



Pembuatan *Ecoenzyme* Berbahan Limbah Kulit Jeruk Limau (*Citrus Amblycarpa*) sebagai Pupuk Organik Cair

¹Muhammad Dhafin Keanu Aflah Kilifatano*, ²Muhammad Irfanulhakim, ³Ana Widiana

^{1,2,3}UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

*Corresponding author

E-mail: dhafinkeanu2004@gmail.com

Volume

3

Issue

1

Page

48-58

Year

2025

Keyword

Ecoenzyme;

Limau;

Fermentasi;

Pupuk Organik;

Limbah Organik;

Abstract

Purpose: Produksi jeruk limau (*Citrus amblycarpa*) di kawasan Asia Tenggara, khususnya Malaysia, menghasilkan limbah kulit dalam jumlah besar yang belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit jeruk limau mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi diolah menjadi produk bernilai tambah, salah satunya *ecoenzyme* sebagai pupuk organik cair ramah lingkungan. Tulisan ini bertujuan untuk mendokumentasikan praktik pembuatan *ecoenzyme* dari limbah kulit jeruk limau melalui proses fermentasi sederhana.

Method: Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Pengamatan dilakukan secara langsung selama kegiatan pengabdian yang berlangsung selama 27 hari di Universiti Teknologi MARA. Data diperoleh dari dokumentasi proses pembuatan *ecoenzyme* dan dianalisis secara deskriptif dengan dukungan kajian literatur. Proses fermentasi dilakukan dengan mencampurkan air, molase, dan kulit jeruk limau pada rasio 10 : 1 : 3 dalam wadah tertutup.

Practical Applications: Praktik ini menunjukkan bahwa limbah kulit jeruk limau dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku *ecoenzyme* yang mudah dibuat, ekonomis, dan sesuai untuk pengelolaan limbah organik rumah tangga.

Conclusion: Studi ini menunjukkan bahwa proses fermentasi sederhana mampu mengubah limbah kulit jeruk limau menjadi *ecoenzyme* yang berpotensi digunakan sebagai pupuk organik cair, serta mendukung praktik pertanian berkelanjutan dan pengurangan dampak lingkungan.



Pendahuluan

Produksi buah sitrus di kawasan Asia Tenggara, termasuk Malaysia, menunjukkan kontribusi ekonomi yang cukup besar terhadap sektor hortikultura, peningkatan produksi dan konsumsi buah sitrus mengakibatkan adanya peningkatan limbah padat berupa kulit buah (*peel*) yang seringkali belum termanfaatkan secara optimal. Data dan proyeksi industri menunjukkan bahwa produksi citrus di Malaysia tetap menjadi sumber limbah organik yang tidak sedikit, sehingga menimbulkan tantangan pengelolaan limbah sekaligus peluang pemanfaatan kembali melalui teknologi nilai tambah

Kulit buah jeruk termasuk kulit jeruk limau (*Citrus spp.*) kaya akan senyawa bioaktif dan komponen fungsional yang relevan untuk pemrosesan kembali: antara lain minyak esensial (terpina dan limonen), pektin, gula terlarut, asam organik, serta berbagai polifenol dan antioksidan. Komposisi kimiawi ini membuat kulit jeruk bukan hanya limbah yang bermasalah, tetapi juga bahan baku potensial untuk produk bernilai tambah seperti pakan ternak terfermentasi, bahan baku ekstraksi minyak, dan media fermentasi untuk menghasilkan cairan enzimatik (*ecoenzyme / bio-enzyme*) (Munir et al., 2024).

Ecoenzyme (juga disebut *bio-enzyme*) diproduksi melalui fermentasi sederhana campuran limbah organik (mis. kulit buah), gula (molase/gula merah), dan air dalam kondisi anaerob/tertutup selama beberapa minggu sampai terbentuk larutan gelap yang kaya asam organik, enzim, metabolit mikroba, dan nutrien terlarut (Gumilar, 2023). Produk ini telah dilaporkan memiliki beragam aplikasi agronomi: sebagai pupuk organik cair (menyediakan unsur hara terlarut seperti K₂O dan P₂O₅ dalam jumlah tertentu), sebagai biostimulator yang merangsang aktivitas mikroba tanah, serta memiliki efektivitas antimikroba/antijamur yang dapat membantu kesehatan tanaman. Oleh karena itu, konversi limbah kulit jeruk limau menjadi *ecoenzyme* berpotensi menjadi pendekatan terintegrasi untuk mengurangi limbah sekaligus menyediakan pupuk organik cair fungsional untuk praktik pertanian berkelanjutan (N* et al., 2024).

