

Pertumbuhan tanaman bayam horenzo (*Spinacia oleracea* L.) dengan pemberian nutrisi menggunakan ekoenzim

Febby Nurfadilah¹, Hertien Koosbandiah Surtikanti^{2,*} , dan Tina Safaria Nilawati³ 

1 Program Studi Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia;
febbynurfadilah@gmail.com

2 Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
Universitas Pendidikan Indonesia

3 Universitas Pendidikan Indonesia; nilawati.ts@gmail.com

* Correspondence: hertien_surtikanti@yahoo.com

Received Date: 5 Desember, 2023

Accepted Date: 31 Januari, 2024

Cite This Article:

Nufradilah, F., Surtikanti, H. K., and Nilawati, T. S. (2024). Pertumbuhan tanaman bayam horenzo (*Spinacia oleracea* L.) dengan pemberian nutrisi menggunakan ekoenzim. *Holistic: Journal of Tropical Agriculture Sciences*, 1(2), 114-125. <https://doi.org/10.61511/hjtas.v1i2.2024.333>



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

*Horenzo spinach (*Spinacia oleracea* L.) is one of the vegetable commodities that is currently in great demand by the public, however the cultivation process is still very limited so it requires optimal cultivation methods. Ecoenzyme is an organic solution that can be used in horenzo spinach cultivation as a substitute for fertilizer, because it contains nutrients that plants need. The ecoenzymes used are sourced from vegetable waste (mustard greens and lemongrass) and fruit peels (pineapple, mango, banana, watermelon and orange). This research was conducted to examine the potential of ecoenzymes and obtain optimal concentrations of ecoenzyme administration for the growth of Horenzo spinach plants. There were 6 treatments in this study, namely without treatment as a negative control (E0), giving a mixture of white CNG and KNO₃ fertilizer as a positive control (E1) and giving different doses of ecoenzymes, namely 1ml/l (E2), 5ml/l (E3), 10 /l (E4) and 15ml/l (E5). Observations were carried out for 42 days with the parameters observed, namely vegetative growth (plant height, leaf length, leaf width, number of leaves, root length, root volume and plant organ biomass) as well as the chlorophyll content of the leaves of the Horenzo spinach plant. The data that had been obtained was then analyzed by Post-Hoc Tukey test data which showed that treatment E1 had significantly different results from other treatments and treatment E5 was an ecoenzyme treatment that had the potential to increase the growth of horenzo spinach plants. The conclusion obtained from this research is that the highest dose of ecoenzyme is not optimal in increasing the growth of Horenzo spinach plants from all test parameters, however E5 treatment has the potential to increase the growth of Horenzo spinach.*

Keywords: *ecoenzymes; chlorophyll levels; horenzo spinach; liquid organic fertilizer; plant growth*

Abstrak

Tanaman bayam horenzo (*Spinacia oleracea* L.) merupakan salah satu komoditas sayur yang sedang banyak diminati oleh masyarakat, namun dalam proses budidayanya masih sangat terbatas sehingga memerlukan metode budidaya yang optimal. Ekoenzim merupakan salah satu larutan organik yang dapat digunakan dalam budidaya bayam horenzo sebagai pengganti pupuk, karena mengandung unsur hara yang di butuhkan tanaman. Ekoenzim yang digunakan bersumber dari limbah sayuran (sawi dan serai) dan kulit buah (nanas, mangga, pisang, semangka dan jeruk). Penelitian ini dilakukan untuk meneliti potensi ekoenzim dan mendapat konsentrasi optimal dari pemberian ekoenzim terhadap pertumbuhan tanaman bayam horenzo. Perlakuan penelitian ini ada 6 yaitu tanpa perlakuan sebagai kontrol negatif (E0), pemberian pupuk campuran CNG dan KNO₃ putih sebagai kontrol positif (E1) dan pemberian dosis ekoenzim yang berbeda yaitu 1ml/l (E2), 5ml/l (E3), 10/l (E4) dan 15ml/l (E5). Pengamatan di lakukan selama 42 hari dengan parameter yang di

amati yakni pertumbuhan vegetatif (tinggi tanaman, panjang helai daun, lebar daun, jumlah daun, panjang akar, volume akar dan biomassa organ tanaman) serta kadar klorofil daun tanaman bayam horenzo. Data yang telah diperoleh kemudian dilakukan analisis data uji Post-Hoc Tukey yang menunjukkan bahwa perlakuan E1 memiliki hasil yang berbeda signifikan dengan perlakuan lainnya dan perlakuan E5 menjadi perlakuan ekoenzim yang memiliki potensi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam horenzo. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu dosis tertinggi ekoenzim belum optimal dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam horenzo dari seluruh parameter uji, namun perlakuan E5 memiliki potensi meningkatkan pertumbuhan bayam horenzo.

Katakunci: bayam horenzo; ekoenzim; kadar klorofil; pertumbuhan tanaman; pupuk organik cair

1. Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk di Indonesia mengakibatkan salah satunya terjadi peningkatan permintaan komoditas sayur yang terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah konsumsi per kapita. Menurut [Bastaman \(2020\)](#), pada tahun 2020 nilai konsumsi sayuran di Indonesia mencapai 43.12 kg/kapita/tahun. Nilai konsumsi tersebut masih tergolong rendah bila dibandingkan dengan rekomendasi FAO yaitu sekitar 91.25 kg/kapita/tahun. Konsumsi sayuran di Indonesia masih harus lebih ditingkatkan lagi, sehingga petani harus mampu memenuhi permintaan pasar sepenuhnya.

Tanaman sayur Bayam Jepang (*Spinacia oleracea* L.) biasanya lebih dikenal dengan sebutan Bayam Horenzo. Bayam ini tergolong kedalam famili Amaranthaceae. Bayam Horenzo adalah salah satu jenis sayuran yang berasal dari Jepang, bayam ini memiliki umur panen yang relatif singkat ([Suwardike et al., 2019](#)). Bayam horenzo termasuk salah satu tanaman sayur yang cara pembudidayaannya cukup mudah, namun di Indonesia bayam ini tergolong baru sehingga belum banyak petani yang membudidayakannya karena minimnya pengetahuan masyarakat khususnya petani terhadap manfaat dan keuntungan yang dapat diperoleh dari komoditas bayam horenzo.

