

Respons Perkecambahan Benih Kopi Liberika (*Coffea liberica* W. Bull Ex Hiern) Tungkal Jambi Terhadap Konsentrasi Ekoenzim dan Lama Perendaman

*(The Response of Liberica Coffee Seed Germination (*Coffea liberica* W. Bull Ex Hiern) from Tungkal Jambi to Eenzyme Concentration and Soaking Duration)*

Devi Triana*, Gusniwati, Elly Indraswari, Elis Kartika, Neliyati

Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jl. Raya Jambi-Muaro Bulian KM. 15. Mendalo Darat,
Jambi 36361, Indonesia

*Coessponding author: devitriana015@gmail.com

ABSTRACT

Liberica coffee from Tungkal Jambi is an important plantation commodity in Jambi Province; however, seedling development is constrained by slow seed germination due to physical dormancy, resulting in low nursery efficiency. Seed soaking using eco-enzyme has the potential to serve as an alternative approach to overcome this constraint. This study aimed to evaluate the germination response of Liberica coffee seeds to different eco-enzyme concentrations and soaking durations. The experiment was conducted at the Teaching and Research Farm Greenhouse, Faculty of Agriculture, Universitas Jambi, from January to April 2025, using a completely randomized factorial design with two factors: eco-enzyme concentration (0, 25, 50, 75, and 100%) and soaking duration (12 and 24 h). The observed variables included germination percentage, longest hypocotyl length, longest root length, hypothetical vigor index, and seedling dry weight. The results showed no interaction between eco-enzyme concentration and soaking duration. Application of eco-enzyme at concentrations of 25–100% increased the longest root length of Liberica coffee seedlings, but did not improve other germination and seed vigor parameters. The best germination response of liberica coffea seeds is obtained at an ecoenzyme concentration of 25% and a soaking time of 12 hours.

Keywords: *ecoenzyme, germination, liberica tungkal jambi coffea*

ABSTRAK

Kopi Liberika Tungkal Jambi merupakan komoditas perkebunan penting di Provinsi Jambi, namun pengembangan bibitnya masih terkendala oleh lambatnya perkecambahan benih akibat dormansi fisik, sehingga menurunkan efisiensi pembibitan. Perlakuan perendaman benih menggunakan ekoenzim berpotensi menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kendala tersebut. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons perkecambahan benih kopi Liberika terhadap variasi konsentrasi ekoenzim dan lama perendaman. Penelitian dilaksanakan di Rumah Kaca Teaching and Research Farm Fakultas Pertanian Universitas Jambi pada Januari–April 2025 menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor, yaitu konsentrasi ekoenzim (0, 25, 50, 75, dan 100%) dan lama perendaman (12 dan 24 jam). Variabel yang diamati meliputi daya berkecambah, panjang hipokotil terpanjang, panjang akar terpanjang, indeks vigor hipotetik, dan bobot kering kecambah. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ekoenzim dan lama perendaman. Pemberian ekoenzim pada konsentrasi 25–100% mampu meningkatkan panjang

akar terpanjang kecambah kopi Liberika, namun belum meningkatkan variabel perkecambahan dan vigor benih lainnya. Respons perkecambahan benih kopi liberika terbaik diperoleh pada konsentrasi ekoenzim 25% dan lama perendaman 12 jam.

Kata kunci: ekoenzim, kopi liberika tunggal jambi, perkecambahan

Diterima, 14 Desember 2025

Disetujui, 29 Desember 2025

Online, 31 Desember 2025

PENDAHULUAN

Pada awalnya kopi liberika didatangkan ke Indonesia sebagai upaya menggantikan kopi arabika yang hampir punah akibat penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix* B. et Br). Kopi liberika diketahui memiliki ketahanan yang lebih baik dan kemampuan adaptasi yang tinggi pada lahan gambut (Hulupi, 2014). Berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 27/Kpts/KB.020/05/2021 Tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran, dan Pengawasan Benih Tanaman Kopi (*Coffea* spp), (2021), kopi liberika merupakan jenis kopi yang paling terkenal di Kecamatan Batara, Kabupaten Tanjung Jabung Barat. Varietas kopi liberika tersebut secara resmi telah ditetapkan sebagai varietas unggul lokal dengan nama Libtukom melalui Surat Keputusan Kementerian Pertanian Nomor 4968/Kpts/SR.120/12/2013 tanggal 6 Agustus 2013.

Tanaman kopi pada umumnya dikembangkan melalui perbanyakan generatif menggunakan biji yang berasal dari pohon induk. Salah satu keunggulan dari perbanyakan generatif adalah terbentuknya sistem perakaran yang kuat dan relatif lebih tahan terhadap kondisi kekeringan (Subandi, 2011). Menurut putra *et al.* (2009) perkecambahan benih kopi di dataran rendah dengan suhu 30-25°C memerlukan waktu sekitar 3-4 minggu, sedangkan di dataran tinggi dengan suhu yang lebih dingin membutuhkan waktu lebih lama yaitu 6-8 minggu. Lamanya waktu perkecambahan tersebut disebabkan oleh keberadaan kulit tanduk yang keras pada biji kopi, sehingga diperlukan perlakuan khusus sebelum persemaian untuk mempercepat proses perkecambahan melalui pemecahan dormansi fisik.

Perlakuan benih merupakan upaya yang dilakukan untuk mempersingkat waktu perkecambahan dengan cara memodifikasi kondisi kulit biji, embrio, maupun endosperm. Salah satu metode yang berpotensi diterapkan pada benih kopi berkulit keras adalah perendaman biji pada berbagai konsentrasi ekoenzim yang dikombinasikan dengan lama waktu perendaman tertentu. Ekoenzim merupakan cairan hasil proses fermentasi bahan organik yang bersifat asam dan mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti protein, enzim amilase, maltase, protease, asam organik termasuk asam asetat (H_3COOH), serta mineral. Proses perkecambahan benih melibatkan berbagai reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim, salah satunya enzim amilase yang berperan dalam menghidrolisis pati menjadi

maltosa dan dekstrin sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan embrio (Arun dan Sivashanmugam 2015).

