring dengan laju pertumbuhan selanjutnya. Ketersediaan suplemen N pada setiap fokus ekokatalis berperan dalam pengembangan protein yang digunakan untuk siklus metabolisme. Kandungan dan sintesis protein mentah pada sawi hijau dipengaruhi oleh ketersediaan nitrogen dalam tanah. Kekurangan N dapat menghambat jalannya sintesis protein pada tanaman, sedangkan jika pasokan N terlalu besar akan mempercepat perubahan gula menjadi protein yang menyebabkan dinding sel menjadi tipis sehingga daun dan batang tanaman lebih sekulen dan tidak terlalu keras (Sambo et al., 2020).

Menurut (Mardiyah. S. et al., 2021) pupuk organik yang diperoleh dari sisa tanaman dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan organik tanah menjadi lebih baik, sehingga kompos cair dapat memberikan nutrisi bagi tanaman. Salah satu sumber nutrisi dalam pupuk kandang cair adalah nitrogen, pemberian nitrogen kepada tanaman dapat memacu pertumbuhan organ-organ yang berhubungan dengan fotosintesis seperti daun. Metabolisme tanaman dan sintesis protein akan terbantu dengan nutrisi yang diberikan. (Novianto, 2022) menyatakan bahwa nitrat yang terdapat dalam pupuk organik cair eco enzyme merupakan salah satu nutrisi nitrogen yang membantu tanaman sawi dalam fase pertumbuhan dan perkembangannya. Selain itu (Novianto et al., 2020)

ketersediaan dan keseimbangan nutrisi bagi tanaman dapat memperlancar siklus metabolisme tanaman, sehingga dapat lebih meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Begitu juga dengan penggunaan eco enzim dapat menambah kadar protein yang terkandung dalam sawi hijau.

Zat Besi

Sawi hijau mengandung zat besi (Fe) dengan rata-rata kadar 0,2856 mg/gr. Zat besi ini dapat membantu mencegah anemia, karena tubuh tidak dapat memproduksi hemoglobin (protein pada sel darah merah yang mengangkut oksigen) tanpa zat besi. Vitamin C dalam sawi hijau juga dapat membantu mencegah anemia dengan mendorong penyerapan zat besi dalam tubuh.

Tabel 5. Pengaruh interaksi jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap zat besi sawi hijau

Jenis Eco Enzim	Konsentrasi Eco Enzim				Rerata
	K1	K2	K3	K4	
E1	5,2400 h	6,6900 d	5,9300 g	9,5367 a	6,849
E2	6,1667 f	7,2267 b	6,3500 e	6,7733 c	6,629
Rerata	5,7033	6,9583	6,1400	8,1550	(+)
Sig.	0,00				

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut Duncan

Berdasarkan Tabel 5 bahwa jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap zat besi sawi hijau memiliki perbedaan nyata. Menurut hasil analisis data bahwa jenis eco enzyme lokal memiliki zat besi yang lebih tinggi sebesar 6,849 dibandingkan dengan jenis eco enzyme jepang. Bahan-bahan sisa alami pada kulit produk organik seperti karbohidrat, protein, garam mineral, dan asam-asam alami diurai oleh mikroorganisme melalui siklus pematangan (Nazim & V., 2015). Hal ini menunjukkan bahwa zat besi memiliki kapasitas dalam siklus respirasi tanaman dan perkembangan zat hijau daun (klorofil). Susunan eko enzim sangat mempengaruhi perkembangan tanaman sehingga dapat memperbanyak jumlah daun. Semakin tinggi pengelompokan eko enzim yang dimanfaatkan, maka semakin banyak pula komponen N yang tersedia yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil (Safitri *et al*., 2021). Pembentukan, pembelahan, dan pemanjangan sel semuanya berhubungan dengan pertumbuhan dan perkembangan daun. Siklus-siklus ini dirangsang oleh campuran seperti protein dan gula. Menurut (Pramushinta & Yulian, 2020), nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil yang dimanfaatkan dalam proses fotosintesis untuk menginisiasi pembentukan dan pertumbuhan daun. Salah satu organ tanaman yang penting untuk fotosintesis adalah daun. Dalam proses fotosintesis, klorofil mempunyai kemampuan untuk menyalurkan zat osmosis karbondioksida (fotosintat) guna membantu perkembangan meristem daun daun (Ginting & Mirwandhono, 2021).