Meskipun studi tentang produksi *ecoenzyme* dari berbagai limbah buah mulai meningkat dalam beberapa tahun terakhir menyajikan bukti awal perihal kandungan nutrien, parameter kimia (pH, bahan organik terlarut), dan potensi aplikasinya masih dibutuhkan penelitian yang lebih sistematis dan kontekstual khususnya pada sumber bahan baku lokal seperti *Citrus amblycarpa* (jeruk limau). Penelitian ini difokuskan

pada proses pembuatan *ecoenzyme* dari limbah kulit jeruk limau, dengan tujuan mengkarakterisasi proses fermentasi dan menghasilkan produk yang berpotensi dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair. Kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan terkait pemanfaatan *ecoenzyme* pada aspek agronomi maupun lingkungan (Fadzil & Othman, 2021).

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pisau, ember plastik bertutup sebagai wadah fermentasi, serta timbangan digital untuk menakar bahan sesuai rasio yang ditentukan.

Bahan yang digunakan terdiri dari air bersih, molases, dan limbah kulit jeruk limau (*Citrus amblycarpa*). Perbandingan bahan mengikuti rasio 10 : 1 : 3, yaitu 10 bagian air, 1 bagian molases, dan 3 bagian limbah kulit jeruk limau. Limbah kulit jeruk limau diperoleh dari sisa konsumsi buah, kemudian dipotong kecil-kecil menggunakan pisau agar mempercepat proses fermentasi. Molases berfungsi sebagai sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme selama fermentasi, sedangkan air digunakan sebagai media pencampur untuk memfasilitasi proses penguraian bahan organik.

Untuk memperoleh pembahasan yang mendalam dan konkret pada proses pembuatan *ecoenzyme* berbahan bahan limbah kulit limau ini maka dilakukan beberapa metode pendalaman materi, yang diantaranya ialah dialog terstruktur melalui wawancara mendalam, yang dilakukan dengan komunikasi terarah bersama pihak yang berwenang di lokasi KKN, yakni Dr Wann Zuraida bersama dengan Amyra. Wawancara ini bertujuan untuk menggali informasi teknis serta kebijakan internal perusahaan terkait budidaya dan konservasi tanaman hias.

Teknik ketiga adalah studi literatur, yaitu penelaahan pustaka dari berbagai sumber ilmiah seperti jurnal, prosiding, dan buku-buku akademik yang relevan. Literatur ini digunakan sebagai dasar dalam menyusun landasan teori.

Hasil dan Pembahasan

Pemilihan Bahan

Pemilihan bahan baku dalam pembuatan *ecoenzyme* merupakan faktor krusial yang menentukan kualitas produk akhir. Pada penelitian ini digunakan limbah kulit

jeruk limau (*Citrus amblycarpa*) dengan kriteria tertentu agar proses fermentasi berlangsung optimal. Kulit jeruk limau yang digunakan adalah kulit segar, tidak busuk, bebas dari kontaminasi jamur maupun bakteri patogen, serta berasal dari buah yang matang fisiologis. Hal ini penting karena kondisi fisik kulit jeruk akan memengaruhi kandungan kimia dan ketersediaan substrat yang dibutuhkan mikroorganisme selama fermentasi (Ismail et al., 2024).