Selain itu, ekoenzim juga mengandung senyawa alkaloid yang merupakan senyawa berbasis nitrogen, sehingga berpotensi meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman (Aulia *et al.* 2022). Unsur hara nitrogen berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, terutama pada fase vegetatif, melalui pembentukan fotosintat, pemanjangan sel, dan penebalan jaringan (Salsabila dan Winarsih, 2023). Ekoenzim dikenal sebagai cairan ramah lingkungan yang diharapkan mampu meningkatkan laju imbibisi air pada biji. Sifatnya yang sangat asam dengan pH kurang dari 4 serta aroma khas hasil fermentasi menjadi indikator kualitas ekoenzim yang baik (Mar'ah dan Farma 2021).

Lama waktu perendaman benih merupakan faktor penting yang memengaruhi keberhasilan perkecambahan. Perendaman yang tepat dapat meningkatkan kemampuan benih dalam menyerap air dan gas, yang terjadi akibat pelarutan sebagian komponen lignin pada kulit benih sehingga air lebih mudah masuk ke dalam biji dan merangsang pertumbuhan embrio (Firdha *et al.* 2023). Sebaliknya, perendaman yang terlalu lama dapat menurunkan daya berkecambah karena keterbatasan suplai oksigen ke dalam benih, sehingga menghambat proses respirasi dan perkecambahan (Rosalyne *et al.* 2021).

Hasil penelitian Zirrazaq *et al.* (2022) pada benih cabai yang mengalami penurunan mutu akibat serangan hama, penyakit, dan cendawan menunjukkan bahwa perendaman benih dalam larutan ekoenzim secara signifikan meningkatkan persentase perkecambahan, panjang akar dan pucuk, indeks vigor, serta berat kering kecambah. Konsentrasi ekoenzim 20 mL/L dengan durasi perendaman 12 jam memberikan hasil terbaik dengan peningkatan persentase perkecambahan hingga 73%, sedangkan perendaman selama 24 jam justru menurunkan persentase perkecambahan pada seluruh konsentrasi ekoenzim. Hal ini berkaitan dengan laju transport zat aktif yang bersifat linear hingga batas waktu tertentu serta pengaruh lama perendaman terhadap proses metabolisme benih selama perkecambahan.

Hasil serupa juga dilaporkan pada benih bawang merah, di mana perendaman menggunakan ekoenzim, khususnya ekoenzim dari kulit jeruk, mampu meningkatkan persentase perkecambahan hingga lebih dari 90% pada konsentrasi 5,0 mL/L dengan durasi perendaman 6 jam. Perlakuan tersebut juga meningkatkan panjang akar dan pertumbuhan bibit secara nyata dibandingkan tanpa perlakuan. Peningkatan perkecambahan benih setelah aplikasi ekoenzim diduga berkaitan dengan kemampuannya menghasilkan fitohormon yang berperan dalam merangsang perkecambahan serta sifatnya yang tidak patogen terhadap tanaman (RA *et al.* 2024).

Namun demikian, Sulisyanto *et al.* (2024) melaporkan bahwa pemberian ekoenzim tidak berpengaruh terhadap pemecahan dormansi fisik benih *Mucuna bracteata*, meskipun memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan berat segar tajuk dan akar, panjang akar, serta berat kering akar. Hal ini diduga berkaitan dengan karakteristik cangkang benih

yang sangat keras dan liat, sehingga sulit mengalami pemecahan dormansi secara cepat.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mempelajari interaksi antara konsentrasi ekoenzim dan lama perendaman terhadap perkecambahan biji kopi Liberika, mempelajari respons perkecambahan biji kopi Liberika terhadap berbagai konsentrasi ekoenzim, serta mempelajari pengaruh lama perendaman terhadap perkecambahan biji kopi Liberika.

METODE PENELITIAN

Percobaan ini dilaksanakan di Rumah kaca, *Teaching and Research Farm* Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Desa Mendalo Indah, Kecamatan Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi pada ketinggian ± 35 m dpl. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2025.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi benih kopi liberika varietas Tungkal Komposit yang dengan bentuk bulat oval, panjang 0,83 – 1,10 cm, lebar 0,61 cm, persentase biji normal 50-80%, sebanyak 1 kg, ekoenzim, pasir, air dan tanah.

Alat yang digunakan terdiri dari gelas ukur, oven, saringan, pinset, timbangan analitik, *potray*, penggaris, *hand sprayer*, gunting, kertas label, tisu, pH meter, *hygrometer*, aplikasi *petiole pro* untuk mengukur luas daun, alat tulis dan kamera untuk dokumentasi.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meliputi benih kopi liberika varietas Tungkal Komposit yang dengan bentuk bulat oval, panjang 0,83 – 1,10 cm, lebar 0,61 cm, persentase biji normal 50-80%, sebanyak 1 kg, ekoenzim, pasir, air dan tanah.

Alat yang digunakan terdiri dari gelas ukur, oven, saringan, pinset, timbangan analitik, *potray*, penggaris, *hand sprayer*, gunting, kertas label, tisu, pH meter, *hygrometer*, aplikasi *petiole pro* untuk mengukur luas daun, alat tulis dan kamera untuk dokumentasi.

Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dua faktor, yaitu konsentrasi ekoenzim dan lama perendaman. Faktor pertama adalah konsentrasi ekoenzim yang terdiri atas lima taraf, yaitu k_1 (air tanpa ekoenzim), k_2 (ekoenzim 25%), k_3 (ekoenzim 50%), k_4 (ekoenzim 75%), dan k_5 (ekoenzim 100%). Faktor kedua adalah lama perendaman yang terdiri atas dua taraf, yaitu p_1 (12 jam) dan p_2 (24 jam). Dengan demikian, terdapat 10 kombinasi perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 30 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdiri atas 20 benih kopi, sehingga total benih yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 600 benih.

