

PEMANFAATAN LIMBAH NANAS, JERUK, TIMUN, MELON, KEDONDONG, MANGGA, LEMON CUI, DAN SERAI DALAM PRODUKSI EKOENZIM

Deiske Adeliene Sumilat, Rosita A.J. Lintang

^{1,2} Universitas Sam Ratulangi, Manado

[1deiske.sumilat@unsrat.ac.id](mailto:deiske.sumilat@unsrat.ac.id) [2rositalintang@unsrat.ac.id](mailto:rositalintang@unsrat.ac.id)

ABSTRAK

Ekoenzim merupakan cairan hasil fermentasi bahan organik, gula, dan air yang berpotensi dimanfaatkan sebagai produk ramah lingkungan untuk pengelolaan limbah organik rumah tangga dan aplikasi non-ingesti. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi keberhasilan awal produksi ekoenzim berbasis kombinasi limbah buah, sayur, dan serai melalui indikator sederhana berupa warna, aroma, dan pH akhir. Perlakuan yang digunakan terdiri atas P1, yaitu empat jenis bahan organik (nanas, jeruk, timun, dan lemon); P2, yaitu enam jenis bahan organik (nanas, jeruk, timun, melon, mangga, dan serai); serta P3, yaitu tujuh jenis bahan organik (nanas, jeruk, timun, melon, kedondong, mangga, dan lemon cui). Seluruh perlakuan difermentasi pada suhu kamar dalam wadah tertutup menggunakan rasio bahan organik:gula:air sebesar 3:1:10 selama kurang lebih tiga bulan. Parameter yang diamati meliputi warna dan aroma secara organoleptik serta pH akhir menggunakan kertas indikator pH. Hasil menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan cairan berwarna cokelat pekat dengan aroma asam-segar dan tidak berbau busuk. Nilai pH akhir berada pada kondisi asam, yaitu pH 4 pada P1 dan pH 2-3 pada P2 serta P3. Temuan ini menunjukkan bahwa fermentasi multi-substrat dengan rasio 3:1:10 dapat menghasilkan ekoenzim pada skala sederhana. Namun, klaim aplikasi sebagai disinfektan, pupuk cair, biostimulan, atau agen pengolah limbah masih memerlukan karakterisasi lanjutan, meliputi pH meter terkalibrasi, keasaman tertitrasi, total padatan terlarut, konduktivitas, profil asam organik, aktivitas enzimatis, serta uji efektivitas sesuai tujuan penggunaan..

Kata Kunci : bahan organik; ekoenzim; fermentasi; limbah buah; pH

PENDAHULUAN

Limbah organik rumah tangga, terutama sisa buah dan sayur, merupakan fraksi limbah yang mudah mengalami pembusukan dan berkontribusi terhadap beban pengelolaan sampah apabila tidak dimanfaatkan kembali. Pendekatan pengolahan sederhana yang dapat diterapkan pada tingkat rumah tangga dan komunitas adalah fermentasi limbah organik menjadi ekoenzim. Dalam konteks kegiatan pengabdian masyarakat, teknologi ini relevan karena tidak memerlukan peralatan kompleks, bahan bakunya tersedia, dan prosesnya mudah direplikasi. Ekoenzim secara umum diproduksi melalui fermentasi campuran limbah buah atau sayur, gula, dan air. Rasio yang banyak digunakan dalam berbagai kajian adalah gula:bahan organik:air sebesar 1:3:10, atau setara dengan bahan organik:gula:air sebesar 3:1:10 (Gumilar et al., 2023; Larasati et al., 2020). Selama fermentasi, substrat organik dan gula dimanfaatkan oleh mikroorganisme sehingga terbentuk cairan asam yang mengandung berbagai komponen terlarut. Karakter yang lazim digunakan sebagai indikator awal keberhasilan produksi meliputi warna cokelat, aroma asam atau segar, dan pH rendah.

Penurunan pH merupakan indikator penting karena mencerminkan terbentuknya asam organik selama fermentasi. Galintin et al. (2021) melaporkan ekoenzim berbasis limbah buah dan sayur yang difermentasi selama tiga bulan memiliki pH asam serta mengandung aktivitas enzimatis seperti protease, amilase, dan lipase. Kajian tinjauan juga menunjukkan bahwa pH merupakan parameter karakterisasi yang paling sering dilaporkan pada ekoenzim,

meskipun belum terdapat standar tunggal yang sepenuhnya baku untuk seluruh jenis bahan dan aplikasi (Gumilar et al., 2023).

