

EKOENZIM SEBAGAI PUPUK CAIR ORGANIK UNTUK MENINGKATKAN PERTUMBUHAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea* L.)

*Ecoenzyme as an Organic Liquid Fertilizer to Improve The Growth of Green Mustard (*Brassica juncea* L.)*

Dwijowati Asih Saputri^{a*}, Shinta Anisya^b

a Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Bnadar Lampung, Lampung Indonesia.

b Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung, Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

*Corresponding author: Jl. Letkol Endro Suratmmin, Sukarene, Bandar Lampnug, Lampung, 35131, Indonesia. E-mail: dwijowatiasihsaputri@radenintan.ac.id

Abstrak

Ekoenzim adalah konsentrat, cairan kompleks yang merupakan produk fermentasi selama 3 bulan limbah buah, sayuran dan gula merah atau molase dalam air. Ekoenzim merupakan larutan multiguna untuk keperluan rumah tangga dan pertanian dan dilaporkan bertindak sebagai pembersih rumah tangga, pembasmi serangga pengusir serangga, pembersih udara, kondisioner tanah, pestisida, dan pupuk organik cair (POC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur hara NPK ekoenzim dari kulit pisang, kulit pepaya dan kulit nanas dan potensinya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi sawi hijau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekoenzim kulit pisang, pepaya dan nanas mengandung N, P, dan K dalam jumlah yang memenuhi standar pupuk organik cair dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi sawi hijau (*Brassica juncea* L.) pada semua parameter yang diukur.

Kata kunci : *Brassica juncea* L., ekoenzim, pertumbuhan dan produktifitas tanaman, POC.

Abstract

*Eco enzyme is a concentrate, a complex liquid which is a fermented product for 3 months of fruit, vegetable and brown sugar or molasses waste in water. Eco enzymes are multipurpose solutions for household and agricultural purposes and are reported to act as household cleaners, insect repellents, air purifiers, soil conditioners, pesticides, and liquid organic fertilizers (POC). This study aims to determine the content of the eco enzyme NPK nutrient from banana peels, papaya peels and pineapple peels and their potential to increase the planting and production of greens mustard. The results showed that the eco enzymes of banana, papaya and pineapple peels contained N, P, K in amounts that met the standards of liquid organic fertilizer and could increase the growth and production of mustard greens (*Brassica juncea* L.) in all parameters measured.*

Keywords : *Brassica juncea* L., eco-enzyme, plant growth and development, POC.

Pendahuluan

Pertambahan penduduk yang pesat juga akan berimbas pada jumlah sampah yang dihasilkan. Dari sampah yang dihasilkan oleh manusia, 60% nya adalah limbah organik (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017). Limbah organik bisa berasal dari kegiatan pertanian, maupun dari limbah pengolahan pangan, dalam skala rumah tangga, industri, maupun usaha kuliner. Limbah organik, jika tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan pencemaran yang cukup serius, Gas metana yang dihasilkan limbah organik selama pembusukan dapat menimbulkan bau, ledakan dan gas yang berbahaya bagi kesehatan (Linggi' & Pawarangan, 2018). Salah satu alternatif pemanfaatan limbah organik yang berupa limbah buah dan sayuran adalah dengan memanfaatkannya menjadi ekoenzim (Linggi' & Pawarangan, 2018).

Ekoenzim merupakan cairan kompleks hasil fermentasi limbah buah, sayuran dan gula dalam air dalam keadaan an aerob selama 3 bulan, merupakan cairan multifungsi yang dapat digunakan untuk keperluan rumah tangga, membunuh kuman, serangga dan dapat juga digunakann sebagai pupuk organik (Fadlurrahman & Azmury, 2022). Penggunaan pupuk organik dalam budidaya pertanian lebih menguntungkan karena mengatasi defisiensi hara tanah dengan cepat, tidak menimbulkan masalah dalam pencucian hara dan mampu menyediakan dan mengembalikan unsur hara dengan cepat. Dibandingkan dengan pupuk an organik, pupuk organik tidak merusak tanah atau tanaman budidaya walupun sering digunakan. Keuntungan penggunaan pupuk organik adalah mampu meningkatkan populasi mikroba tanah sehingga dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Tanti *et al.*, 2020). Keuntungan penggunaan pupuk organik adalah mampu meningkatkan populasi mikroba tanah sehingga dapat memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Tanti *et al.*, 2020)