Variabel yang diamati meliputi persentase daya berkecambah, panjang hipokotil terpanjang (cm), panjang akar terpanjang (cm), indeks vigor hipotetik, dan bobot kering kecambah (g). Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA). Selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf nyata $\alpha = 5\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

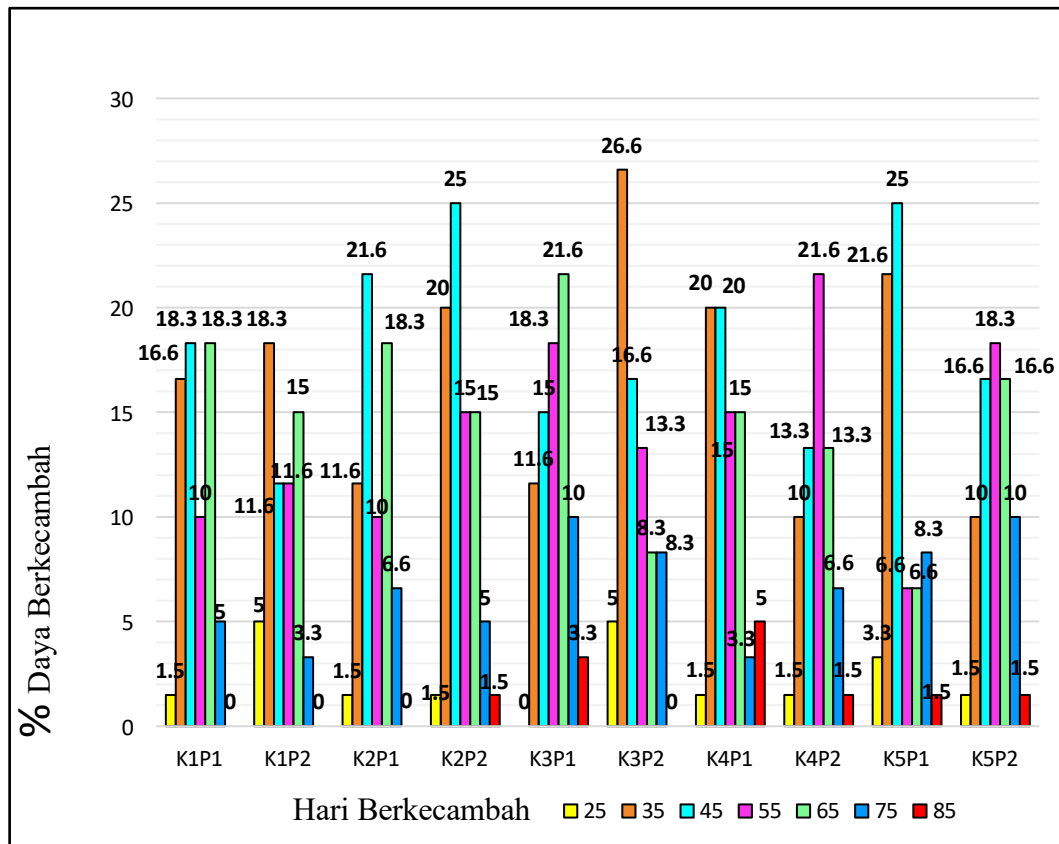
Persentase Daya Berkecambah

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam, tidak terdapat interaksi maupun pengaruh faktor tunggal dari perlakuan konsentrasi ekoenzim dan lama perendaman terhadap daya berkecambah benih kopi. Rata-rata daya berkecambah benih kopi pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya berkecambah benih berdasarkan perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman.

Konsentrasi ekoenzim	Waktu Perendaman		Rata-rata daya berkecambah (%)
	12 jam	24 jam	
Air tanpa Ekoenzim	70	65	67,5a
25%	70	81,7	75,8a
50%	80	78,3	79,2a
75%	80	68,3	74,2a
100%	75	73,3	74,2a
Rata-rata daya berkecambah (%)	75a	73,3a	74,2

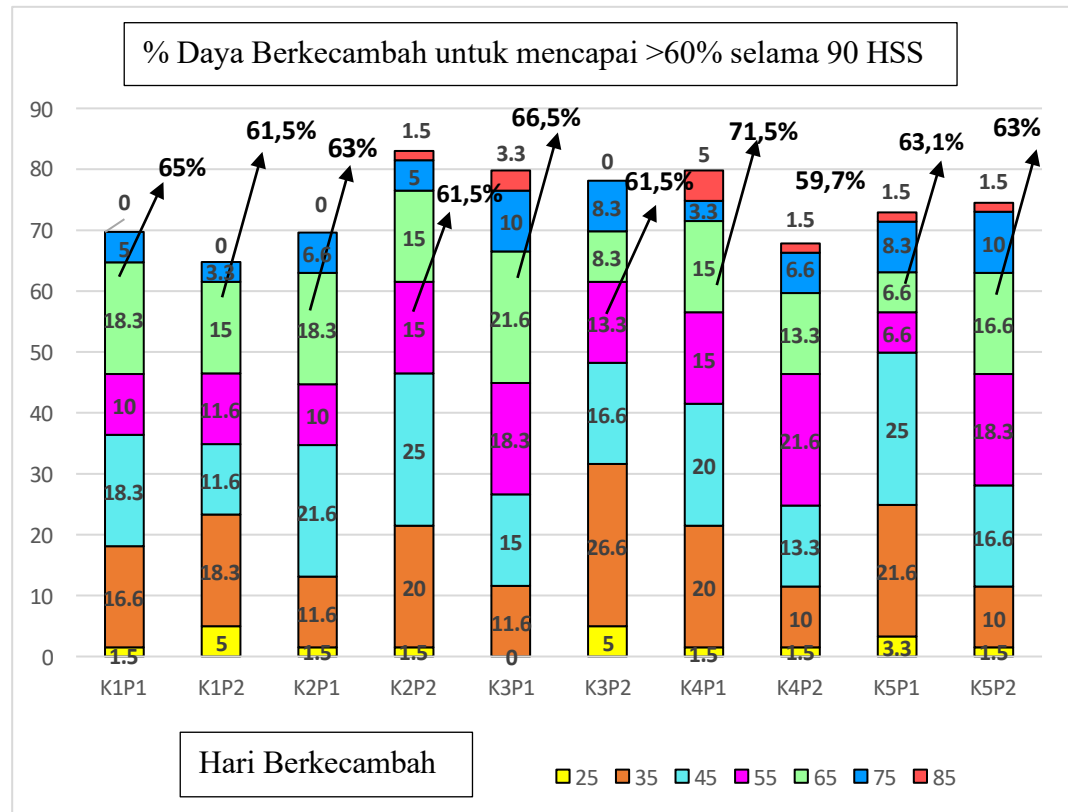
Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.