Bayam horenzo memiliki banyak kandungan nutrisi yang dapat meminimalisir terkena resiko diabetes bahkan bayam horenzo aman di konsumsi bagi penderita diabetes. Bayam horenzo memiliki khasiat yang baik bagi tubuh terutama bagi balita dan anak dalam masa pertumbuhan, hal tersebut dikarenakan tanaman ini sangat kaya akan kandungan gizi yang menjadi keunggulannya dibanding bayam lokal. Permintaan pasar meningkat diakibatkan oleh meningkatnya minat masyarakat terhadap bayam horenzo karena mengetahui keunggulan tersebut ([Febrianty et al., 2018](#)).

Permintaan pasar terhadap bayam horenzo bisa mencapai 70-80 kg per hari serta membutuhkan pasokan harian yang cukup. Meningkatnya permintaan pasar dapat menjadi pemicu berkembangnya budidaya bayam horenzo sehingga permintaan pasar semakin terpenuhi dan tingkat konsumsi sayuran di Indonesia semakin meningkat, sehingga peluang untuk meningkatkan produksi bayam horenzo semakin besar, namun bayam horenzo termasuk salah satu jenis tanaman baru yang jangkauan adaptasinya terbatas hanya pada dataran tinggi dengan ketinggian >700 mdpl, sehingga luas areal budidaya dan produksinya masih sangat terbatas. Keterbatasan budidaya tanaman bayam horenzo dikarenakan kondisi lahan pertanian dan kemungkinan pengembangan tanaman bayam horenzo yang potensial namun produksinya masih terbatas sehingga membutuhkan metode produksi yang efisien untuk mengoptimalkan kinerja dan hasil panen ([Rukmana, 2005](#)).

Peningkatan produktivitas tanaman sangat dipengaruhi oleh kegiatan pemupukan, hal tersebut dikarenakan kegiatan pemupukan merupakan bagian dari budidaya tanaman dan memiliki peran penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman sebab dapat memberikan unsur hara tambahan bagi tanaman. Tanaman biasanya memerlukan unsur hara dalam jumlah yang relatif besar untuk menunjang pertumbuhannya, oleh karena itu jika tanaman tumbuh tanpa bantuan pupuk, dipastikan tanaman tersebut tidak akan dapat mencapai hasil maksimal seperti yang diharapkan. Pupuk organik dapat meminimalisir

dampak negatif yang dapat ditimbulkan dalam proses pemupukan dengan lebih baik dibanding pupuk anorganik, selain itu pupuk organik juga dapat memperbaiki struktur tanah. Salah satu bentuk dari pupuk organik adalah pupuk organik cair. Penggunaan pupuk organik cair bisa menjadi salah satu pilihan untuk membantu merangsang pertumbuhan tanaman secara lebih optimal. Pupuk organik cair dapat dibuat secara mandiri oleh pembudidaya sehingga dapat meminimalisir biaya yang dikeluarkan. Menurut [Hasanah et al \(2020\)](#) dan [Surtikanti et al. \(2021\)](#), ekoenzim menjadi salah satu contoh larutan organik cair yang dapat digunakan sebagai pupuk karena mengandung unsur C-organik, N, P, K, NO₃ serta CO₃ yang dibutuhkan oleh tanah sebagai unsur hara, sehingga larutan ekoenzim dapat digunakan sebagai pupuk organik cair (POC) karena mengandung unsur hara makro dan mikro.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan lebih banyak informasi mengenai kajian untuk mempelajari berbagai dosis ekoenzim agar unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman bayam horenzo dapat terpenuhi sehingga bayam horenzo dapat memiliki pertumbuhan yang optimal. Penelitian ini memiliki tujuan untuk meneliti pertumbuhan tanaman bayam horenzo dengan menggunakan ekoenzim sebagai pupuk dan pupuk campuran anorganik (CNG dan KNO₃ putih) sebagai pembandingan serta meneliti dosis optimum dari penggunaan ekoenzim sebagai pupuk.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah eksperimental. Tahap penelitian eksperimental meliputi pengaplikasian ekoenzim sebagai pupuk organik cair (POC) pada tanaman bayam horenzo (*Spinacia orelacea* L.) dan pengamatan terhadap tanaman tersebut untuk mengetahui pengaruh pada pertumbuhan dan kadar klorofil daunnya. Penelitian dilakukan selama empat bulan, mulai Februari hingga Mei 2023. Pengaplikasian konsentrasi ekoenzim dengan berbagai konsentrasi sebagai pupuk organik cair pada tanaman bayam horenzo dilaksanakan di Kebun Hidroponik Punclut, Desa Ciumbuleuit, Kota Bandung, sedangkan pengujian biomassa tanaman dan kadar klorofil daun dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi, Departemen Pendidikan Biologi, FPMIPA, UPI.

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain neraca digital, tali pengukur/meteran kain, pH meter, thermohyrometer, polybag ukuran 25x25 cm, beaker glass ukuran 500 ml, gelas ukur ukuran 100 ml, spuit ukuran 10 dan 50 ml, paranet 75% ukuran 5x3 m, cawan arloji, spatula, lumpang porselin, corong, kertas saring, labu erlenmeyer ukuran 100 ml, pipet tetes, kuvet, spektrofotometer, oven, alumunium foil, cawan petri dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah humus, sekam bakar, bibit tanaman bayam horenzo, ekoenzim, pupuk campuran CN-G dan KNO₃ putih dan alkohol 96%.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan satu faktor yakni konsentrasi ekoenzim sebagai pupuk organik cair dengan 6 perlakuan dan 5 pengulangan. Perlakuan meliputi E0 (0 ml/L air sebagai kontrol negatif), E1 (campuran pupuk CNG dan KNO₃ putih), dan perlakuan manipulasi konsentrasi ekoenzim E2 (1 ml/L air), E3 (5 ml/L air), E4 (10 ml/L air), dan E5 (15 ml/L air).