Penggunaan ekoenzim sebagai pupuk organik sudah dilakukan oleh (Salsabila & Winarsih, 2023) yang memanfaatkan ekoenzim berbahan kulit jeruk dan kulit nanas untuk meningkatkan pertumbuhan pakcoy. Penelitian serupa juga pernah dilakukan pada tanaman bawang merah (Lubis *et al.*, 2022). Hasil penelitian Lubis *et al.*, 2022, menunjukkan bahwa ekoenzim yang digunakan sebagai POC mampu meningkatkan bobot umbi bawang merah. Ekoenzim bahkan pernah digunakan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman berkayu, seperti tanaman turi (Ginting & Mirwandhono, 2021). Dari uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang kandungan unsur hara makro eko enzim berbahan limbah kulit pisang, kulit pepaya dan kulit pnanas dan pemanfaatannya untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau (*B. juncea* L)

Material dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai September 2022. Larutan ekoenzim dibuat di Laboratorium Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, sedangkan aplikasi eko ennzim untuk meningkatkan pertumbuhan sawi hijau dilakukan di kebun percobaan UIN Raden Intan Lampung. Analisis kandungan ekoenzim dilakukan di Laboratorium Analitik Politeknik Negeri Lampung.

Penelitian dimulai dengan pembuatan ekoenzim, dilanjutkan penelitian di lapangan untuk aplikasi ekoenzim dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau sebagai sample dalam penelitian. Penelitian di lapangan di rancang dengan rancangan acak lengkap dengan 5 macam konsentrasi ekoenzim yaitu kontrol (P0), kontrol positif (Pupuk organik cair komersial)

(P1), ekoenzim 1% (P2), ekoenzim 2% (P3) dan ekoenzim 3 % (P4). Jumlah ulangan pada penelitian ini adalah 4 ulangan.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu:

a. Pembuatan ekoenzim

Ekoenzim dibuat dari limbah kulit pisang, kulit pepaya dan kulit nanas. Limbah kulit buah pisang diperoleh dari pedagang gorengan, di jalan Endro Suratmin Sukarame, kulit pepaya diperoleh dari pedagang rujak di sekitar kampus UIN Raden Intan Lampung, sedangkan kulit nanas diperoleh dari pedagang nanas kupas di pasar Sukarame Bandar Lampung. Perbandingan kulit buah yang digunakan adalah 1:1:1. Fermentasi dilakukan selama 3 bulan dalam kondisi anaerob menggunakan wadah plastic. Gula yang digunakan dalam pembuatan ekoenzim adalah molase. Perbandingan antar Molase : Kulit Buah :air adalah 1:3:10 (Arifin *et al.*, 2009). Setelah di fermentasi selama 3 bulan, cairan ekoenzim dipisahkan dari ampasnya, kemudian di analisis di laboratorium untuk mengetahui kandungan C organik, N, P, K dan pH.

b. Penyemaian benih

Benih yang digunakan adalah sawi hijau (*Brassica juncea* L) varietas Shinta cap Panah merah yang diperoleh dari toko pertanian. Benih disortir untuk mendapatkan bentuk dan ukuran yang seragam, selanjutnya benih di rendam dalam air. Benih yang tenggelam yang akan disemai dan digunakan dalam penyemaian. Penyemaian dilakukan pada bak penyemaian. Biji di tebar di bak penyemaian, kemudian ditutup dengan tanah dengan ketebalan lebih kurang 0,5 cm. Bibit yang telah berumur 10 hari setelah tanam dengan kriteria memiliki 4 lembar daun termasuk kotiledon akan dipindahkan ke dalam polybag yang telah disiapkan untuk mendapatkan perlakuan.

c. Persiapan media tanam

Penanaman sawi hijau dilakukan pada polybag ukuran 17,4 x 40 cm. Media tanam yang digunakan adalah media tumbuh yang dibeli di toko pertanian, Polybag diisi dengan media hingga lebih kurang 80% dari ketinggian polybag.