Kulit buah yang segar memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti minyak esensial (terutama limonen), asam organik, gula terlarut, serta pektin dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan kulit yang sudah mengalami pembusukan. Kandungan tersebut menjadi sumber karbon dan nutrisi yang mendukung pertumbuhan mikroba fermentatif. Sebaliknya, kulit buah yang sudah busuk atau terkontaminasi berpotensi menghasilkan metabolit yang tidak diinginkan, misalnya alkohol berlebih atau senyawa toksik yang dapat menghambat aktivitas mikroba pembentuk *ecoenzyme* (Wulan et al., 2024)

Selain itu, pemilihan kulit jeruk limau yang masih utuh dan tidak tercampur dengan kotoran atau residu pestisida juga penting. Kehadiran bahan kimia sintetis dapat menurunkan aktivitas mikroba, mengganggu jalannya proses fermentasi, bahkan menurunkan kualitas *ecoenzyme* sebagai pupuk organik cair. Oleh karena itu, sebelum digunakan, kulit jeruk limau dicuci bersih dengan air mengalir untuk menghilangkan debu, tanah, maupun sisa bahan kimia yang mungkin menempel (Negrea et al., 2025).

Pemotongan Kulit

Setelah dicuci, kulit jeruk limau dipotong menjadi potongan kecil (direkomendasikan ukuran 1–2 cm atau serpihan kecil). Pemotongan meningkatkan luas permukaan sehingga mempercepat pelarutan gula (pektin) ke dalam medium, mempercepat akses mikroba ke substrat dan meningkatkan laju hidrolitik serta dekomposisi selama fase awal fermentasi. Secara praktis, potongan kecil juga memudahkan pengisian perbandingan berat dan pencegahan rongga udara besar di dalam wadah. Banyak protokol *ecoenzyme* menyarankan pengirisan/penyacelan bahan organik untuk kecepatan fermentasi yang lebih baik (Marjenah et al., 2018).



Gambar 1 Pemotongan Kulit Limau

Penimbangan dan Perhitungan Rasio (10 : 1 : 3 Air : Molases : Kulit)

Pada pembuatan *ecoenzyme* kali ini rasio yang digunakan ialah 10 : 1 : 3 (air : molases: limbah kulit limau). Dalam praktik, rasio ini diartikan sebagai 10 bagian volume air: 1 bagian massa/molases : 3 bagian massa kulit. Alasan rasio tersebut diunakan ialah karena Rasio 10:1:3 menempatkan molases (sumber gula cepat) pada porsi relatif kecil dibandingkan air dan bahan organik. Molases berfungsi sebagai sumber karbon mudah larut yang memicu pertumbuhan mikroba heterotrof awal, sehingga inisiasi fermentasi berjalan cepat. Namun jika gula terlalu banyak, akan muncul dua efek negative yakni osmotik stress yang menghambat beberapa mikroba, serta produksi alcohol dalam jumlah besar sehingga menurunkan kualitas enzim. Oleh karena itu rasio molases yang moderat memberikan cukup rangsangan karbon tanpa menyebabkan tekanan osmotik atau metabolisme yang tidak diinginkan

Bagian air yang besa berperan sebagai pelarut dan medium difusi untuk nutrien dan enzim; air memungkinkan gula terlarut, asam organik, dan produk metabolit bergerak bebas sehingga mikroba dapat mengakses substrat padat (pektin, selulosa) yang pelahan-lahan terdegradasi. Jika campuran terlalu pekat (air sedikit), difusi terhambat, mikroba hanya bekerja di permukaan padatan sehingga proses hidrolisis menjadi lambat dan tidak homogen. Rasio 10 bagian air memberikan volume cairan yang cukup untuk penetrasi larutan ke dalam potongan kulit dan melarutkan produk hasil dekomposisi (Nurlatifah et al., 2022).

Selanjutnya Kulit buah mengandung polisakarida kompleks (pektin, selulosa), minyak esensial, dan senyawa fenolik. Substrat tersebut memerlukan waktu dan

aktivitas enzim hidrolitik (pektinase, cellulase) untuk diuraikan menjadi gula sederhana. Rasio 10:1:3 menyediakan nisbah yang cukup antara sumber karbon cepat (molases) dan karbon kompleks (kulit) sehingga mikroba dapat memulai metabolisme menggunakan gula cepat sambil menghasilkan enzim-enzim untuk mendegradasi substrat kompleks secara bertahap. Hal ini membantu memperoleh profil enzim ekstraseluler yang seimbang (amylase, pektinase, protease) pada akhir fermentasi. Studi karakterisasi *ecoenzyme* melaporkan bahwa rasio sejenis menghasilkan kandungan enzim yang baik dan parameter kimia (pH, asam organik) yang stabil setelah 60–90 hari fermentasi (Panataria et al., 2022).