Komposisi bahan organik berperan dalam menentukan karakter produk akhir. Limbah berbasis jeruk dan lemon mengandung senyawa asam dan minyak atsiri, sedangkan nanas dan mangga memiliki kandungan gula, asam organik, dan senyawa bioaktif tertentu yang dapat memengaruhi proses fermentasi. Kajian terbaru mengenai pemanfaatan limbah sitrus menekankan bahwa kulit buah sitrus berpotensi sebagai substrat ekoenzim karena kandungan asam organik, senyawa aromatik, dan komponen bioaktifnya (Benny et al., 2023). Penambahan serai juga relevan karena beberapa formulasi ekoenzim berbasis limbah sayur dan serai dilaporkan menghasilkan karakter asam, warna cokelat tua, serta aroma asam kuat setelah fermentasi tiga bulan (Megasari et al., 2025).

Walaupun ekoenzim sering dikaitkan dengan fungsi sebagai pembersih, pupuk cair, biostimulan, dan agen pengolahan limbah, klaim tersebut perlu didukung oleh data aplikasi spesifik. Hemalatha dan Visantini (2020) melaporkan potensi ekoenzim untuk pengolahan efluen berbasis logam, sedangkan Fadlilla et al. (2023) mengevaluasi potensi limbah buah dan sayur sebagai ekoenzim untuk pupuk tanaman. Dengan demikian, kajian awal seperti warna, aroma, dan pH berfungsi sebagai tahap dasar, bukan sebagai bukti langsung efektivitas aplikasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan mengevaluasi hasil fermentasi ekoenzim dari tiga kombinasi bahan organik lokal melalui indikator warna, aroma, dan pH akhir. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar ilmiah awal untuk edukasi pengelolaan limbah organik serta menjadi pijakan bagi karakterisasi mutu dan pengujian aplikasi pada tahap berikutnya

METODE

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah organik buah, sayur, dan serai, meliputi nanas, jeruk, timun, melon, kedondong, mangga, lemon, lemon cui, dan serai sesuai formulasi perlakuan. Bahan fermentasi yang digunakan adalah gula aren dan air AC yang ditampung. Alat yang digunakan meliputi botol atau toples plastik kapasitas 2 L, spatula, pisau, timbangan, sarung tangan, kain saring, wadah penyimpanan gelap, dan kertas indikator pH.

Rancangan perlakuan

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen deskriptif dengan tiga perlakuan kombinasi bahan organik (BO). Rasio fermentasi yang digunakan adalah bahan organik:gula aren:air = 3:1:10. Rasio ini setara dengan formulasi gula:bahan organik:air = 1:3:10 yang banyak digunakan pada pembuatan ekoenzim. Rincian formulasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi perlakuan pembuatan ekoenzim

Perlakuan	Jumlah BO	Komposisi bahan organik
P1	4 jenis	Nanas, jeruk, timun, lemon
P2	6 jenis	Nanas, jeruk, timun, melon, mangga, serai
P3	7 jenis	Nanas, jeruk, timun, melon, kedondong, mangga, lemon cui

Prosedur pembuatan ekoenzim

Pembuatan ekoenzim diawali dengan persiapan seluruh bahan organik. Bahan dicuci bersih, ditiriskan, kemudian dipotong kecil untuk memperbesar luas permukaan dan mempermudah kontak antara substrat, gula, air, dan mikroorganisme selama fermentasi. Bahan organik selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah plastik sesuai perlakuan.

Gula aren dan air ditambahkan dengan rasio bahan organik:gula aren:air sebesar 3:1:10. Campuran diaduk hingga merata, kemudian wadah ditutup rapat. Fermentasi dilakukan pada suhu kamar selama kurang lebih tiga bulan, yaitu Juni-Agustus 2023, dan wadah disimpan pada tempat yang tidak terkena sinar matahari langsung.

Setelah fermentasi selesai, cairan disaring menggunakan kain saring untuk memisahkan filtrat dari residu padat. Filtrat yang diperoleh merupakan cairan ekoenzim hasil fermentasi, kemudian disimpan dalam wadah gelap dan terlindung dari paparan cahaya langsung.