d. Perlakuan dengan ekoenzim

Tanaman sawi hijau yang telah di pindah ke palibag, di aklimatisasi selama 7 hari. Pemupukan dengan larutan ekoenzim dilakukan dengan interval 7 hari dan dihentikan 7 hari sebelum dilakukan pemanenan. Volume larutan ekoenzim yang diberikan adalah 100 mL untuk setiap perlakuan sesuai dengan dosis yang telah ditetapkan. Pemanenan dilakukan di hari ke 35 setelah dilakukan pemindahan (Munthe *et al.*, 2018). Penyiraman dengan air dilakukan 2 kali sehari yaitu pagi dan sore hari.

e. Parameter pengamatan dan analisis data

Parameter yang diamati adalah tinggi tanaman, jumlah daun, lebar daun, Panjang daun, berat segar dan berat kering. Pengamatan terhadap semua parameter dilakukan pada saat pemanenan. Data yang diperoleh dianalisis dengan *one way ANOVA* menggunakan *software* SPSS versi 21.0. Apabila terdapat pengaruh nyata pada perlakuan, akan dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf signifikansi 5%.

Hasil dan Diskusi

Kandungan unsur hara makro larutan ekoenzim

Kandungan ekoenzim yang diamati pada penelitian ini meliputi kandungan N (total N), P dan K, C organik, serta pH. Hasil analisis larutan ekoenzim dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji kandungan Unsur Hara Makro Kandungan Ekoenzim

Parameter uji	Hasil pengujian	Metode pengujian	SNI (pupuk organik cair)
C-Organik	2,71%	Titrimetri	Minimal 6
pH	2,9	-	4-9
N-Total	0,8%	Spektrofotometri	3-6%
P-Total	2,9%	Spektrofotometri	3-6%
K	4,2%	EPA 200 7 revisi 5	3-6%

Hasil analisis kandungan C-organik pada larutan ekoenzim belum memenuhi standar SNI pupuk organik cair., karena nilainya tidak lebih dari 6%. C organik pada ekoenzim yang akan digunakan dalam pemupukan berfungsi untuk meningkatkan Kandungan C-organik tanah, sehingga bisa meningkatkan kesuburan tanah. Bahan organik berguna untuk memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Yani Kamsurya & Botanri, 2022). C organik akan memberikan nutrisi bagi mikroba tanah sehingga akan meningkatkan jumlah mikrofora tanah Selain kandungan C organik yang terdapat pada ekoenzim, menurut (Gu *et al.*, 2021) ekoenzim mengandung berbagai macam bakteri dan jamur yang menguntungkan. Genus bakteri yang dominan adalah *Caproiciproducens*, *Tyzzarella*, *Sporomusa*, dan *Lachnoclostridium*. *Lactobacillus* memiliki kelimpahan paling tinggi diantara genus bakteri lainnya. Jamur yang ditemukan pada ekoenzim adalah *Aspergillus niger*, *Trichoderma viride*, *Saccharomyces cerevisiae* dan *Rhizopus stolonifer* (Samriti & Arya, 2019).

Kandungan N, P dan K pada larutan ekoenzim dari limbah kulit pisang, kulit papaya dan kulit nanas telah sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Kementerian Pertanian. Kandungan N, P dan K serta C-organik berasal dari bahan baku yang digunakan. Kandungan N, P dan K pada ekoenzim yang akan digunakan sebagai pupuk organik cair sangat penting, karena menurut (Suartini *et al.*, 2018) diperlukan untuk pertumbuhan tanaman. N diperlukan untuk pertumbuhan vegetatif maupun generatif. Nitrogen juga berperan bagi tanaman dalam mengatasi stress (Sun *et al.*, 2020). Unsur P diperlukan tanaman untuk pembentukan senyawa yang dibutuhkan untuk fotosintesis, pembentukan ATP dan asam nukleat (Lambers, 2022), sehingga pospr berperan sangat penting bagi kelangsungan hidup tanaman. Salah satu fungsi kalium bagi tanaman adalah meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit (Suci *et al.*, 2023).