Kombinasi molases + bahan organik pada medium dengan volume air yang memadai mendukung pembentukan asam organik dari aktivitas mikroba. Pembentukan asam ini menurunkan pH larutan sehingga produk menjadi lebih stabil (menghambat patogen) dan lebih tahan simpan. Rasio 10:1:3 sering dilaporkan menghasilkan penurunan pH yang konsisten ke kisaran asam (tergantung bahan) setelah 60–90 hari, sehingga menjadi parameter mutu praktis untuk *ecoenzyme* yang aman dan stabil (Ayu et al., 2021).

Pencampuran Awal

1. **Persiapan wadah:** gunakan ember plastik bertutup yang bersih dan tahan asam (food-grade), ukuran disesuaikan. Pastikan tutup dapat menutup rapat namun wadah dapat “di-burp” (dikosongkan tekanannya sesekali) untuk melepaskan gas CO₂ agar tidak terjadi tekanan berlebih. Beberapa protokol menyarankan pipa pelepas gas sederhana atau membuka tutup sementara setiap beberapa hari minggu pertama.
2. **Lapisan bahan:** masukkan lapisan pertama kulit potongan ke dasar ember, taburkan sebagian molases yang telah dilarutkan dalam sedikit air hangat (membantu melarutkan molases), lalu tuangkan sebagian air, ulangi sampai semua bahan masuk. Teknik layering membantu memadukan bahan dan mencegah pengapungan bahan padat di atas.
3. **Aduk homogen:** gunakan sendok/alat tidak reaktif untuk mengaduk perlahan sehingga molases terdistribusi dan tidak ada gumpalan konsentrasi gula yang berlebih. Pengadukan awal membantu mempercepat kontak antara mikroba native pada kulit dan gula sehingga fase inisiasi fermentasi lebih konsisten.

Fermentasi

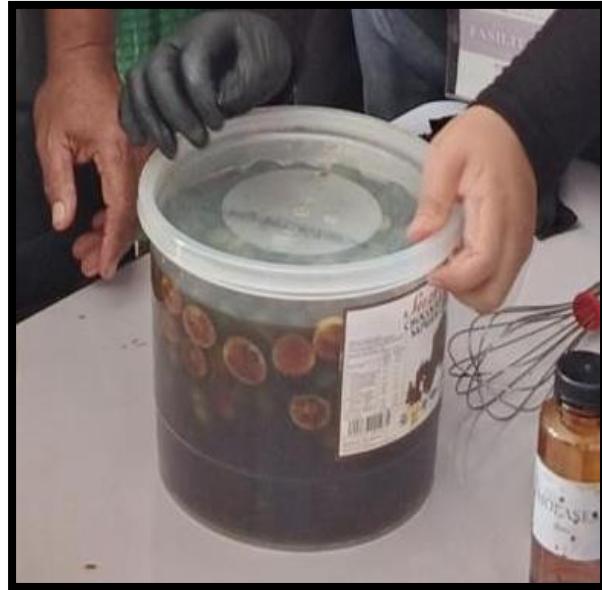
- Penutupan:** setelah pengisian, tutup ember rapat untuk menciptakan kondisi reduktif/semi-anaerob, yang umum pada pembuatan *ecoenzyme*; namun beberapa studi menekankan pembukaan periodik (every 3–7 hari selama 2 minggu pertama) untuk melepaskan gas dan memeriksa bau/indikator kontaminasi. Protokol konservatif merekomendasikan menutup rapat setelah 2 minggu jika fermentasi stabil.