Langkah penelitian tahap I adalah pengaplikasian ekoenzim sebagai pupuk organik cair pada tanaman bayam horenzo. Sebelum ekoenzim diaplikasikan, dilakukan persiapan media tanam yang dibuat dari gabungan antara tanah dan sekam bakar menggunakan skala perbandingan 3:1. Kemudian, dilakukan penanaman bibit bayam horenzo usia 21 HSS (Hari Setelah Semai) mengisi media tanam pada polybag dan memindahkan bibit bayam horenzo ke dalam polybag, lalu menyusunnya sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Selama penanaman, tanaman harus dilakukan pemeliharaan dengan menyiram saat pagi dan sore hari masing-masing sebanyak 400 ml/polybag, serta pencegahan dari serangan hama penyakit. Pengaplikasian pupuk organik cair ekoenzim dilakukan setiap 1 kali dalam seminggu dimulai pada 0 MST sampai dengan 5 MST (Minggu Setelah Tanam) pada pagi hari sebanyak 100 ml untuk tiap polybag. Pemanenan dilakukan saat tanaman berusia ± 42 HST (Hari Setelah Tanam). Langkah penelitian tahap II adalah pengukuran parameter uji.

Parameter yang diamati adalah pertumbuhan tanaman antara lain tinggi tanaman, jumlah daun, panjang helai daun, lebar daun, panjang akar, volume akar, biomassa tanaman dan kadar klorofil daun dari tanaman bayam horenzo.

Hasil data yang diperoleh pada tahap II berupa data pertumbuhan tanaman bayam horenzo dianalisis secara statistik dengan ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh pemberian ekoenzim dengan berbagai konsentrasi sebagai pupuk organik cair terhadap respon pertumbuhan tanaman bayam horenzo. Kemudian dilakukan pengujian beda nyata dengan Uji Post-Hoc Tukey.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil penelitian yang berasal dari tahap kedua merupakan data hasil pengamatan dari pertumbuhan tanaman bayam horenzo pada parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang helai daun, lebar daun, panjang akar, volume akar, biomassa tanaman dan kadar klorofil daun sebagai hasil dari pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim sebagai pupuk organik cair yang diperoleh pada tahap I yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan pertumbuhan tanaman bayam horenzo

Setelah pengamatan, dilakukan perhitungan secara statistik sehingga diperoleh hasil ringkasan pertumbuhan tanaman bayam horenzo seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis data pertumbuhan tanaman bayam horenzo

Perlakuan	Rataan Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Bayam Horenzo pada Umur 42 HST					
	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Lebar Daun (cm)	Panjang Helai Daun (cm)	Panjang Akar (cm)	Volume Akar (ml)
E0 = tanpa pupuk	14.22 a	13.60 a	2.86 a	5.76 a	11.10 a	5.20 a
E1 = pupuk campuran	34.46 b	81.40 b	10.00 b	12.40 b	18.50 b	15.00 b
E2 = EE 1 ml/l	12.92 a	15.00 a	2.80 a	5.72 a	10.18 a	4.80 a
E3 = EE 5 ml/l	14.62 a	16.00 a	3.14 a	6.62 a	12.78 ab	5.60 a
E4 = EE 10 ml/l	14.90 a	15.20 a	3.22 a	6.12 a	13.30 ab	7.60 a
E5 = EE 15 ml/l	16.26 a	19.40 a	3.50 a	6.70 a	16.90 ab	7.00 a

Keterangan: Perbedaan huruf a,ab dan b menunjukkan perbedaan yang signifikan antara perlakuan dan kontrol positif berdasarkan uji Post-hoc Tukey HSD ($p \leq 0,05$).

Hasil analisis pertumbuhan tanaman bayam horenzo pada Tabel 1 untuk semua parameter penelitian memperlihatkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim

memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bayam horenzo baik parameter tinggi tanaman, jumlah daun, panjang helai daun, lebar daun, panjang akar dan volume akar.

Tabel 2. Hasil pengamatan biomassa organ tanaman bayam horenzo

Perlakuan	Biomassa Organ Tanaman (gram)		
	Akar	Daun	Batang
E0 = tanpa pupuk	0,62 a	0,55 a	0,24 a
E1 = pupuk campuran	17,20 b	5,39 b	2,66 b
E2 = EE 1 ml/l	0,77 a	0,39 a	0,22 a
E3 = EE 5 ml/l	1,31 a	0,58 a	0,28 a
E4 = EE 10 ml/l	1,22 a	0,72 a	0,31 a
E5 = EE 15 ml/l	2,04 a	0,88 a	0,40 a

Hasil pengamatan biomassa organ tanaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa biomassa tertinggi diantara perlakuan konsentrasi ekoenzim terdapat pada perlakuan E5 akar (2,04 gram), batang (0,40 gram), serta daun (0,88 gram). Perlakuan E5 menghasilkan biomassa paling tinggi dibanding perlakuan ekoenzim lainnya. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya nilai pertumbuhan vegetatif tanaman selama 42 HST.

Tabel 3. Hasil pengamatan kadar klorofil daun pada tanaman bayam horenzo

Perlakuan	Kadar Klorofil ($\mu\text{g/ml}$)		
	Klorofil A	Klorofil B	Klorofil Total
E0 = tanpa pupuk	3,30	4,41	7,71
E1 = pupuk campuran	3,69	4,80	8,49
E2 = EE 1 ml/l	3,24	3,86	7,10
E3 = EE 5 ml/l	3,43	4,46	7,89
E4 = EE 10 ml/l	3,56	4,53	8,09
E5 = EE 15 ml/l	3,67	4,71	8,38

Hasil pengamatan kadar klorofil daun pada Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan E5 menghasilkan kadar klorofil tertinggi dibandingkan perlakuan ekoenzim lainnya. Klorofil total dengan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan E5 (8,38 $\mu\text{g/mL}$) sedangkan yang terendah pada perlakuan E2 (7,10 $\mu\text{g/mL}$).

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah disebutkan, terdapat hubungan antara konsentrasi ekoenzim dengan parameter pertumbuhan tanaman, baik tinggi tanaman, jumlah daun, panjang helai daun, lebar daun, panjang akar, volume akar, biomassa tanaman maupun kadar klorofil daun tanaman bayam horenzo. Semakin besar konsentrasi ekoenzim yang diberikan pada tanaman, maka semakin tinggi nilai yang dihasilkan oleh tiap parameter pertumbuhan tanaman.