Gambar 1. Rata-rata persentase daya berkecambah per 10 hari.

Keterangan: K1P1 (air tanpa ekoenzim waktu perendaman 12 jam), K1P2 (air tanpa ekoenzim waktu perendaman 24 jam), K2P1 (konsentrasi ekoenzim 25% waktu perendaman 12 jam), K2P2 (konsentrasi ekoenzim 25% waktu perendaman 24 jam), K3P1 (konsentrasi ekoenzim 50% waktu perendaman 12 jam), K3P2 (konsentrasi ekoenzim 50% waktu perendaman 24 jam), K4P1 (konsentrasi ekoenzim 75% waktu perendaman 12 jam), K4P2 (konsentrasi ekoenzim 75% waktu perendaman 24 jam), K5P1 (konsentrasi ekoenzim 100% waktu perendaman 12 jam), K5P2 (konsentrasi ekoenzim 100% waktu perendaman 24 jam).

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim dan lamanya waktu perendaman memberikan hasil yang tidak berbeda nyata terhadap daya berkecambah benih kopi liberika 90 hari pengamatan.



Gambar 2. Rata-rata % daya berkecambah untuk mencapai > 60% selama 90 hari.

Keterangan: K1P1 (air tanpa ekoenzim waktu perendaman 12 jam), K1P2 (air tanpa ekoenzim waktu perendaman 24 jam), K2P1 (konsentrasi ekoenzim 25% waktu perendaman 12 jam), K2P2 (konsentrasi ekoenzim 25% waktu perendaman 24 jam), K3P1 (konsentrasi ekoenzim 50% waktu perendaman 12 jam), K3P2 (konsentrasi ekoenzim 50% waktu perendaman 24 jam), K4P1 (konsentrasi ekoenzim 75% waktu perendaman 12 jam), K4P2 (konsentrasi ekoenzim 75% waktu perendaman 24 jam), K5P1 (konsentrasi ekoenzim 100% waktu perendaman 12 jam), K5P2 (konsentrasi ekoenzim 100% waktu perendaman 24 jam).

Berdasarkan Gambar 1, rata-rata persentase daya berkecambah benih kopi yang diamati setiap 10 hari menunjukkan bahwa perlakuan air tanpa ekoenzim dengan lama perendaman 12 jam (K1P1) mencapai puncak daya berkecambah sebesar 18,3% pada hari ke-45, sedangkan perendaman selama 24 jam (K1P2) mencapai puncak yang sama, yaitu 18,3%, pada hari ke-35 pengamatan. Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan ekoenzim 50% dengan lama perendaman 24 jam (K3P2) dan ekoenzim 75% dengan lama perendaman 12 jam (K4P1), yang masing-masing mencapai puncak daya berkecambah sebesar 26,6% dan 20% pada hari ke-35. Perlakuan ekoenzim 25% dengan lama perendaman 12 jam (K2P1) dan 24 jam (K2P2), serta ekoenzim 100% dengan lama perendaman 12 jam (K5P1), menghasilkan puncak daya berkecambah masing-masing sebesar 21,6%, 25%, dan 25% pada hari ke-45. Sementara itu, perlakuan ekoenzim 100% dengan lama perendaman 24 jam (K5P2) mencapai puncak daya

berkecambah sebesar 18,3% pada hari ke-55. Puncak daya berkecambah yang terjadi paling lambat, yaitu pada hari ke-65 pengamatan, ditemukan pada perlakuan ekoenzim 50% dengan lama perendaman 12 jam (K3P1) dengan nilai sebesar 21,6%.

Gambar 2 menunjukkan bahwa untuk mencapai rata-rata persentase daya berkecambah lebih dari 60% hingga 90 hari pengamatan, perlakuan ekoenzim 25% dengan lama perendaman 24 jam (K2P2) dan ekoenzim 50% dengan lama perendaman 24 jam (K3P2) merupakan perlakuan yang paling cepat mencapai nilai tersebut, yaitu sebesar 61,5% pada hari ke-55 pengamatan. Sementara itu, persentase daya berkecambah tertinggi dicapai oleh perlakuan ekoenzim 75% dengan lama perendaman 12 jam (K4P1), yaitu sebesar 71,5% pada hari ke-65 pengamatan dengan lama perendaman 12 jam (K4P1), yaitu sebesar 71,5% pada hari ke-65 pengamatan.