Pengaruh ekoenzim terhadap pertumbuhan Sawi hijau (*B. juncea* L)

Perlakuan ekoenzim pada tanaman sawi hijau (*B. juncea* L.) menunjukkan adanya pengaruh yang nyata pada semua parameter yang diuji. Pengaruh tertinggi diperoleh pada dosis yang paling tinggi, yaitu 3%, bahkan jika dibandingkan dengan pemupukan menggunakan pupuk organik komersial yang memiliki kandungan unsur hara sesuai dengan standar dari Kementerian Pertanian. Hasil pengamatan terhadap beberapa parameter pertumbuhan tanaman sawi hijau (*B. juncea* L.) disajikan pada tabel 2.

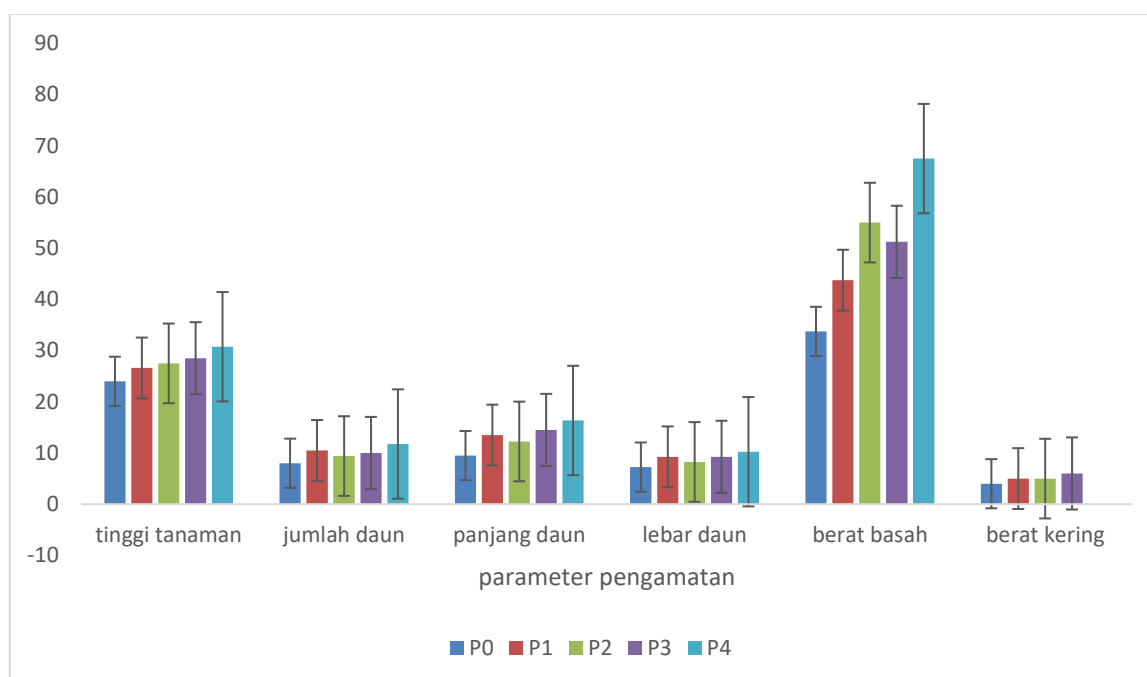
Tabel 2. Pengaruh pemupukan ekoenzim terhadap tinggi tanaman sawi hijau (*B. juncea*)

Perlakuan	Tinggi Tanaman	Jumlah Daun	Panjang Daun	Lebar Daun	Berat Basah	Berat Kering
P0	24 ± 2,58 ^C	8 ± 0,81 ^D	9,5 ± 0,82 ^C	7,25 ± 0,96 ^C	33,75 ± 0,48 ^D	4 ± 1,0 ^C
P1	26,5 ± 1,20 ^{BC}	10,5 ± 0,57 ^{ABC}	13,5 ± 0,96 ^B	9,25 ± 0,82 ^{AB}	43,75 ± 0,48 ^C	5 ± 0,82 ^{BC}

Lanjutan Tabel 2. Pengaruh pemupukan ekoenzim terhadap tinggi tanaman sawi hijau (*B. juncea*)