Seperti halnya makhluk hidup lain, tanaman juga membutuhkan nutrisi yang cukup untuk kehidupannya. Nutrisi tersebut adalah unsur hara, baik makro maupun mikro yang dapat mendukung proses produksi dan pertumbuhannya. Sebagian dari unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dan terdapat pada ekoenzim yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Nitrogen merupakan jenis unsur hara yang penting untuk memacu pertumbuhan vegetatif, pembentukan protein, klorofil, dan asam nukleat sehingga harus tersedia untuk tanaman (Rahmah *et al.*, 2014). Fosfor (P) bagi tanaman dapat mendorong perkembangan akar, pemunculan bunga, pematangan buah, pembentukan biji serta berperan penting dalam penyimpanan dan penyaluran energi ke seluruh sel tanaman (Jalaluddin *et al.*, 2017; Suwardiyono *et al.*, 2019). Kalium (K) berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman untuk memperbaiki pengangkutan asimilat, mengatur pembukaan dan penutupan stomata untuk mengurangi konsumsi air, serta meningkatkan ketebalan tanaman agar terhindar dari serangan hama atau penyakit (Mahdiannoor *et al.*, 2016).

Kebutuhan tanaman terhadap unsur hara sangat terbatas, apabila pemberian berlebihan atau kekurangan tanaman justru akan mengalami gangguan metabolisme, bahkan menyebabkan tanaman gagal dalam pertumbuhan dan produksinya (Lingga, 2007).

Pada penelitian ini, pemberian ekoenzim sebagai pupuk organik cair dengan konsentrasi yang berbeda mampu menghasilkan pengaruh terhadap parameter pertumbuhan tanaman bayam horenzo yang diamati, seperti tinggi tanaman, jumlah daun, panjang helai daun, lebar daun, panjang akar, volume akar, biomassa tanaman dan kadar klorofil daun. Hal ini berkaitan dengan perbedaan konsentrasi yang terdapat pada tiap perlakuan dan kandungan unsur hara di dalamnya. Apabila unsur hara yang dibutuhkan tanaman tersedia dalam jumlah dan bentuk yang sesuai maka pertumbuhan tanaman akan optimal.

3.1. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman bayam horenzo pada perlakuan E5 dengan pemberian konsentrasi ekoenzim 15 ml/L terbukti menunjukkan pertumbuhan tanaman tertinggi dibandingkan perlakuan ekoenzim lainnya. Selama proses pertumbuhan dan perkembangannya, terdapat faktor yang berpengaruh pada tanaman yaitu faktor dari dalam dan luar tanaman itu sendiri. Faktor dari dalam tanaman yang berfungsi untuk merangsang tinggi tanaman adalah hormon. Perlakuan E5 mengandung konsentrasi ekoenzim paling tinggi sehingga ketika diberikan pada tanaman dapat memproduksi hormon yang lebih banyak (Sembiring *et al.*, 2021). Selain itu, asam pada ekoenzim bermanfaat dalam proses produksi hormon tumbuhan seperti auksin, giberelin, dan sitokinin. Hormon tumbuhan ini bertanggung jawab untuk memaksimalkan pertumbuhan vegetatif, generatif, dan pematangan buah (Ginting *et al.*, 2021). Tinggi pada tanaman juga dipengaruhi oleh tersedianya unsur nitrogen dalam tanah untuk mendukung pertumbuhan tinggi tanaman. Adanya penambahan nitrogen akan menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih baik daripada tanpa penambahan nitrogen.

Unsur N sangat dibutuhkan untuk proses pertumbuhan tinggi tanaman, unsur hara N memiliki fungsi utama dalam mendorong pertumbuhan umum, khususnya pertumbuhan batang sehingga meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Djafar *et al.* (2013) bahwa unsur N merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah banyak pada tanaman, kecukupan akan unsur N akan diikuti dengan peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman. Erawan *et al.* (2013) mengatakan bahwa unsur hara N memiliki fungsi yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, hal tersebut dikarenakan unsur N adalah penyusun protoplasma yang banyak terkandung dalam jaringan sehingga membantu pembelahan dan perpanjangan sel. Unsur hara nitrogen menurut Siregar *et al.* (2015) mampu menghasilkan atau menyediakan protein, asam amino dan klorofil yang dibutuhkan dalam proses pembentukan sel-sel baru, sehingga berperan penting dalam pertumbuhan tinggi tanaman.

Unsur hara kalium menurut Fitriana *et al.* (2016) juga memiliki peran penting dalam meningkatkan pertumbuhan tinggi pada tanaman, hal tersebut dikarenakan unsur hara kalium dapat membantu metabolisme karbohidrat serta mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik. Lukman (2010) mengemukakan bahwa selain unsur N dan unsur K, tinggi tanaman juga dipengaruhi oleh unsur P. Unsur P atau fosfat merupakan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman untuk membantu proses pembentukan sel baru pada jaringan yang sedang tumbuh. Unsur P juga dapat berperan dalam meningkatkan kekuatan batang.

3.2. Jumlah daun, panjang helai daun dan lebar daun

Pada parameter jumlah, panjang helai dan lebar daun bayam horenzo, diketahui bahwa hasil paling tinggi dihasilkan dari perlakuan E5 dengan konsentrasi 15 ml/L. Hal ini membuktikan bahwa pemberian ekoenzim membawa pengaruh positif pada pertumbuhan tanaman sehingga dapat meningkatkan ketiga parameter tersebut. Semakin tinggi konsentrasi ekoenzim yang digunakan, maka unsur N yang tersedia cukup banyak untuk dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen (Safitri *et al.*, 2021). Penelitian oleh Hanafiah (2012) menyebutkan bahwa hal yang menyebabkan jumlah daun pada tanaman