Parameter pengamatan

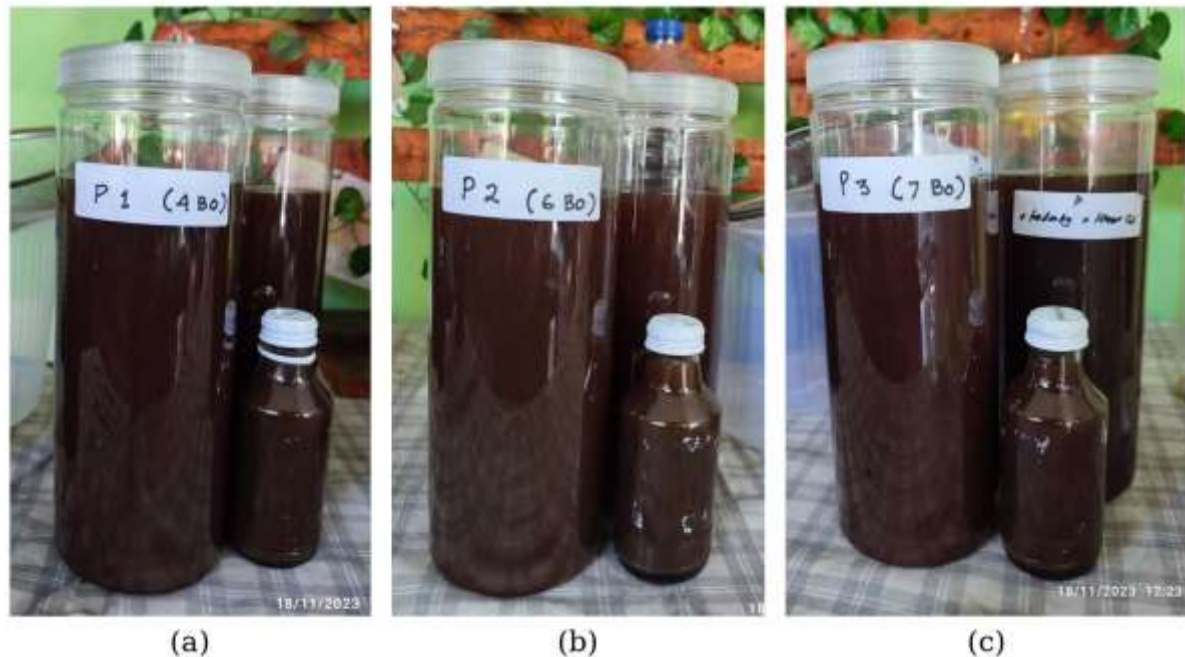
Parameter yang diamati meliputi warna, aroma, dan derajat keasaman (pH) akhir. Warna dan aroma diamati secara organoleptik, sedangkan pH diukur menggunakan kertas indikator pH. Karena penelitian ini bersifat eksploratif-deskriptif dan menggunakan indikator sederhana, hasil disajikan secara deskriptif tanpa analisis statistik inferensial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil fermentasi menunjukkan bahwa ketiga perlakuan menghasilkan cairan ekoenzim dengan karakter visual, aroma, dan pH yang menunjukkan keberhasilan fermentasi awal. Ringkasan hasil pengamatan akhir disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan cairan ekoenzim pada akhir fermentasi

Perlakuan	Bahan organik	pH akhir	Warna dan aroma	Interpretasi
P1 (4 BO)	Nanas, jeruk, timun, lemon	4	Cokelat pekat; aroma asam-segar; tidak berbau busuk	Berhasil membentuk ekoenzim; pH berada pada batas atas kondisi asam
P2 (6 BO)	Nanas, jeruk, timun, melon, mangga, serai	2-3	Cokelat pekat; aroma asam-segar; tidak berbau busuk	Berhasil membentuk ekoenzim dengan pH asam kuat
P3 (7 BO)	Nanas, jeruk, timun, melon, kedondong, mangga, lemon cui	2-3	Cokelat pekat; aroma asam-segar; tidak berbau busuk	Berhasil membentuk ekoenzim dengan pH asam kuat



Gambar 1. Hasil fermentasi ekoenzim: (a) P1, (b) P2, dan (c) P3.

Karakter visual dan aroma sebagai indikator awal fermentasi

Seluruh perlakuan menghasilkan cairan berwarna coklat pekat pada akhir fermentasi (Gambar 1). Perubahan dari warna awal berbasis larutan gula aren menuju coklat pekat merupakan ciri visual yang umum dilaporkan pada ekoenzim berbasis limbah buah dan sayur. Larasati et al. (2020) melaporkan bahwa produk ekoenzim dari berbagai kulit buah mengalami perubahan warna menjadi coklat keruh setelah fermentasi, sedangkan Viza (2022) menunjukkan bahwa ekoenzim dari limbah kulit buah dapat memiliki warna coklat dengan tingkat kerapatan yang bervariasi. Dengan demikian, warna coklat pekat pada seluruh perlakuan dalam penelitian ini mendukung indikasi bahwa proses fermentasi berjalan.