P2	27,5 ±1,73 ^{AB}	9,4 ± 0,82 ^{CD}	12,25 ± 0,96 ^{AB}	8,25 ± 0,56 ^{BC}	55 ± 0,58 ^{BC}	5 ± 1,41 ^{BC}
P3	28,75 ± 1,25 ^B	10 ± 0,95 ^{BC}	14,5 ± 0,96 ^B	9,25 ± 0,96 ^{AB}	51,25 ± 0,85 ^{CB}	7 ± 0,96 ^B
P4	30,75 ± 2,06 ^A	11,75 ± 0,96 ^A	16,25 ± 1,50 ^A	10,25 ± 0,96 ^A	67,5 ± 0,65 ^A	7,75 ± 0,96 ^A

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata pada uji DMRT dengan taraf 5%



Gambar 1. Pengaruh perlakuan ekoenzim terhadap parameter pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau

Pada semua parameter yang diukur, pengaruh ekoenzim semakin meningkat dengan meningkatnya dosis yang diberikan, perlakuan terbaik untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi hijau adalah perlakuan ekoenzim pada dosis 3% (P4). Penelitian ini serupa dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Salsabila & Winarsih, (2023) yang mengaplikasikan ekoenzim dari kulit jeruk dan nanas untuk pemupukan tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L). Pada penelitian Salsabila & Winarsih, (2023) semakin tinggi dosis ekoenzim yang diaplikasikan maka semakin meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (Gambar 1). Hasil penelitian ini juga sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Novianto & Bahri, (2023) yang mengaplikasikan ekoenzim sebagai pupuk organik cair pada tanaman sawi caisim, namaun sumber limbah organik yang digunakan untuk embutan ekoenzim pada penelitian ini tidak dijelaskan secara rinci. Pada penelitian Novianto & Bahri, (2023) dosis ekoenzim tertinggi yang memberikan hasil terbaik adalah dosis 5%, lebih besar jika dibandingkan dengan hasil penelitian ini.

Kandungan senyawa NPK yang memenuhi standar POC memberikan nutrisi yang cukup bagi pertumbuhan sawi hijau. Senyawa N yang terkandung dalam dapat meningkatkan

pertumbuhan akar sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan akar yang baik dapat meningkatkan penyerapan air dan mineral dari tanah, sehingga bisa meningkatkan fotosintesis dan dapat juga meningkatkan pertumbuhan dan hasil (Chen *et al.*, 2020). Menurut Mahal *et al.*, (2019) kehadiran Nitrogen di tanah yang berasal dari ekoenzim dapat meningkatkan mineralisasi bahan organik. Hal ini dapat meningkatkan ketersediaan mineral yang mudah diserap tanaman yang berasal dari materi organik yang ada di dalam tanah di sekitar tanaman, maupun materi organik yang masih ada di dalam ekoenzim. Pupuk nitrogen dapat meningkatkan alokasi Carbon pada akar sehingga bisa meningkatkan laju respirasi pada akar (Li, *et al.*, 2020). Meningkatnya kecepatan respirasi akan berpengaruh pada pertumbuhan tanaman.

Seiring dengan meningkatnya dosis pemupukan dengan ekoenzim, maka semakin banyak fosfat yang akan diterima oleh tanaman sawi hijau. Unsur fosfat merupakan unsur hara esensial ke 2 setelah N. Senyawa Fosfat memiliki peran yang sangat penting bagi tanaman. Pada masa pertumbuhan vegetatif fosfat dapat meningkatkan pertumbuhan akar, memperkuat tanaman muda dan pada masa pertumbuhan generatif, senyawa fosfat dapat mempercepat pembungaan dan mempercepat pemasakan buah serta meningkatkan berat kering tanaman (Sumbayak & Gultom, 2020).

Selain kandungan unsur N dan P yang telah memenuhi standar, berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Salsabila, (2023) dalam ekoenzim juga ditemukan mikroba pelarut fosfat. Kehadiran mikroba pelarut fosfat baik itu bakteri maupun jamur sangat penting di dalam tanah. Fosfat adalah unsur yang sangat melimpah di tanah, namun hanya sedikit (0,01%) yang bisa dimanfaatkan oleh tanaman, karena P berada dalam bentuk P-terikat membentuk senyawa kompleks yang sukar larut (Fallo *et al.*, 2023). Kehadiran mikroba pelarut fosfat dalam ekoenzim mampu melarutkan fosfat dari bentuk terikat melalui mineralisasi atau melalui sekresi asam organik (Asril *et al.*, 2023).