Sedangkan pengaruh konsentrasi eco enzyme terhadap zat besi sawi hijau dengan hasil paling tinggi yaitu pada perlakuan K4 dengan eco enzim sebesar 15% serta menunjukkan hasil pengaruh pada zat besi sawi hijau sebesar 8,1550. Semakin besar jumlah konsentrasi eco enzim yang diberikan maka semakin bagus hasilnya pada tanaman sawi.

Eco enzime jepang mempunyai kelebihan pertumbuhan tanaman lebih cepat dibandingkan eco enzime lokal. Kelebihan eco enzime lokal adalah bahan yang mudah untuk ditemukan dibandingkan dengan eco enzime jepang yang sulit didapatkan. Eco enzime jepang mempunyai kelebihan pertumbuhan tanaman lebih cepat dibandingkan eco enzime lokal. Hal tersebut terjadi karena dalam proses pembuatan eco enzim di Jepang lebih terintegrasi dengan teknologi dan

penelitian ilmiah yang lebih maju sehingga memungkinan hasil yang lebih berkualitas dan konsistensi yang lebih baik serta kegunaannya yang lebih berfokus pada pertanian dan kebersihan dengan penekanan penelitian dan inovasi produk yang lebih luas. Sedangkan eco enzim di Indonesia proses pembuatannya melibatkan pencampuran bahan organik dangan gula dan air yang kemudian di fermentasi selama beberapa bulan, dimana aplikasi eco enzim di Indonesia berfokus pada penggunaan pupuk organik, pembersih rumah tangga, dan antiseptik (Jadid *et al*., 2021).

Eco enzim Jepang dan Indonesia dibuat dari fermentasi limbah organik seperti sisa buah dan sayuran yang ditambah gula dan air. Namun, eco enzim di Indonesia contohnya di maluku memanfaatkan daun pala, buah pala, daun cengkerh, dan daun kayu putih sebagai bahan pembuatan eco enzim sehingga memberikan keunggulan komposisi dibanding eco enzim yang hanya menggunakan sisa buah dan sayuran yang dapat digunakan sebagai antiseptik (Rijal *et al*., 2021). Eco enzim di Jepang dan Indonesia memiliki banyak kegunaan yang sama, seperti digunakan sebagai pembersih alami, penjernih air, penyubur tanah, antiseptik, dan insektisida. Proses fermentasi eco enzim di Jepang menghasilkan gas O3 (ozon) yang bermanfaat mengurangi efek rumah kaca dan fungsi tersebut belum ditemukan di Indonesia (Widiani *et al*., 2023). Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan eco enzim di Jepang yaitu limbah organik seperti sisa buah dan sayuran, gula serta air. Proses pembuatan eco enzim jepang dilakukan dengan mencampurkan limbah organik, gula dan air dengan perbandingan 3:1:10 yang kemudian difermentasi selama minimal tiga bulan dalam wadah kedap udara. Selama proses fermentasi, gas O3 (ozon) yang bermanfaat untuk mengurangi efek rumah kaca.