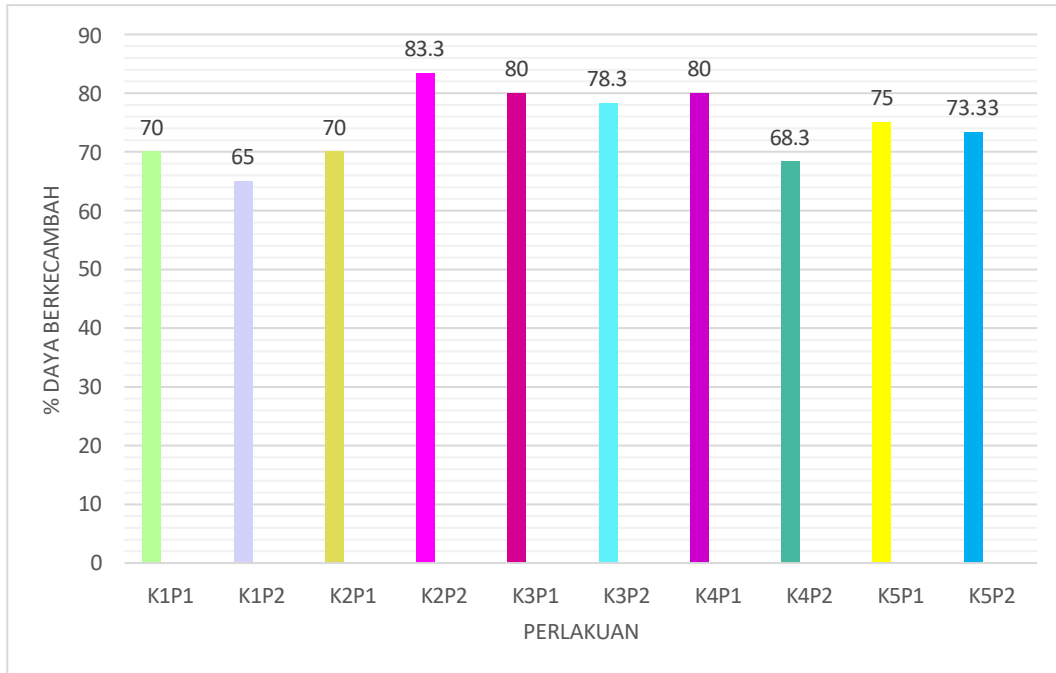
Pada pengamatan hari ke-35, perlakuan air tanpa ekoenzim dengan waktu perendaman 12 jam (K1P1) menghasilkan persentase daya berkecambah sebesar 18,1%, sedangkan perendaman selama 24 jam (K1P2) meningkatkan persentase tersebut menjadi 23,3%. Sementara itu, pada perlakuan lainnya terjadi peningkatan persentase daya berkecambah. Pemberian ekoenzim 50% dengan waktu perendaman 24 jam (K3P2) menghasilkan persentase daya berkecambah sebesar 31,6%, sedangkan pemberian ekoenzim 100% dengan waktu perendaman 12 jam (K5P1) mencapai 24,9%. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian ekoenzim berperan dalam meningkatkan laju persentase daya berkecambah.

Hari ke 45 persentase daya berkecambah tertinggi adalah perlakuan ekoenzim 100% dengan waktu perendaman 12 jam (K5P1) yakni 49,9% dan ekoenzim 50% dengan waktu perendaman 24 jam (K3P2) sebesar 48,2%. Pada pemberian air tanpa ekoenzim dengan waktu perendaman 12 jam (K1P1) dan 24 jam (K1P2) menghasilkan persentase lebih rendah yakni 36,4% dan 34,9%.

Pada pengamatan hari ke-45, persentase daya berkecambah tertinggi diperoleh pada perlakuan ekoenzim 100% dengan waktu perendaman 12 jam (K5P1) sebesar 49,9% dan ekoenzim 50% dengan waktu perendaman 24 jam (K3P2) sebesar 48,2%. Sementara itu, perlakuan air tanpa ekoenzim dengan waktu perendaman 12 jam (K1P1) dan 24 jam (K1P2) menghasilkan persentase daya berkecambah yang lebih rendah, masing-masing sebesar 36,4% dan 34,9%.

Gambar 3 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada total persentase daya berkecambah antar perlakuan. Perlakuan ekoenzim 25% dengan waktu perendaman 24 jam (K2P2) menghasilkan persentase daya berkecambah tertinggi hingga pengamatan hari ke-90, yaitu sebesar 83,3%. Selain itu, perlakuan ekoenzim 50% dengan waktu perendaman 12 jam (K3P1) dan ekoenzim 75% dengan waktu perendaman 12 jam (K4P1) masing-masing menghasilkan persentase daya berkecambah sebesar 80%. Sebaliknya, perlakuan ekoenzim 100% dengan waktu perendaman 12 jam (K5P1) dan 24 jam (K5P2) menunjukkan kecenderungan penurunan persentase daya berkecambah, yaitu masing-

masing sebesar 75% dan 73,3%. Sementara itu, perendaman menggunakan air tanpa ekoenzim selama 12 jam (K1P1) dan 24 jam (K1P2) hanya menghasilkan persentase daya berkecambah sebesar 70% dan 65%.



Gambar 3. Rata-rata total % daya berkecambah selama pengamatan 90 hari.

Keterangan: K1P1 = air tanpa ekoenzim + waktu perendaman 12 jam, K1P2 = air tanpa ekoenzim + waktu perendaman 24 jam, K2P1 = konsentrasi ekoenzim 25% + waktu perendaman 12 jam, K2P2 = konsentrasi ekoenzim 25% + waktu perendaman 24 jam, K3P1 = konsentrasi ekoenzim 50% + waktu perendaman 12 jam, K3P2 = konsentrasi ekoenzim 50% + waktu perendaman 24 jam, K4P1 = konsentrasi ekoenzim 75% + waktu perendaman 12 jam, K4P2 = konsentrasi ekoenzim 75% + waktu perendaman 24 jam, K5P1 = konsentrasi ekoenzim 100% + waktu perendaman 12 jam, K5P2 = konsentrasi ekoenzim 100% + waktu perendaman 24 jam.

Panjang Hipokotil Terpanjang

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi dan tidak terdapat pengaruh faktor tunggal antara perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman terhadap panjang hipokotil terpanjang. Rata-rata panjang hipokotil terpanjang benih kopi setiap perlakuan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Panjang hipokotil terpanjang berdasarkan perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman.

Konsentrasi Ekoenzim	Waktu Perendaman		Rata-rata panjang hipokotil terpanjang (cm)
	12 jam	24 jam	
Air tanpa Ekoenzim	5,7	5,87	5,78a
25%	6,13	5,63	5,88a
50%	5,77	6,43	6,10a
75%	7,27	5,80	6,53a
100%	6,53	5,30	5,92a
Rata-rata Panjang Hipokotil Terpanjang (Cm)	6,28a	5,81a	6,04

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim dan lamanya waktu perendaman memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada panjang hipokotil terpanjang benih kopi liberika.

Panjang Akar Terpanjang

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi dan tidak terdapat pengaruh faktor tunggal antara perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman terhadap panjang hipokotil terpanjang. Rata-rata panjang akar terpanjang benih kopi setiap perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Panjang akar terpanjang kecambah berdasarkan perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman.