tidak mengalami perbedaan yang nyata karena kandungan unsur hara N yang terserap tidak berbeda jauh atau tanaman memiliki kemampuan yang sama dalam menyerap unsur hara di dalam tanah, sebab peran N pada tanaman adalah sebagai penyusun asam amino, klorofil, hormon pertumbuhan seperti auksin dan sitokinin sehingga unsur N memiliki peran utama terhadap bagian vegetatif tanaman yaitu pertumbuhan daun dan pucuk. [Pramushinta & Yulian \(2020\)](#), mengemukakan bahwa proses pertumbuhan dan perkembangan daun berhubungan dengan pembentukan sel, pembelahan dan pemanjangan. Proses ini dirangsang oleh senyawa seperti protein dan karbohidrat. Nitrogen sebagai komponen proteinogenik berperan dalam pembentukan klorofil yang digunakan dalam proses fotosintesis sehingga dapat dipicu pembentukan dan pertumbuhan daun. Daun merupakan salah satu organ tumbuhan yang paling penting untuk melakukan fotosintesis. Selama fotosintesis, klorofil menghasilkan produk asimilasi karbon dioksida untuk mendukung perkembangan meristematik daun ([Ginting & Mirwandhono, 2021](#)). Hal ini sesuai dengan [Dhani et al. \(2014\)](#) bahwa pemberian pupuk yang mengandung unsur N pada tanaman akan mendorong pertumbuhan organ-organ yang berhubungan dengan fotosintesis yaitu daun serta dengan adanya unsur N dapat mempercepat proses fotosintesis sehingga pembentukan organ daun menjadi lebih cepat.

3.3. Panjang akar

Hasil analisis pada parameter panjang akar menunjukkan perlakuan ekoenzim dengan konsentrasi 15 ml/L memiliki hasil rata-rata panjang akar terbaik. Perbedaan konsentrasi ekoenzim menghasilkan perbedaan konsentrasi unsur hara yang berpengaruh pada pertumbuhan sistem perakaran tanaman. Menurut [Nurgroho \(2004\)](#), sistem perakaran akan tumbuh maksimal pada kondisi media yang baik secara fisik maupun kimia. Sistem perakaran berkorelasi positif dengan pertumbuhan yang dihasilkan. Semakin panjang akar dari suatu tanaman maka kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara semakin tinggi sehingga dapat menghasilkan pertumbuhan yang optimal seperti tinggi tanaman, jumlah tangkai dan jumlah anak daun. Panjang akar merupakan salah satu kriteria yang dapat digunakan untuk mengetahui luas daerah jangkauan akar dalam mencari sumber daya air ([Munarso, 2011](#)). Panjang akar merupakan salah satu karakter morfologi yang dilaporkan terkait dengan ketahanan tanaman terhadap kekeringan ([Bohn et al., 2006](#); [Torey et al., 2014](#)). Panjang akar menggambarkan kemampuan tanaman untuk memperoleh suplai air termasuk unsur-unsur hara di lapisan tanah yang lebih dalam ([Munarso, 2011](#)). Pada saat pertumbuhannya, akar akan menjalani proses pembelahan sel yang disebabkan oleh tersedianya pasokan nutrisi yang memadai, utamanya adalah unsur nitrogen, fosfor, dan kalium. Panjang akar merepresentasikan kesanggupan tanaman dalam menyerap unsur hara. Tanpa adanya unsur-unsur hara seperti NPK, akar tanaman tidak dapat berkembang secara normal sehingga menghambat penyerapan unsur hara ([Safitri et al., 2021](#)).

Penyediaan unsur hara yang tepat akan membuat pertumbuhan akar meningkat sehingga berpengaruh terhadap penyerapan air dan nutrisi ([Gunawan et al., 2019](#)). 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 akar. Menurut [Kurniawati \(2018\)](#), penambahan bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah dapat memulihkan sifat biologis tanah atau media tanam karena mikroorganisme yang terkandung dapat menguraikan materi organik dalam tanah sehingga ikut berkontribusi terhadap ketersediaan lebih banyak unsur hara di media tanam.

3.4. Volume akar

Hasil analisis pada parameter volume akar menunjukkan perlakuan ekoenzim dengan konsentrasi 10 ml/L memiliki hasil rata-rata volume akar terbaik. Volume akar menunjukkan kemampuan dari tanaman dalam menghasilkan akar yang optimal sehingga

penyerapan hara disekitar media tanam dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan Mulyani (2013) mengemukakan bahwa perkembangan akar sangat ditentukan oleh ketepatan dosis pemberian pupuk atau semakin tepat konsentrasi dosis yang diberikan maka pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman akan semakin baik. Volume akar sangat erat kaitannya dengan unsur hara makro N (nitrogen) (Herdiana, 2012). Ekoenzim mensuplai unsur N (nitrogen) pada tanaman dalam bentuk nitrat sehingga tidak perlu dirubah lagi oleh tanaman. Unsur nitrogen berperan dalam merangsang perkembangan pada akar melalui pemberian unsur N dapat membentuk sistem perakaran yang baik (Sandari & Yulias, 2016). Huruna & Maruapey (2015), menambahkan bahwa N berperan dalam mempercepat pengubahan karbohidrat menjadi protein yang berpengaruh pada pembelahan, pemanjangan dan pembesaran akar tanaman. Menurut Lingga & Mursono (2013), bahwa penambahan unsur hara larutan organik cair yang mengandung nitrogen serta enzim-enzim pemecah protein melalui pemupukan akan merangsang pertumbuhan akar dan meningkatkan unsur fosfor (P) bagi tanaman yang berguna untuk pertumbuhan akar, khususnya akar benih dan tanaman muda. Unsur hara nitrogen yang terdapat pada ekoenzim mampu diserap dengan baik oleh tanaman bayam jepang karena unsur nitrogen berbentuk nitrat sehingga lebih mudah di mobilisasi, hal ini sesuai dengan penelitian Hindersah *et al.*, (2019) yang mengatakan bahwa aplikasi bahan organik cair dilaporkan menurunkan rasio C:N tanah, sehingga unsur hara terutama nitrogen menjadi lebih mobil.