Eco enzim yang sudah jadi memiliki warna coklat gelap dengan aroma fermentasi asam manis yang kuat (Widiani *et al*., 2023). Eco enzim dari Jepang umumnya memiliki kandungan asam yang signifikan, terutama asam asetat (CH_3COOH) yang dihasilkan selama proses fermentasi limbah organik. Penelitian menunjukkan bahwa eco enzim yang dihasilkan dari buah memiliki pH terendah sekitar 3,32 sedangkan dari limbah sayuran adalah 3,46 pada minggu keenam fermentasi. Penurunan pH tersebut menunjukkan kelimpahan senyawa asam organik yang berfungsi untuk membunuh kuman, virus, dan bakteri serta dapat digunakan untuk mengusir hama tanaman dan menetralisir polutan (Widiani *et al*., 2023). Kandungan asam yang kebih tinggi dalam eco enzim dapat bervariasi tergantung pada jenis limbah organik yang digunakan. Limbah yang lebih kaya akan karbohidrat cenderung menghasilkan lebih banyak asam selama fermentasi. Dengan demikian, eco enzim dari Jepang yang menggunakan berbagai jenis limbah sayuran dalam pembuatannya, dapat memiliki variasi kandungan asam di dalamnya tergantung pada bahan baku yang dipilih. Adanya penjelasan mengenai perbedaan dan persamaan eco enzim di Jepang dan Indonesia, secara keseluruhan konsep dasar eco enzim serupa dan perbedaan terletak pada bahan baku, proses dan aplikasi yang mencerminkan konteks budaya dan lingkungan masing-masing.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada penelitian berbagai jenis dan konsentrasi eco enzim terhadap produkstivitas dan kadar gizi tanaman sawi hijau, maka dapat disimpulkan bahwa berbagai jenis dan konsentrasi eco enzim pada penelitian ini berpengaruh nyata terhadap kadar air, bobot basah, protein, dan zat besi dari tanaman sawi hijau, serta tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering dari tanaman sawi hijau. Kadar air tertinggi yaitu pada E2K4 (72,57%), bobot basah tertinggi pada E1K4 (24,8 g), bobot kering tertinggi pada E1K4 (1,87 g), protein tertinggi pada E1K1 (4,41), dan zat besi tertinggi pada perlakuan E1K4 (9,53).

DAFTAR REFERENSI

Afianto, A. K., Djarwatiningsih, & Sulistyono, A. (2020). Pengaruh Konsentrasi Dan Interval Waktu Pemberian Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Tomat (Lycopersicum Esculentum L .). *Plumula Volume 8 No. 2 Juli 2020*, *8*(2), 67–80.

Annisa, M. D. (2017). Penentuan Kadar Protein Daging Ikang Terbang (Hirudhys Oxycephalus) Sebagai Substitusi Tepung Dalam Formulasi Biskuit. *Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 50-55.

B. S. (2023). Uji Efektifitas Eco Enzyme Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau (Brassica Juncea L) . *Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan, Universitas Negeri Lampung*, 30-32.

Chandra, Y. N., Hartati, C. D., Gunawan, H. G., & Persada, U. D. (2020). *Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Organik Menjadi Bahan Pembersih Rumah Tangga*. *2020*(2011), 9–19.

Ginting, N., & Mirwandhono, R. E. (2021). Productivity Of Turi (Sesbania Grandiflora) As A Multi Purposes Plant By Eco Enzyme Application. *IOP Conference Series: Earth And Environmental Science*, *912*(1). Https://Doi.Org/10.1088/1755-1315/912/1/012023.

Hijriah, N. W., Farma, S. A., Lailani, I., Putri, E., Fevria, R., Biologi, D., Matematika, F., Alam, P., & Negeri, U. (2024). *Uji Karakteristik Biokimia Kandungan Protein Total Ampas Organik Ecoenzyme*. *2*(2), 50–54.

Istarofah, & Salamah, Z. (2017). Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (Brassica Juncea L .) Dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (Thitonia Diversifolia) Growth Of Mustar Green (Brassica Juncea L .) By Addition Paitan (Thitonia Diversifolia) Leaves Based Compost. *Bio-Site. Vol. 03 No. 1, Mei 2017 : 39 – 46*, *03*(1), 39–46.

Jayati, R., & Susanti, I. (2019). Perbedaan Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Sawi Pagoda Menggunakan Pupuk Organik Cair Dari Eceng Gondok Dan Limbah Sayur. *Jurnal Biosilampari : Jurnal Biologi*, *1*, 73–77. Https://Doi.Org/10.31540/Biosilampari.V1i2.246.

Mangardi. (2022). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (Brassica Rapa Var. Parachinensis L.) Akibat Perbedaan Pemberian Air Dan Urea. *Piper, Volume 18 Nomor 1 April 2022*, *18*(April).

Mardiyah. S., L. S., Budi, I. R., Puspitawati, & M., & Nurwantara., P. (2021). Pengaruh Pupuk Organik Cair Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica Juncea L). *Modul Biokimia Materi Metabolisme Lemak, Daur Asam Sitrat, Fosforilasi Oksidatif Dan Jalur Pentosa Fosfat*, *6*, 6.