Konsentrasi ekoenzim	Waktu Perendaman		Rata-rata panjang akar Terpanjang (Cm)
	12 jam	24 jam	
Air tanpa Ekoenzim	7,23	7,53	7,38b
25%	11,70	9,20	10,45a
50%	9,50	10,17	9,83a
75%	10	9,13	9,57a
100%	9,93	10,13	10,03a
Rata-rata Panjang Akar Terpanjang (Cm)	9,67a	9,23a	9,45

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Tabel 3 menunjukkan bahwa faktor tunggal pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim memberikan perbedaan yang nyata terhadap panjang akar terpanjang. Rata-rata panjang akar terpanjang diperoleh pada perlakuan konsentrasi ekoenzim 25% yaitu sebesar 10,45 cm dan berbeda nyata dari perlakuan air tanpa ekoenzim hanya mencapai 7,38 cm. Namun demikian, perlakuan ekoenzim 25% tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan ekoenzim 50%, 75%, dan 100%.

Indeks Vigor Hipotetik

Berdasarkan hasil analisis ragam, tidak terdapat interaksi maupun pengaruh faktor tunggal antara perlakuan konsentrasi ekoenzim dan lama waktu perendaman terhadap indeks vigor hipotetik. Rata-rata indeks vigor hipotetik pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Indeks vigor hipotetik berdasarkan perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman.

Konsentrasi Ekoenzim	Waktu Perendaman		Rata-rata
	12 jam	24 jam	
Air Tanpa ekoenzim	2.68	2.77	2.73a
25%	2.83	2.76	2.80a
50%	2.77	2.79	2.78a
75%	2.62	2.77	2.70a
100%	2.67	2.65	2.66a
Rata-rata	2.72a	2.75a	2.73

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT

Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim dan

lamanya waktu perendaman memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada indeks vigor hipotetik benih kopi liberika.

Bobot Kering Kecambah

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi dan tidak terdapat pengaruh faktor tunggal antara perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman terhadap bobot kering kecambah. Rata-rata bobot kering kecambah pada setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Bobot kering kecambah berdasarkan perlakuan konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman.

Konsentrasi Ekoenzim	Waktu Perendaman		Rata-Rata Bobot Kering (g)
	12 jam	24 jam	
Air tanpa Ekoenzim	0,512	0,342	0,427a
25%	0,668	0,746	0,707a
50%	0,633	0,662	0,648a
75%	0,540	0,764	0,652a
100%	0,647	0,306	0,477a
Rata-rata Bobot Kering (Gram)	0,600a	0,564a	0,582

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji DMRT.

Berdasarkan Tabel 5 terlihat bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim dan lamanya waktu perendaman memberikan hasil yang tidak berbeda nyata pada bobot kering kecambah benih kopi liberika.

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa tidak terdapat interaksi dari pemberian berbagai konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman terhadap persentase daya berkecambah, panjang hipokotil terpanjang, panjang akar terpanjang, indeks vigor hipotetik, dan bobot kering kecambah.

Perlakuan konsentrasi ekoenzim dan lama perendaman tidak berpengaruh nyata karena proses perkecambahan benih kopi Liberika pada fase awal lebih dikendalikan oleh sifat fisiologis internal benih dibandingkan oleh perlakuan eksternal. Benih kopi memiliki dormansi fisik yang kuat akibat kulit biji yang tebal dan keras, sehingga perendaman, baik menggunakan air maupun larutan ekoenzim dengan variasi konsentrasi dan waktu, umumnya hanya meningkatkan proses imbibisi tanpa mampu secara efektif mematahkan dormansi tersebut. Kondisi ini menyebabkan perbedaan konsentrasi larutan dan lama perendaman belum cukup memberikan stimulus fisiologis yang signifikan untuk mempercepat atau meningkatkan keseragaman perkecambahan (Bewley *et al.* 2013).

Panjang akar terpanjang pada konsentrasi ekoenzim 25% menunjukkan akar terpanjang dibandingkan perlakuan lainnya (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena ekoenzim memiliki kandungan alkaloid yang merupakan senyawa pada nitrogen, selain itu ekoenzim juga mengandung fosfor dan kalium. Jumlah nutrisi pada ekoenzim yang diberikan, mengakibatkan jumlah nutrisi yang dimanfaatkan tanaman semakin bertambah (Aulia *et al.* 2022). 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 (Salsabila dan Winarsih, 2023). Sejalan dengan hasil penelitian Nugroho *et al.* (2023) bahwa perlakuan ekoenzim 60 ml/polibag dengan nilai rata-rata 1.99 ml adalah hasil terbaik untuk variabel volume akar. Hasil pemberian ekoenzim pada tanaman bunga zenia menghasilkan bunga yang lebih subur. Hal ini dipengaruhi fungsi unsur hara P pada ekoenzim sebagai penyimpan dan menyalurkan energi untuk semua aktivitas metabolisme tanaman. Dampaknya adalah terpacunya pertumbuhan akar dan perkembangan jaringan (Sitawati *et al.* 2022).

Pola perubahan persentase daya berkecambah yang diamati setiap 10 hari (Gambar 1) menunjukkan bahwa benih kopi Liberika memiliki laju perkecambahan yang relatif lambat dan tidak seragam. Kondisi ini merupakan karakter khas benih kopi yang memiliki dormansi fisik kuat akibat adanya kulit tanduk yang keras, sehingga menghambat proses imbibisi air dan pertukaran gas pada fase awal perkecambahan.

Perlakuan perendaman menggunakan ekoenzim pada konsentrasi tertentu terbukti mampu mempercepat munculnya puncak perkecambahan dibandingkan perendaman air tanpa ekoenzim. Kombinasi ekoenzim 50% dengan lama perendaman 24 jam serta ekoenzim 75% dengan lama perendaman 12 jam mencapai puncak daya berkecambah lebih awal, yaitu pada hari ke-35. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa organik hasil fermentasi dalam ekoenzim berperan dalam meningkatkan imbibisi air dan membantu pelunakan kulit tanduk biji, sehingga mempercepat aktivasi metabolisme awal benih.