3.5. Biomassa tanaman

Biomassa organ tanaman merupakan tolak ukur yang digunakan untuk menentukan hasil produksi tanaman bayam horenzo. Nilai rata-rata biomassa organ tertinggi merupakan hasil dari perlakuan E5 dengan konsentrasi 15 ml/L. Hal ini disebabkan lebih banyak unsur hara yang terdapat pada ekoenzim dengan konsentrasi 15 ml/L sehingga terjadi peningkatan jumlah sel, ukuran, dan protoplasma. Kandungan unsur nitrogen dapat memaksimalkan rasio protoplasma terhadap dinding sel sehingga ukuran sel meningkat dengan dinding sel yang tipis. Protoplasma mengalami proses metabolisme dengan merombak air dan garam anorganik membentuk simpanan makanan yang dapat digunakan saat fotosintesis sehingga bermanfaat untuk memproduksi energi selama proses pertumbuhan (Pramushinta & Yulian, 2020). Nilai berat basah dan berat kering mempengaruhi nilai biomassa tanaman seiring dengan meningkatnya nilai pertumbuhan tanaman. Biomassa tanaman merupakan hasil akumulasi keluaran fotosintesis dan dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara. Karena ketersediaan unsur hara sebagai sumber energi memegang peranan penting, maka derajat kecukupan unsur hara mempengaruhi biomassa organ tanaman. Hal ini sesuai dengan penelitian Salisbury & Ross (1995) bahwa nilai biomassa tanaman yang lebih tinggi berhubungan dengan jumlah daun tanaman yang lebih tinggi. Jumlah daun dengan munculnya daun berwarna hijau menunjukkan adanya klorofil yang dapat menghasilkan fotosintesis untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman, yang pada akhirnya mempengaruhi berat basah sehingga meningkatkan biomassa. Penjelasan lebih lanjut oleh Gardner *et al.* (1991) mengemukakan bahwa berat kering tanaman merupakan keseimbangan antara serapan CO₂ (fotosintesis) dan pelepasan CO₂ (respirasi). Hal ini sesuai dengan pandangan Li *et al.* (2013) bahwa pasokan unsur hara menyebabkan kualitas dinding sel tanaman lebih tinggi, sehingga kadar air lebih tinggi dan 50 asimilasi lebih baik. Kondisi ini menyebabkan peningkatan bobot segar seluruh bagian tanaman dan biomassa tanaman.

3.6. Kadar klorofil daun

Hasil analisis pada kadar klorofil daun menunjukkan perlakuan ekoenzim dengan konsentrasi 15 ml/L memiliki hasil rata-rata kandungan kadar klorofil total terbaik. Faktor lain yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar klorofil pada daun yaitu unsur hara Magnesium (Mg) yang terkandung pada tanaman. Berdasarkan struktur klorofil, kandungan Mg sangat menentukan total klorofil yang berada pada daun karena Mg merupakan unsur hara utama untuk dapat mengikat cincin porfirin. Perlakuan E5 diduga dapat menginduksi sintesis klorofil, dikarenakan unsur hara N dan Mg yang terkandung

didalam ekoenzim optimal. Hal ini sesuai dengan penelitian [Hendriyani & Setiari \(2009\)](#) bahwa unsur N diperlukan oleh tanaman dalam jumlah banyak, salah satunya sebagai penyusun klorofil. Kandungan klorofil tanaman sangat dipengaruhi oleh umur tanaman, umur daun, morfologi daun dan faktor genetik ([Setiari dan Nurcayati, 2009](#)). [Prastyo & Laily \(2015\)](#) mengemukakan lebih lanjut bahwa faktor yang mempengaruhi pembentukan klorofil antara lain gen, cahaya, dan unsur N, Mg, dan Fe sebagai katalis dalam pembentukan dan sintesis klorofil. Prasyarat lain untuk pembentukan klorofil diperlukan dalam jumlah yang cukup diantaranya cahaya, ketersediaan zat besi dan magnesium. Unsur fosfor yang terkandung dalam klorofil bertugas membentuk pigmen hijau pada daun, sehingga kekurangan fosfor dapat mempengaruhi kestabilan klorofil pada tanaman. Perlakuan E5 juga dianggap mampu mengoptimalkan nutrisi N dan Mg dalam ekoenzim, sehingga mendorong sintesis klorofil. Hal ini sesuai dengan penelitian [Hendriyani dan Setiari \(2009\)](#) bahwa unsur N diperlukan dalam jumlah besar oleh tanaman, misalnya sebagai komponen klorofil. Jumlah nitrogen yang tersedia menentukan jumlah klorofil yang terbentuk ([Campbell et al., 2004](#)).

Ketersediaan unsur hara makro maupun mikro pada tanaman akan menjadikan perkembangan tanaman dan produktivitasnya lebih baik karena unsur hara dapat menyuburkan pertumbuhan tanaman. Selain itu, bahan organik yang terkandung dalam ekoenzim dapat mengikat C organik di dalam tanah yang berakibat tersedianya unsur hara NPK selama proses pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Unsur hara nitrogen memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman terutama pada fase vegetatif yaitu membentuk zat fotosintat untuk membentuk sel baru, proses pemanjangan sel dan penebalan jaringan. Proses tersebut akan berlangsung cepat sesuai dengan penambahan karbohidrat sehingga menghasilkan pertumbuhan tanaman yang baik, termasuk tinggi tanaman, jumlah daun, maupun luas daun ([Agustin et al., 2021](#)). Ketersediaan unsur nitrogen yang optimal pada tanaman dapat melancarkan metabolisme tanaman sehingga merangsang pertumbuhan organ-organ tanaman seperti daun, batang, dan akar tanaman dan biomassa tanaman akan meningkat ([Sarif et al., 2015](#)) dan menghasilkan kadar klorofil yang berbanding lurus dengan peningkatan pertumbuhan tanaman.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan bayam horenzo dengan pemberian nutrisi ekoenzim belum maksimal dibandingkan dengan pertumbuhan bayam horenzo kontrol positif (pupuk campuran). Perlakuan E5 memiliki kandungan klorofil tertinggi dibanding perlakuan EE lainnya sehingga memiliki potensi dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penelitian lanjutan dibutuhkan untuk peningkatan konsentrasi sehingga dapat menentukan konsentrasi optimal dan konsentrasi toksik ekoenzim terhadap pertumbuhan bayam horenzo.

Ucapan Terima Kasih

Bapak Dadang Supriatna, Kang Resa Purnama, S.P., dan Kang Maman Suhendi memberikan bantuan bimbingan selama dilakukannya penelitian di kebun Hidroponik Punclut. Ibu Sri Rahayu Kartini, S.Si. dan Bapak Rahadian Deden Juansah, S.Pd. memberikan bantuan bimbingan sebagai laboran.

Pendanaan

Bantuan Dana Rencana Kerja dan Anggaran Tahunan Anggaran 2023 Perjanjian/kontrak nomor 1170/UN40/PT.01/2023 anggaran penelitian Hibah Fakultas.