Muwakhid, B., & Ali, U. (2021). Pengaruh Penggunaan Pupuk Daun "Organik" Terhadap Produktivitas Dan Kualitas Rumput Gajah (Pennisetum Purpureum CV. Hawai) Sebagai Hijauan Pakan. *Livestock And Animal Research*, *19*(1), 21. Https://Doi.Org/10.20961/Lar.V19i1.41092.

Nazim, F., & V., M. (2015). Use Of Garbage Enzyme As A Low Cost Alternative Method For Treatment Of Greywater - A Review. *Journal Of Environmental Science And Engineering*, *57*, 335–342.

Novianto, N. (2022). Response Of Liquid Organic Fertilizer Eco Enzyme (EE) On Growth And Production Of Shallot (Allium Ascalonicum. L). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)*, *4*(1), 147–154. Https://Doi.Org/10.36378/Juatika.V4i1.1782.

Novianto, N., Effendy, I., & Aminurohman, A. (2020). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman

Sawi (Brassica Junceea L.) Terhadap Pupuk Organik Cair Hasil Fermentasi Sabut Kelapa. *Agroteknika*, *3*(1), 35–41. Https://Doi.Org/10.32530/Agroteknika.V3i1.67.

Nuryani, E., & Haryono, G. (2019). *Pengaruh Dosis Dan Saat Pemberian Pupuk P Terhadap Hasil Tanaman Buncis (Phaseolus Vulgaris , L .) Tipe Tegak*. *4*(1), 14–17.

Pramushinta, I. A. K., & Yulian, R. (2020). Pemberian POC (Pupuk Organik Cair) Air Limbah Tempe Dan Limbah Buah Pepaya (Carica Papaya L.) Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.). *Journal Of Pharmacy And Science*, *5*(1), 29–32. Https://Doi.Org/10.53342/Pharmasci.V5i1.162.

Riska, A. A. (2022). The Effect Of Eco Enzyme Application Method On The Growth Of Mustard Plants (Brassica Juncea L.) Pengaruh Cara Pemberian Ekoenzim Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (Brassica Juncea L.). *Journal Serambi Biologi*, *Vol. 7 No.4*(4), 275–282.

Rustiah. (2016). Analisis Kandungan Zat Besi (FE) Pada Buah Kelor (Moringa Oleifera) Asal Kabupaten Pangkep. *Akademisi Analisis Kesehatan Muhammadiyah Makassar*, 66-65.

Safitri, S. E., Laili, S., & Lisminingsih, R. D. (2021). Uji Limbah Hasil Fermentasi Buah Maja (Aegle Marmelos) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica Rapa L.). *Jurnal SAINS ALAMI (Known Nature)*, *4*(1 SE-Artikel Sains (Makalah Sains)). Https://Doi.Org/10.33474/J.Sa.V4i1.8853.

Salsabila, R. K. (2023). Efektivitas Pemberian Ekoenzim Kulit Buah Sebagai Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (Brassica Rapa L .) The Effectivity Of Giving Fruit Peels Ecoenzyme As Liquid Organic Fertilizer On The Growth Of Pakcoy Mustard Plant (Brassic. *Lenterabio, 2023; Volume 12, Nomor 1: 50-59*, *12*, 50–59.

Sambo, A., Mukarlina, Rusmiyanto, E., & Wardoyo, P. (2020). Produktivitas Sawi Pakchoy (Brassica Chinensis L.) Pada Tanah Gambut Setelah Pemberian Pupuk Trichokompos Kotoran Bebek (Anas Sp.). *Jurnal Protobiont*, *9*(3), 224–228.

Winarsih, D., Prihastanti, E., & Saptiningsih, E. (2012). *Kadar Serat Dan Kadar Air Serta Penampakan Fisik Produk Pascapanen Daun Caisim (Brassica Juncea L .) Yang Ditanam Pada Media Dengan Penambahan Pupuk Organik Hayati Cair Dan Pupuk Anorganik Abstrak*. *14*(1).