Sebaliknya, perlakuan tanpa ekoenzim menunjukkan puncak daya berkecambah yang lebih rendah dan terjadi lebih lambat, yang menegaskan bahwa perendaman air saja belum efektif dalam mematahkan dormansi fisik benih kopi. Pada beberapa perlakuan ekoenzim, terutama pada konsentrasi tinggi dan lama perendaman yang kurang tepat, puncak perkecambahan justru terjadi lebih lambat. Kondisi ini diduga berkaitan dengan keterbatasan difusi oksigen serta potensi stres osmotik akibat larutan berkonsentrasi tinggi, yang dapat menghambat aktivitas enzim dan proses fisiologis benih.

Secara umum, rata-rata persentase daya berkecambah pada perlakuan ekoenzim lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa ekoenzim, kecuali pada konsentrasi 100% dengan lama perendaman 24 jam yang cenderung menurunkan daya berkecambah. Konsentrasi ekoenzim yang terlalu tinggi diduga menyebabkan kelebihan senyawa aktif seperti asam organik, asam amino, fitohormon, dan vitamin, sehingga mengganggu keseimbangan fisiologis benih dan menghambat proses perkecambahan (Mulyani *et al.* 2018).

Selain itu, perendaman yang terlalu lama dapat menurunkan kemampuan berkecambah akibat terbatasnya oksigen yang tersedia bagi benih, sehingga proses pelunakan kulit tanduk dan metabolisme awal tidak berlangsung optimal (Rosalyne *et al.* 2021). Temuan ini sejalan dengan teori fisiologi benih yang menyatakan bahwa keberhasilan pematangan dormansi dan percepatan perkecambahan sangat ditentukan

oleh keseimbangan antara ketersediaan air, oksigen, dan kondisi fisiologis internal benih (Copeland dan McDonald 2001, Bewley *et al.* 2013).

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian ekoenzim mampu mempercepat peningkatan persentase daya berkecambah benih kopi Liberika dibandingkan perendaman air tanpa ekoenzim. Perlakuan ekoenzim 25% dan 50% dengan lama perendaman 24 jam merupakan kombinasi yang paling cepat mencapai daya berkecambah di atas 60%, yaitu pada hari ke-55 pengamatan. Hal ini mengindikasikan bahwa konsentrasi ekoenzim pada tingkat sedang dengan durasi perendaman yang memadai mampu mendukung proses imbibisi dan aktivasi metabolisme awal benih secara lebih efektif.

Percepatan perkecambahan tersebut diduga berkaitan dengan kandungan senyawa organik hasil fermentasi ekoenzim, seperti asam organik dan enzim hidrolitik, yang berperan dalam melunakkan kulit biji serta memfasilitasi masuknya air dan oksigen ke dalam benih. Kondisi ini mendorong berlangsungnya reaksi biokimia awal yang diperlukan untuk munculnya kecambah. Sebaliknya, perlakuan tanpa ekoenzim menunjukkan laju dan persentase daya berkecambah yang lebih rendah hingga hari ke-45, menegaskan bahwa perendaman air saja belum cukup efektif dalam mematahkan dormansi fisik benih kopi.

Persentase daya berkecambah tertinggi diperoleh pada perlakuan ekoenzim 75% dengan lama perendaman 12 jam, yang menunjukkan bahwa konsentrasi relatif tinggi dengan durasi perendaman yang lebih singkat dapat memberikan respons fisiologis yang optimal. Hasil ini mengindikasikan bahwa keberhasilan perkecambahan tidak hanya ditentukan oleh konsentrasi ekoenzim atau lama perendaman secara terpisah, tetapi oleh kesesuaian keduanya dalam menjaga keseimbangan antara ketersediaan air, oksigen, dan kondisi fisiologis internal benih. Temuan ini sejalan dengan pendapat Bewley *et al.* (2013) serta Copeland dan McDonald (2001) yang menyatakan bahwa percepatan perkecambahan benih berkulit keras sangat dipengaruhi oleh efektivitas perlakuan awal dalam memicu imbibisi dan aktivitas enzimatik tanpa menimbulkan stres fisiologis.

Selain itu, pemberian ekoenzim berperan lebih awal dalam meningkatkan persentase daya berkecambah dibandingkan perendaman air tanpa ekoenzim. Hal ini diduga berkaitan dengan kandungan asam amino, protein, dan alkaloid yang merupakan senyawa nitrogen dalam ekoenzim. Nitrogen merupakan unsur penting dalam pembentukan asam amino dan protein yang mendukung aktivitas metabolisme dan pertumbuhan awal tanaman, sehingga turut berkontribusi terhadap peningkatan laju perkecambahan benih kopi Liberika (Ginting *et al.* 2021).

Berdasarkan Gambar 3, perbedaan total persentase daya berkecambah menunjukkan bahwa pemberian ekoenzim mampu meningkatkan viabilitas benih kopi Liberika hingga akhir pengamatan. Perlakuan ekoenzim 25% dengan lama perendaman 24 jam menghasilkan persentase daya berkecambah tertinggi, yang mengindikasikan bahwa konsentrasi sedang dengan durasi perendaman yang memadai mampu mengoptimalkan proses imbibisi air dan aktivasi metabolisme benih. Sebaliknya,

penurunan daya berkecambah pada perlakuan ekoenzim 100% menunjukkan adanya batas toleransi fisiologis benih, di mana konsentrasi larutan yang terlalu tinggi berpotensi menimbulkan stres osmotik dan menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam proses perkecambahan. Pemanfaatan konsentrasi 25% menjamin efisiensi dalam pembibitan kopi liberika karena memberikan hasil yang setara dengan konsentrasi tinggi namun dengan risiko hambatan fisiologis yang minim. Sedangkan rendahnya daya berkecambah pada perlakuan tanpa ekoenzim menegaskan bahwa perendaman air saja belum efektif dalam mengatasi dormansi fisik benih kopi (Copeland dan McDonald, 2001; Bewley *et al.* 2013).