References

- Agusttin, Y. A., Lestari, M. W., & Mardiyani, S. A. (2021). Pengaruh pemangkasan dan konsentrasi eco enzyme terhadap pertumbuhan dan kualitas tanaman junggulan (*Crassocephalum crepidioides*). *AGRONISMA*, 9(2), 134-142. <https://jim.unisma.ac.id/index.php/AGRN/article/view/12619/9860>

- Bastaman, A. (2020). *Meningkatkan Konsumsi Sayur-Sayuran dan Buah-Buahan*. [Online]. Gemari.id. Diakses: <https://gemari.id/gemari/2020/7/28/meningkatkan-konsumsi-sayur-sayuran-dan-buah-buahan>
- Bohn, M., Novais, J., Fonseca, R., Tuberosa, R., & Grift, T. E. (2006). Genetic evaluation of root complexity in maize. *Acta Agronomica Hungarica*, 54(3), 291-303. <https://doi.org/10.1556/AAgr.54.2006.3.3>
- Campbell, N. A., Reece, J. B. and Mitchell, L. G. (2004). *Biologi Jilid III Edisi Kelima*. Penerbit Erlangga. Jakarta: 53 – 56. https://www.academia.edu/60468539/Biologi_Campbell_Edisi_8_Jilid_2
- Dhani, H., Wardati., & Rosmimi. (2014). Pengaruh Pupuk Vermikompos Pada Tanah Inceptisol Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau (*Brassica juncea* L). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 1(1), 1-11. <https://jnse.ejournal.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/2609/2541>
- Djafar, T. A., Barus, A., Barus, A., & Syukri, S. (2013). Respon Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*brassica juncea* l) terhadap Pemberian Urine Kelinci dan Pupuk Guano. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 1(3), 95247. <https://dx.doi.org/10.32734/jaet.v1i3.2988>
- Erawan, D., Yani, W. O., & Bahrin, A. (2013). Pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L.) pada berbagai dosis pupuk urea. *Jurnal Agroteknos*, 3(1), 19-25. <http://dx.doi.org/10.56189/ja.v3i1.2292>
- Febrianty, E., Saty, F. M., & Handayani, S. (2018). Analisis Usahatani Bayam Jepang (*Spinacia oleracea* Linn) di Kelompok Tani RST Kecamatan Lembang Kabupaten Bandung Barat. *Karya Ilmiah Mahasiswa*. <http://repository.polinela.ac.id/id/eprint/251>
- Fitriana, P. R., Setyobudi, L., & Santoso, M. (2016). Pengaruh pemberian kombinasi biokultur kotoran sapi dan pupuk anorganik pada pertumbuhan dan hasil baby kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*). *J Produksi Tanaman*, 4(5), 325-331. <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/300/291>
- Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of Crops Plants*. Ames: The Iowa State University Press. <https://www.semanticscholar.org/paper/Physiology-of-crop-plants%3A-F.P.-Gardner%2C-R.B.-and-Evans/af303d1ae63b1221c789c829eb3419db6709b679>
- 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. <https://doi.org/10.32734/jpi.v9i1.6490>
- Ginting, N., & Mirwandhono, R. E. (2021, November). Productivity of Turi (*Sesbania grandiflora*) as a multi purposes plant by eco enzyme application. In *IOP Conference Series: Earth and environmental science* (Vol. 912, No. 1, p. 012023). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/912/1/012023>
- Gunawan, H., Puspitawati, M. D., & Sumiasih, I. H. (2019). Pemanfaatan Pupuk Organik Limbah Budidaya Belimbing Tasikmadu Tuban Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Jurnal Bioindustri (Journal of Bioindustry)*, 2(1), 413-425. <https://doi.org/10.31326/jbio.v2i1.526.g299>
- Hanafiah, K. A. (2012). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada. <https://www.rajagrafindo.co.id/produk/dasar-dasar-ilmu-tanah/>
- Hasanah, Y., Marwani, L., & Hanum, H. (2020). Eco enzyme and its benefits for organic rice production and disinfectant. *Journal of Saintech Transfer*, 3(2), 119-128. <https://talenta.usu.ac.id/jst/article/download/4519/3474>
- Hendriyani, I. S., & Setiari, N. (2009). Kandungan klorofil dan pertumbuhan kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tingkat penyediaan air yang berbeda. *Jurnal Sains & Matematika*, 17(3), 145-150. <http://eprints.undip.ac.id/2335/>
- Herdiana, A. (2012). Analisis Spasial Indeks Kekeringan Thornthwaite Matter di Wilayah Garut Jawa Barat. Skripsi. Bandung: Program Studi. Meteorologi Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan Institut Teknologi Bandung. <https://xdocs.tips/doc/ta-kekeringan-di-garut-metode-tortenwhhwhitte-matterpdf-loxx4qww4gox>