Gambar 2 Fermentasi Kulit Limau Dalam Wadah

- Lokasi dan suhu:** simpan wadah di tempat teduh, terlindung dari sinar matahari langsung, pada suhu ambient yang stabil (ideal 20–30°C). Suhu memengaruhi laju fermentasi dan komposisi mikroba; suhu sangat tinggi mempercepat aktivitas namun meningkatkan risiko pembentukan alkohol atau bau tidak diinginkan.
- Durasi fermentasi:** durasi standar yang banyak dilaporkan adalah 60–90 hari (2–3 bulan) untuk memperoleh *ecoenzyme* matang dengan pH turun dan profil asam organik yang stabil; beberapa studi melaporkan 90 hari sebagai standar untuk memperoleh konsentrasi asam organik (mis. asam asetat) yang tinggi dan stabilitas enzim ekstraseluler. Selama periode ini terjadi hidrolisis bertahap polisakarida (pektin, selulosa) dan pembentukan metabolic.
- Pengamatan berkala:** catat parameter visual (warna berubah menjadi coklat gelap, aroma asam/fermentasi), pH (jika alat tersedia) setiap 1–2 minggu, serta

kejadian pembusukan berlebih atau bau busuk (indikator kontaminasi anaerob patogen). Penurunan pH yang stabil ke kisaran asam (mis. pH 3–5 tergantung bahan dan lamanya fermentasi) adalah tanda fermentasi berlangsung.



Gambar 3 Pengamatan Hasil Fermentasi

Burping

Karena fermentasi menghasilkan CO₂ (dan sejumlah volatil lainnya), wadah tertutup rapat dapat mengalami peningkatan tekanan internal. Oleh sebab itu disarankan membuka tutup sebentar (burp) untuk melepaskan gas pada minggu-minggu awal (mis. 1× tiap 3–7 hari) — kemudian frekuensi dapat dikurangi. Beberapa penelitian merekomendasikan pemasangan katup pelepas gas sederhana untuk keselamatan lab/lokal. Pencegahan tekanan berlebih mengurangi risiko tumpah, cegukan aerosol, atau pecahnya wadah.

Conclusion

Praktik pembuatan *ecoenzyme* berbahan limbah kulit jeruk limau (*Citrus amblycarpa*) menunjukkan bahwa pemanfaatan limbah kulit buah dapat diolah menjadi produk fermentasi cair yang berpotensi sebagai pupuk organik ramah lingkungan. Pemilihan bahan baku yang segar, bersih, serta bebas kontaminan merupakan langkah penting agar fermentasi berjalan optimal. Proses diawali dengan pemotongan kulit jeruk menjadi ukuran kecil untuk memperluas permukaan kontak, kemudian dicampur dengan molases dan air menggunakan rasio 10 : 1 : 3 yang secara

ilmiah terbukti mampu menyeimbangkan ketersediaan substrat karbon, bahan organik kompleks, dan medium fermentasi. Selama proses fermentasi, keseimbangan ini mendukung pertumbuhan mikroba, degradasi senyawa kompleks, serta pembentukan asam organik yang berfungsi menjaga stabilitas dan mutu produk.

Dengan demikian, metode ini tidak hanya menawarkan solusi pengelolaan limbah kulit jeruk limau yang berlimpah, tetapi juga menghasilkan produk bernilai tambah berupa *ecoenzyme* yang potensial digunakan sebagai pupuk organik cair alternatif. Proses ini sederhana, ekonomis, dan dapat direplikasi di berbagai skala, sehingga relevan sebagai inovasi berbasis prinsip pertanian berkelanjutan dan pengelolaan limbah ramah lingkungan.

Ucapan Terimakasih

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan jurnal yang berjudul "Pembuatan *Ecoenzyme* Berbahan Limbah Kulit Jeruk (*Citrus amblycarpa*) Sebagai Pupuk Organik Cair" ini dengan baik.

Ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya saya sampaikan kepada kedua orang tua saya tercinta, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, dan dukungan penuh dalam setiap langkah kehidupan dan proses akademik saya.