Unsur penting lain yang terkandung dalam ekoenzim adalah kalium. Kandungan unsur Kalium dalam ekoenzim kulit buah pisang, pepaya dan nanas telah memenuhi syarat sebagai pupuk organik cair. Kalium di dalam tubuh tanaman bukan merupakan penyusun struktur sel dan jaringan, akan tetapi kalium berperan dalam berbagai metabolisme, seperti dalam pembentukan pati, pembukaan stomata, mempertinggi daya tahan tubuh serta mempengaruhi penyerapan unsur hara lainnya. Kalium juga mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap cekaman kekeringan (Nurmaliatik *et al.*, 2021). Jumlah kalium yang mencukupi kebutuhan tanaman pada akhirnya akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Menurut hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Salsabila, (2023), ekoenzim mengandung mikroba yang mampu menghasilkan IAA (*Indol Acetic Acid*). IAA adalah salah satu hormon pertumbuhan pada tanaman yang berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan, seperti pembelahan dan pemanjangan sel, pembentukan akar dan pembentukan rambut akar (Fallo *et al.*, 2023). Pada dasarnya semua tanaman menghasilkan hormon pertumbuhan endogen, namun IAA eksogen yang dihasilkan oleh mikroba yang ada dalam ekoenzim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman sawi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa larutan ekoenzim dari kulit buah pisang, pepaya dan nanas mengandung unsur hara makro (N,P,K,C-organik sesuai dengan standar dari kementerian pertanian dan dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau (*B. juncea* L)

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Laboran di Laboratorium Analitik Politeknik Negeri Lampung yang membantu melaksanakan analisis kandungan ekoenzim, serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Arifin, L. W., Syambarkah, A., Purbasari, H. S., Ria, R., & Ayu, V. (2009). Introduction of eco-enzyme to support organic farming in Indonesia. *Jurnal Food Ag-Ind, Special*, 356–359.
- Asril, M., Lestari, W., Basuki, Sanjaya, M. F., Firgiyanto, R., Manguntungi, B., Sudewi, S., Swandi, M. K., Paulina, M., & Kunusa, W. R. (2023). *Mikroorganisme Pelarut Fosfat pada Pertanian Berkelanjutan* (pp. 1–147).
- Chen, J., Liu, L., Wang, Z., Zhang, Y., Sun, H., Song, S., Bai, Z., Lu, Z., & Li, C. (2020). Nitrogen Fertilization Increases Root Growth and Coordinates the Root–Shoot Relationship in Cotton. *Frontiers in Plant Science*, 11(June). <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00880>
- Fadlurrahman, M. ., & Azmury, M. (2022). Variasi Fungsi Penerapan Ekoenzim dari Limbah Organik: Tinjauan. *Jurnal Selulosa*, 12(2), 61–70.
- Fallo, G., Banusu, M. S., Pardosi, L., & Tefa, A. (2023). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Rhizosfer dari Tanaman Kacang Gude (*Cajanus cajan* L.) sebagai Penghasil Hormon IAA (*Indole Acetic Acid*) dan Aplikasinya pada Benih Padi (*Oryza sativa* L). *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 22(1), 129–138.
- 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>
- Gu, S., Xu, D., Zhou, F., Chen, C., Liu, Ch., Tian, M., & Jiang, A. (2021). The Garbage Enzyme with Chinese Hoenylocust Fruits Showed Garbage Enzyme Alone. *Foods*.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Komposisi Sampah di Indonesia Didominasi Sampah Organik*. Databoks. databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/11/01/komposisi-sampah-di-indonesia-didominasi-sampah-organik
- Lambers, H. (2022). Phosphorus Acquisition and Utilization in Plants. *Annual Review of Plant Biology*, 73, 17–42. <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-102720-125738>
- Li, W., Zhang, H., Huang, G., Liu, R., Wu, H., Zhao, C., & McDowell, N. G. (2020). Effects of nitrogen enrichment on tree carbon allocation: A global synthesis No Title. *Global Ecology and Biogeography*, 29(3), 573(3), 573–589. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/geb.13042>
- Linggi', R. A., & Pawarangan, I. (2018). Pengaruh Sampah Rumah Tangga Organik Dan Non Organik Terhadap Lingkungan. *Semkaristek*.
- Lubis, N., Wasito, Marlina, L., Girsang, R., & Wahyudi, H. (2022). Respon emberian Ekoenzim dan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Agrium Jurnal Ilmu Pertanian*, 25(2), 107–115.
- Mahal, N. K., Osterholz, W. R., Miguez, F. E., Poffenberger, H. J., Sawyer, J. E., Olk, D. C., Archontoulis, S. V., & Castellano, M. J. (2019). Nitrogen fertilizer suppresses mineralization of soil organic matter in maize agroecosystems. *Frontiers in Ecology and*