- Hindersah, R., Nabila, A., & Yuniarti, A. (2019). Pengaruh Vermikompos dan Pupuk Majemuk terhadap Ketersediaan Fosfat Tanah dan Hasil Kentang (*Solanum tuberosum* L.) di Andisols. *Jurnal Agrologia UNPAD*, 8(1), 21-27. <https://scholar.archive.org/work/quperbyduncwxndscikwnhizf4/access/wayback/https://ojs.unpatti.ac.id/index.php/agrologia/article/download/874/385>
- Huruna, B., & Maruapey, A. (2015). Pertumbuhan dan produksi tanaman terung (*Solanum melongena* L) pada berbagai dosis pupuk organik limbah biogas kotoran sapi. *Jurnal Agroforestri*, 3(10), 217-226. <https://scholar.google.com/scholar?cluster=17452070907610132390&hl=en&oi=scholar>
- Jalaluddin, J., Nasrul, Z. A., & Syafrina, R. (2017). Pengolahan sampah organik buah-buahan menjadi pupuk dengan menggunakan efektif mikroorganisme. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 5(1), 17-29. <https://doi.org/10.29103/jtku.v5i1.76>
- Kurniawati, I.L.F.M. (2018). Pengujian kualitas kompos di Kebun Raya Cibodas terhadap pertumbuhan sawi hijau (*Brassica rapa*). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(1), 47-53. <https://doi.org/10.29244/jhi.9.1.47-53>
- Lingga, P. (2007). *Hidroponik Bercocok Tanam tanpa Tanah*. Jakarta: PT Penebar Swadaya. <https://www.penebarswadaya.com/shop/teknologi/pertanian-dan-industri/hidroponik-bercocok-tanam-tanpa-tanah/>
- Lingga, P., & Marsono. (2013). *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. https://books.google.com/books/about/Petunjuk_Penggunaan_Pupuk.html?hl=id&id=KuX8CAAAQBAJ
- Lukman, L. (2010). Efek Pemberian Fosfor Terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Mangga. *Jurnal Hortikultura*, 20 (1), 18-26. <https://dx.doi.org/10.21082/jhort.v20n1.2010.p%p>
- Mahdiannoor, M., Istiqomah, N., & Syarifuddin, S. (2016). Aplikasi Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung Manis. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 41(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.31602/zmip.v41i1.314>
- Mulyani S, M. (2013). *Pupuk dan cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta. <https://inlislite.uin-suska.ac.id/opac/detail-opac?id=6243>
- Munarso, Y. P. (2011). Keragaan Padi Hibrida pada Sistem Pengairan Intermittent dan Tergenang. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 30, 189-195. <https://dx.doi.org/10.21082/jpptp.v30n3.2011.p%p>
- Nugroho, B. (2004). Petunjuk Penggunaan Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 13(9), 23-27.
- 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 Pharmasci*, 5(1), 29-32. <https://scholar.archive.org/work/iy3hlmlgqnbhctarb4koehlqa/access/wayback/http://ejournal.akfarsurabaya.ac.id:80/index.php/jps/article/download/162/138>
- Prastyo, K. A., & Laily, A. N. (2015). Uji konsentrasi klorofil daun temu mangga (*Curcuma mangga* Val.), temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*), dan temu hitam (*Curcuma aeruginosa*) dengan Tipe kertas saring yang berbeda menggunakan spektrofotometer. *Prosiding KPSDA*, 1(1). <https://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/kpsda/article/view/5372/3788>
- Rahmah, A., Izzati, M., & Parman, S. (2014). Pengaruh pupuk organik cair berbahan dasar limbah sawi putih (*Brassica Chinensis* L.) terhadap pertumbuhan tanaman jagung manis (*Zea Mays* L. Var. *Saccharata*). *Anatomi Fisiologi*, 22(1), 65-71. <http://eprints.undip.ac.id/44491/>
- Rukmana, R. (2005). *Tenik Budidaya Bayam*. Yogyakarta: Kanisius.
- 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), 1-8. <https://doi.org/10.33474/j.sa.v4i1.8853>

- Salisbury, F.B., & C.W. Ross. (1995). *Plant physiology*. Boulder: Wadsworth Publ. Co., Inc. https://www.academia.edu/92605758/Plant_Physiology_F_B_Salisbury_C_W_Ross_Eds_Wadsworth_Publishing_Co_Belmont_California_1992_4th_ed_682_pp_ISBN_0_534_15162_0_Price_20_95_pounds_sterling
- Sandari, S., & Yulia, A. E. (2016). *Pemberian beberapa jenis kompos terhadap pertumbuhan bibit karet (Hevea brasiliensis) pada Stum Mini Klon PB260 dan Avros 2037* (Doctoral dissertation, Riau University). <https://www.neliti.com/publications/202499/pemberian-beberapa-jenis-kompos-terhadap-pertumbuhan-bibit-karethevea-brasiliens>
- Sarif, P., Hadid, A., & Wahyudi, I. (2015). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Urea. *J. Agrotekbis*, 3(5), 585–591. <https://www.neliti.com/publications/249324/pertumbuhan-dan-hasil-tanaman-sawi-brassica-juncea-l-akibat-pemberian-berbagai-d>
- Sembiring, S. D. B. J., Ginting, N., Umar, S., & Ginting, S. (2021). Effect of Eco Enzymes Concentration on Growth and Production of Kembang Telang Plant (Clitoria ternatea L.) as Animal Feed. *Jurnal Peternakan Integratif*, 9(1), 36-46. <https://doi.org/10.32734/jpi.v9i1.6491>
- Setiari, N., & Nurchayati, Y. (2009). Eksplorasi kandungan klorofil pada beberapa sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar food supplement. *Bioma*, 11(1), 6-10. <http://eprints.undip.ac.id/1989/>
- Siregar, L. T., Wardati, & Armani. (2015). Pemberian Limbah Cair Biogas Sebagai Pupuk Organik Pada Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq.) di Pembibitan Utama. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian*, 2(1), 1-12. <https://jnse.ejournal.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERTA/article/view/6258/5958>
- Surtikanti, H. K., Kusumawaty, D., Sanjaya, Y., Priyandoko, D., Kurniawan, T., & Sisri, E. M. (2021). Memasyarakatkan ekoenzim berbahan dasar limbah organik untuk peningkatan kesadaran dalam menjaga lingkungan. *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, 3(3), 110-118. <https://doi.org/10.36312/sasambo.v3i3.532>
- Suwardike, P., Wahyuni, P. S., & Artika, I. M. (2019). Pengaruh Dosis Pupuk Kandang Ayam Yang Difermentasi Em4 Dan Konsentrasi Biourine Sapi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Bayam Jepang (Spinacia oleracea L.). *Agro Bali: Agricultural Journal*, 2(2), 106-114. <https://doi.org/10.37637/ab.v2i2.394>
- Suwardiyono, S., Maharani, F., & Harianingsih, H. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dari Air Rebusan Olahan Kedelai Menggunakan Effective Mikroorganisme. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 44–48. <http://dx.doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3024>
- Torey, P. C., Nio, S. A., Siahaan, P., & Mambu, S. M. (2014). Karakter morfologi akar sebagai indikator kekurangan air pada padi lokal Superwin (Root-morphological characters as water-deficit indicators in local rice Superwin). *Jurnal Bios Logos*, 3(2). <https://doi.org/10.35799/jbl.3.2.2013.4431>
- Li, X., Wang, H., Gan, S., Jiang, D., Tian, G., & Zhang, Z. (2013). Eco-stoichiometric alterations in paddy soil ecosystem driven by phosphorus application. *PloS one*, 8(5), e61141. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0061141>