Saya juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Liberty Chadir, selaku dosen pembimbing, atas arahan, bimbingan, dan ilmu yang sangat berharga selama proses penyusunan jurnal ini.
2. Ibu Wann Zuraida, Kak Amyra, serta seluruh tim AJK Sabun UiTM Cawangan Jasin yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, dan dukungan selama kegiatan pengabdian masyarakat berlangsung.
3. Ibu Ana Widiana, selaku dosen pengawas lapangan yang telah membimbing kami dalam pelaksanaan KKN dan menyusun pembuatan jurnal ini
4. Teman-teman KKN yang telah menemani, bekerja sama, dan saling mendukung dalam pelaksanaan kegiatan, sehingga seluruh rangkaian kegiatan dapat berjalan dengan baik dan lancar.

Daftar Pustaka

- Ayu, N., Angela, S., & Bagas, H. (2021). Production of Eco-enzymes from Fruit Peel Waste as an Effort to Address Organic Waste Management Issues in Indonesia. *Pertumbuhan Dan Metabolit Sekunder Chlorella Sorokiniana Yang Dikultur Pada Limbah Cair Tahu*, 7(3), 121–126.
- Fadzil, N. F., & Othman, S. A. (2021). Utilization and Valorization Of Citrus Fruit By-Products: A Review. *Sciences and Technology*, 1(2), 170–176. <https://doi.org/10.30880/ekst.2021.01.02.020>
- Gumilar, G. G. (2023). Ecoenzyme Production, Characteristics, and Applications: A Review. *Jurnal Kartika Kimia*, 6(1), 45–59. <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i1.186>
- Ismail, A. Y., Nainggolan, M. F., Aminudin, S., Siahaan, R. Y., Dzulfannazhir, F., & Sofyan, H. N. (2024). Characterization of chemical composition of eco-enzyme derived from banana, orange, and pineapple pineaple peels. *Brazilian Journal of Biology*, 84, 1–8. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.286961>
- Marjenah, M., Kustiawan, W., Nurhiftiani, I., Sembiring, K. H. M., & Ediyono, R. P. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah-Buahan Sebagai Bahan Baku Pembuatan Pupuk Organik Cair. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 1(2). <https://doi.org/10.32522/u-jht.v1i2.800>
- Munir, H., Yaqoob, S., Awan, K. A., Imtiaz, A., Naveed, H., Ahmad, N., Naeem, M., Sultan, W., & Ma, Y. (2024). Unveiling the Chemistry of Citrus Peel: Insights into Nutraceutical Potential and Therapeutic Applications. *Foods*, 13(11), 1–34. <https://doi.org/10.3390/foods13111681>
- N*, S., G, V., Am, P., S, K., S, S., & N, S. (2024). Exploring Fruit Peels for Eco-Friendly Bio-Enzymes: Synthesis,Properties, and Sustainable Applications. *Food Science & Nutrition Technology*, 9(2), 1–10. <https://doi.org/10.23880/fsnt-16000338>
- Negrea, M., Cocan, I., Jianu, C., Alexa, E., Berbecea, A., Poiana, M. A., & Silivasan, M. (2025). Valorization of Citrus Peel Byproducts: A Sustainable Approach to Nutrient-Rich Jam Production. *Foods*, 14(8), 1–19. <https://doi.org/10.3390/foods14081339>
- Nurlatifah, I., Agustine, D., & Puspasari, E. (2022). *Production and Characterization of Eco-Enzyme from Fruit Peel Waste*. 1–7. <https://doi.org/10.4108/eai.25-11-2021.2318816>
- Panataria, L. R., Sianipar, E., Sembiring, H., Sitorus, E., Saragih, M., Simatupang, J., & Pakpahan, H. (2022). Study of Nutrient Content in Eco Enzymes From Various Types of Organic Materials. *Journal of Agriculture*, 1(02), 90–95. <https://doi.org/10.47709/joa.v1i02.1728>
- Wulan, I. R., Tanjung, J. C., Sinatrya, A., Fahima, S., Ngadisih, N., & Lestari, P. (2024). Dampak Efektivitas Pemberian Ekoenzim Sebagai Agen Pertumbuhan dan Penambah Nutrisi Tanaman pada Berbagai Jenis Tanaman Budidaya di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(2), 403–413.