Tingginya persentase daya berkecambah pada perlakuan 25% ekoenzim selama 90 hari pengamatan mencerminkan peran ekoenzim dalam mendukung proses fisiologis benih. Perkecambahan melibatkan berbagai reaksi biokimia yang dikatalisis oleh enzim, salah satunya amilase yang berfungsi menghidrolisis pati menjadi maltosa dan dekstrin sebagai sumber karbon bagi pertumbuhan embrio (Arun dan Sivashanmugam, 2015). Ekoenzim diketahui mengandung enzim amilase, maltase, dan enzim proteolitik yang berperan dalam memecah pati dan senyawa kompleks cadangan makanan pada endosperma menjadi glukosa, sehingga menyediakan energi bagi pertumbuhan awal kecambah (Ginting *et al.* 2021).

Namun demikian, pada konsentrasi ekoenzim yang terlalu tinggi, persentase daya berkecambah cenderung menurun. Hal ini diduga disebabkan oleh kelebihan senyawa aktif seperti asam amino, asam organik, fitohormon, dan vitamin, yang dapat mengganggu keseimbangan fisiologis benih dan menghambat proses perkecambahan. Oleh karena itu, perendaman benih menggunakan ekoenzim perlu dilakukan pada konsentrasi dan durasi yang tepat agar memberikan efek positif secara optimal (Mulyani *et al.* 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Tidak terdapat interaksi antara konsentrasi ekoenzim dan waktu perendaman pada pemecahan dormansi biji kopi liberika, (2) Pemberian konsentrasi ekoenzim 25%, 50%, 75%, dan 100% hanya mampu meningkatkan panjang akar terpanjang bibit kopi liberika, akan tetapi untuk variabel yang lain belum mampu ditingkatkan, dan (3) Respons perkecambahan benih kopi liberika (*Coffea liberica* W. Bull Ex Hiern) terbaik diperoleh pada konsentrasi ekoenzim 25% dan lama perendaman 12 jam.

DAFTAR PUSTAKA

- Arun C, Sivashanmugam P. 2015. Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge. *Process Safety and Environmental Protection* 94(C):471–478. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2014.10.008>.
- Aulia YN, Anhar A, Leilani I, Putri E. 2022. Pengaruh pemberian dosis ecoenzyme

- terhadap penambahan luas daun kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir). *Serambi Biologi* 7(2): 137–140.
- Bewley JD, Bradford KJ, Hilhorst HWM dan Nonogaki H. 2013. *Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy*. Springer.
- Copeland LO, McDonald MB. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. Springer.
- Firdha N, Rusmana, Sodik, Absul Hasyim dan Millah Z. 2023. Pengaruh lama perendaman dan berbagai konsentrasi H₂SO₄ terhadap perkecambahan benih kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Pertanian Agros*. 25(4): 3427–3438.
- Ginting NA, Ginting N, Sembiring I, Sinulingga S. 2021. Effect of Eco Enzymes Dilution on the Growth of Turi Plant (*Sesbania grandiflora*). *Jurnal Peternakan Integratif*. Faculty of Agriculture, University of North Sumatra.
- Hulupi R. 2014. Libtukom: liberika tungkal komposit. Jember: Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, pp. (26)1, 1–6.
- Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 27/Kpts/KB.020/05/2021 Tentang Pedoman Produksi, Sertifikasi, Peredaran Dan Pengawasan Benih Tanaman Kopi (*Coffea* spp), (2021).
- Mar'ah S dan Farma SA. 2021. Pembuatan dan pemanfaatan sampah organik menjadi bio eco enzyme sebagai indikator pupuk organik tanaman. *Prosiding Semnas bio* (1) 689–699.
- Mulyani C, Syukri, Kurniawan R. 2018. Respon Perkecambahan Benih Kopi (*Coffea* Sp) Terhadap Skarifikasi dan Perendaman Dalam Air Kelapa. *Jurnal Agrosamudra* 5(1): 53–62. <https://ejurnalunsam.id/index.php/jagrs/article/view/844>.
- Nugroho A, Mahareni S, Sitepu B, Amrul HMZN. 2023. Efektivitas Pemberian Ekoenzim dan Beberapa Jenis Media Tanaman Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal ilmiah nasional*, 5(3): 97–105.
- Putra D, Rabaniyah R, Nasrullah. 2012. Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Benih terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* (LENN)). *Vegetalika* 1(3): 1-10.
- RA K, Yusniwati Y, Saragih M, Rahman A, Bahri H, Agustinus A. 2024. Ecoenzyme potential as biostimulant against germination of shallots of seed origin (TSS) (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika (Juatika)* 6(2). <https://doi.org/10.36378/juatika.v6i2.3583>.
- Rosalynne I, Sihaloho A, Suseno T. 2021. Pengaruh bahan dan lama perendaman terhadap pemecahan dormansi benih kopi (*Coffea Arabica* L.). *Jurnal Rhizobia* 3(1): 11–18. <https://doi.org/10.36985/rhizobia.v10i1.460>.
- Salsabila RK, Winarsih W. 2023. Pengaruh Pemberian Ekoenzim sebagai Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi* 12(1): 50–59. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n1.p50-59>.

- Sitawati, Al-afif DM, Damaiyanti DRR. 2022. Pengaruh Konsentrasi Eco Enzyme Dan Perbedaan Diameter Pot Terhadap Pertumbuhan Dan Pembungaan Tanaman Pacar Air (*Impatiens hawkeri* Bull)', Prosiding Seminar Nasional PERHORTI, 2022, pp. 19-20.
- Subandi. 2011. Budidaya tanaman perkebunan (bagian tanaman Kopi). Gunung Djati Press. Bandung hlm. 13-14.
- Sulisyanto Andayani N, Himawan A. 2024. Pematahan Dormansi Benih dan Pengguna Eco Enzyme Pengaruhnya terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Bibit *Mucuna* (*Mucuna bracteata*). *Agroforetech* 2(3): 1378– 1384.
- Zirrazaq F. Husna, Putri IA, Violita. 2022. Pengaruh berbagai Konsentrasi Eco-Enzyme dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Cabai (*Capsicum annum* L). Prosiding Semnas bio 2022, 7(2): 5.