Secara kimiawi, perubahan warna kemungkinan berkaitan dengan pelepasan senyawa terlarut dari jaringan buah dan sayur, oksidasi senyawa fenolik, serta transformasi komponen gula dan bahan organik selama fermentasi. Pada sistem fermentasi multi-substrat, variasi bahan seperti nanas, jeruk, mangga, kedondong, lemon cui, dan serai dapat menghasilkan spektrum komponen terlarut yang lebih beragam dibandingkan substrat tunggal. Namun, karena penelitian ini belum mengukur total padatan terlarut, total fenolik, atau absorbansi warna, interpretasi warna masih bersifat indikator organoleptik, bukan karakterisasi kimia kuantitatif.

Aroma akhir pada ketiga perlakuan adalah asam-segar dan tidak menunjukkan bau busuk. Aroma tersebut penting karena bau busuk dapat menjadi tanda pembusukan tidak terkendali, dominasi mikroorganisme pembusuk, atau kondisi fermentasi yang kurang sesuai. Temuan ini selaras dengan Viza (2022), yang melaporkan aroma asam segar pada ekoenzim dari limbah kulit buah, serta Megasari et al. (2025), yang menyebutkan bahwa ekoenzim berbasis limbah sayur dan serai setelah fermentasi tiga bulan memiliki aroma asam kuat. Oleh sebab itu, dari sisi organoleptik, ketiga perlakuan dapat dikategorikan berhasil membentuk produk fermentasi asam yang tidak mengalami pembusukan.

pH akhir dan indikasi pembentukan asam organik



Gambar 2. Pengukuran pH ekoenzim pada akhir pengamatan menggunakan kertas indikator pH.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa seluruh perlakuan berada pada kondisi asam, dengan pH 4 pada P1 dan pH 2-3 pada P2 serta P3 (Gambar 2). Nilai ini berada dalam rentang yang sejalan dengan karakter umum ekoenzim. Galintin et al. (2021) melaporkan pH ekoenzim sekitar 3,07 setelah fermentasi tiga bulan, sedangkan Megasari et al. (2025) melaporkan pH 3,1-3,6 pada ekoenzim berbasis limbah sayur, gula, dan air dengan rasio 3:1:10. Gumilar et al. (2023) juga menegaskan bahwa pH rendah merupakan parameter karakterisasi yang paling sering digunakan karena berkaitan dengan terbentuknya asam organik selama fermentasi.

Perbedaan pH antarperlakuan dapat dijelaskan secara konseptual melalui perbedaan komposisi substrat. P2 dan P3 memiliki jumlah bahan organik lebih banyak dan mengandung kombinasi buah dengan rasa asam atau aromatik, seperti jeruk, kedondong, lemon cui, serta serai pada P2. Kombinasi tersebut berpotensi menyediakan asam alami, gula sederhana, dan senyawa terlarut yang mendukung pembentukan lingkungan fermentasi lebih asam. P1 menghasilkan pH 4, yang tetap menunjukkan kondisi asam, tetapi berada pada batas atas dibandingkan P2 dan P3. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa peningkatan keragaman bahan organik dapat memengaruhi karakter akhir fermentasi, meskipun pembuktiannya memerlukan data kuantitatif tambahan.

pH asam pada ekoenzim berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang mengubah karbohidrat dan komponen organik menjadi asam-asam organik, terutama asam asetat, asam laktat, dan asam organik lain. Samriti et al. (2019) menunjukkan bahwa fermentasi limbah dapur menghasilkan komposisi kimia yang berkaitan dengan proses penguraian bahan organik. Dengan demikian, nilai pH 2-4 dalam penelitian ini dapat dipahami sebagai

indikasi terbentuknya produk fermentasi asam, bukan sebagai bukti langsung bahwa seluruh komponen bioaktif atau enzimatis telah terbentuk dalam kadar tertentu.