- Evolution*, 7(MAR). <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00059>
- Munthe, K., Pane, E., & Panggabean, E. L. (2018). Budidaya Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Pada Media Tanam Yang Berbeda Secara Vertikultur. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 138. <https://doi.org/10.31289/agr.v2i2.1632>
- Novianto, N., & Bahri, S. (2023). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) terhadap Pemberian Pupuk Organik Cair Ecoenzim. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(1), 1–5. <https://doi.org/10.23960/jat.v11i1.5773>
- Nurmaliatik, Inti, M., Nurhidayat, E., Anggraini, D. J., Hidayat, N., Nurhuda, M., Rokim, A. M., Rohmadan, A. R. A., Nurwito, Setyaningsih, I. R., Setiawan, N. C., Wicaksana, Y., Darnawi, & Maryani, Y. (2021). Studi pengaruh pemberian pupuk kandang dan guano fosfat terhadap serapan kalium tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L). *Jurnal Pertanian Agros*, 23(1), 44–52.
- Salsabila, A. . (2023). *Karakter Biokimia Ekoenzim dari Kulit Pisang Kepok Manado (Musa paradisiaca var. Formitipica) Muda dan Daya Hambatnya pada Fusarium dan Xantomonas campestris*. Universitas Lampung.
- Salsabila, R. K., & Winarsih. (2023). Efektivitas Pemberian Ekoenzim Kulit Buah sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Lentera Bio*, 12(1), 50–59. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index50>
- Samriti, S. S., & Arya, A. (2019). Garbage enzyme: A study on compositional analysis of kitchen waste ferments. In *The Pharma Innovation Journal*. [theopharmajournal.com. https://www.thepharmajournal.com/archives/2019/vol8issue4/PartR/8-7-10-596.pdf](https://www.thepharmajournal.com/archives/2019/vol8issue4/PartR/8-7-10-596.pdf)
- Suartini, K., Abram, P. H., & Jura, M. R. (2018). Production of liquid organic fertilizer from offal waste of skipjack (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Akademika Kimia*, 7(2), 70–74.
- Suci, R. N., Rahardjo, B. T., & Ikawati, S. (2023). Pengaruh Aplikasi Pupuk Kalium terhadap Biologi dan Statistik Demografi *Nezara viridula* L. (Hemiptera : Pentatomidae) pada Polong Kedelai. *Jurnal Hama Dan Penyakit Tumbuhan*, 11(2), 55–69. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2023.011.2.1>
- Sumbayak, R. J., & Gultom, R. R. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Fosfat dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Darma Agung*, 28(2), 253–268. <https://doi.org/10.46930/ojsuda.v28i2.648>
- Sun, Y., Wang, M., Mur, L. A. J., Shen, Q., & Guo, S. (2020). Unravelling the roles of nitrogen nutrition in plant disease defences. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/ijms21020572>
- Tanti, N., Nurjannah, N., & Kalla, R. (2020). Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan Cara Aerob. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 14(2), 2053–2058. <https://doi.org/10.47398/iltek.v14i2.415>
- Yani Kamsurya, M., & Botanri, S. (2022). Peran Bahan Organik dalam Mempertahankan dan Perbaikan Kesuburan Tanah Pertanian; Review. *Jurnal Agrohut*, 13(1), 25–34. <https://doi.org/10.51135/agh.v13i1.121>