Perlu ditegaskan bahwa penggunaan kertas indikator pH memberikan informasi awal, tetapi memiliki keterbatasan presisi. Untuk naskah ilmiah yang menargetkan publikasi dengan standar lebih tinggi, pengukuran pH sebaiknya dilakukan menggunakan pH meter terkalibrasi dan diulang secara berkala selama fermentasi. Selain itu, pH akhir perlu dilengkapi dengan keasaman tertitrasi karena dua sampel dengan pH yang serupa dapat memiliki kapasitas asam yang berbeda.

Relevansi rasio bahan dan fermentasi multi-substrat

Rasio bahan organik:gula:air sebesar 3:1:10 dalam penelitian ini sesuai dengan formulasi umum ekoenzim yang banyak digunakan. Gumilar et al. (2023) menyatakan bahwa produksi ekoenzim umumnya menggunakan limbah buah atau sayur, gula, dan air dengan rasio 1:3:10 jika ditulis sebagai gula:bahan organik:air. Larasati et al. (2020) juga menggunakan perbandingan kulit buah:gula:air sebesar 3:1:10 pada uji organoleptik ekoenzim dari limbah kulit buah. Konsistensi rasio ini memperkuat dasar metodologis penelitian karena formulasi yang digunakan bukan formulasi yang berdiri sendiri, melainkan mengikuti pola yang telah digunakan dalam kajian terdahulu.

Penggunaan bahan organik multi-substrat memiliki dua implikasi. Pertama, secara praktis, formulasi multi-substrat lebih realistis untuk skala rumah tangga karena limbah organik yang tersedia umumnya tidak berasal dari satu jenis bahan saja. Kedua, secara biologis-kimia, keragaman bahan berpotensi memperkaya komponen terlarut selama fermentasi. Akan tetapi, pendekatan multi-substrat juga menyulitkan identifikasi kontribusi masing-masing bahan terhadap pH, aroma, dan warna. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih tepat dibaca sebagai evaluasi formulasi campuran, bukan sebagai perbandingan efek spesifik setiap jenis limbah.

Implikasi pemanfaatan dan batas klaim ilmiah

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa limbah buah, sayur, dan serai dapat dikonversi menjadi cairan fermentasi asam dengan indikator organoleptik yang dapat diterima. Pada konteks pengabdian masyarakat, temuan ini cukup kuat untuk mendukung edukasi pengurangan limbah organik melalui fermentasi sederhana. Produk yang dihasilkan dapat diperkenalkan sebagai hasil biokonversi limbah organik yang berpotensi untuk aplikasi rumah tangga atau pertanian non-ingesti setelah diencerkan dan digunakan secara hati-hati.

Namun, pembahasan ilmiah perlu membedakan antara potensi aplikasi dan bukti efektivitas. Galintin et al. (2021) menunjukkan bahwa ekoenzim dapat memengaruhi parameter lumpur akuakultur pada konsentrasi tertentu, Hemalatha dan Visantini (2020) membahas potensi penggunaannya pada efluen berbasis logam, dan Fadlilla et al. (2023) menilai potensinya sebagai pupuk dari limbah buah dan sayur. Akan tetapi, penelitian ini tidak melakukan uji antimikroba, uji pertumbuhan tanaman, uji kandungan hara, ataupun uji pengolahan limbah. Oleh karena itu, naskah ini tidak boleh menyimpulkan bahwa produk yang dihasilkan efektif sebagai disinfektan, pupuk

cair, biostimulan, atau agen remediasi. Klaim yang paling tepat adalah bahwa produk berhasil terbentuk berdasarkan warna, aroma, dan pH sebagai indikator awal.

Batas klaim ini penting untuk menjaga akurasi ilmiah. Ekoenzim dengan pH rendah berpotensi memiliki aktivitas tertentu, tetapi efektivitas biologis dan kimianya sangat bergantung pada komposisi akhir, dosis, cara penggunaan, dan target aplikasi. Sebagai contoh, uji aplikasi pertanian memerlukan data pH setelah pengenceran, kandungan unsur hara, pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, dan kemungkinan fitotoksitas. Uji disinfektan memerlukan desain mikrobiologi yang sesuai, sedangkan aplikasi pengolahan limbah memerlukan pengukuran parameter seperti COD, BOD, TSS, TDS, logam, atau parameter spesifik lainnya sesuai jenis limbah.

Keterbatasan dan arah penelitian lanjutan

Keterbatasan utama penelitian ini adalah penggunaan indikator mutu sederhana, yaitu warna, aroma, dan pH akhir. Desain ini sesuai untuk kegiatan awal dan pengabdian masyarakat, tetapi belum cukup untuk menggambarkan mutu kimia, komposisi metabolit, maupun efektivitas aplikasi. Penelitian juga belum melaporkan ulangan, variabilitas antarwadah, serta perubahan pH dari waktu ke waktu. Karena itu, interpretasi hasil harus tetap bersifat deskriptif.

Penelitian lanjutan disarankan mencakup pengukuran pH menggunakan pH meter terkalibrasi, keasaman tertitrisasi, total padatan terlarut, konduktivitas, total gula sisa, kandungan alkohol, profil asam organik, serta aktivitas enzimatis seperti amilase, protease, dan lipase. Apabila produk diarahkan sebagai pupuk cair atau biostimulan, perlu dilakukan analisis unsur hara dan uji pertumbuhan tanaman dengan kontrol yang jelas. Apabila diarahkan sebagai pembersih atau disinfektan, perlu dilakukan uji antimikroba dengan metode laboratorium yang sesuai. Dengan demikian, penelitian ini dapat berkembang dari dokumentasi produksi awal menjadi karakterisasi ekoenzim yang lebih kuat secara ilmiah.

KESIMPULAN

Fermentasi kombinasi limbah nanas, jeruk, timun, melon, kedondong, mangga, lemon cui, lemon, dan serai menggunakan rasio bahan organik:gula aren:air sebesar 3:1:10 selama kurang lebih tiga bulan menghasilkan cairan ekoenzim berwarna cokelat pekat, beraroma asam-segar, tidak berbau busuk, dan memiliki pH asam. P1 menghasilkan pH akhir 4, sedangkan P2 dan P3 menghasilkan pH akhir 2-3. Berdasarkan indikator warna, aroma, dan pH, ketiga perlakuan menunjukkan keberhasilan fermentasi awal. Namun, pemanfaatan spesifik sebagai disinfektan, pupuk cair, biostimulan, atau agen pengolah limbah masih memerlukan karakterisasi kimia dan uji efektivitas lebih lanjut. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian ini adalah menyediakan dasar awal produksi ekoenzim multi-substrat berbasis limbah organik lokal untuk mendukung pengelolaan limbah organik rumah tangga dan pengabdian masyarakat.

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor Universitas Sam Ratulangi atas penugasan dan dukungan pendanaan melalui DIPA Unsrat Tahun 2023 Skim Pengabdian Program Kemitraan Masyarakat (PKM), sehingga kegiatan ini dapat dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Benny, N., Shams, R., Dash, K. K., Pandey, V. K., & Bashir, O. (2023). Recent trends in utilization of citrus fruits in production of ecoenzyme. *Journal of Agriculture and Food Research*, 13, 100657. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>
- 2) Fadlilla, T., Budiastuti, M. S., & Rosariastuti, M. R. (2023). Potential of fruit and vegetable waste as eco-enzyme fertilizer for plants. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(4), 2191-2200. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i4.3010>
- 3) Galintin, O., Rasit, N., & Hamzah, S. (2021). Production and characterization of eco enzyme produced from fruit and vegetable wastes and its influence on the aquaculture sludge. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(3), 10205-10214. <https://doi.org/10.33263/BRIAC113.1020510214>
- 4) Gumilar, G. G., Kadarohman, A., & Nahadi, N. (2023). Ecoenzyme production, characteristics and applications: A review. *Jurnal Kartika Kimia*, 6(1), 45-59. <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.186>
- 5) Hemalatha, M., & Visantini, P. (2020). Potential use of eco-enzyme for the treatment of metal-based effluent. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 716(1), 012016. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/716/1/012016>
- 6) Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. W. (2020). Uji organoleptik produk ekoenzim dari limbah kulit buah: Studi kasus di Kota Semarang. *Seminar Nasional Edusainstek*, 4, 278-283.
- 7) Megasari, D., Windriyanti, W., Palupi, M. A. H., Aini, A. Q., Elvira, N. D., & Khoiri, S. (2025). Characteristics and insecticidal potential of ecoenzymes derived from vegetable waste and various sugars. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 31(1), 121-126. <https://doi.org/10.18343/jipi.31.1.121>
- 8) Samriti, S., Sarabhai, S., & Arya, A. (2019). Garbage enzyme: A study on compositional analysis of kitchen waste ferments. *The Pharma Innovation Journal*, 8(4), 1193-1197.
- 9) Viza, R. Y. (2022). Uji organoleptik ekoenzim dari limbah kulit buah. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi dan Sains*, 5(1), 24-30. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3387>