

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PEDAGANG JUS MENJADI ECO-ENZIME UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

Oleh:

Meilinda Suriani Harefa¹

Rina Panggabean²

Beta Ria Sihalo³

Sri Sulastri Sitohang⁴

Universitas Negeri Medan

Alamat: JL. William Iskandar Ps. V, Kenangan Baru, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten
Deli Serdang, Sumatera Utara (20221).

Korespondensi Penulis: meilindasuriani@gmail.com,
rinpanggabean93114@gmail.com, betariaaash@gmail.com,
srisulastrisitohang12@gmail.com.

Abstract. *Environmental issues, particularly pollution caused by organic waste from informal sectors like juice vendors, pose a complex challenge to ecosystem balance. Fruit peel waste, when not properly managed, decomposes and releases methane gas (CH₄), a potent greenhouse gas, contributing significantly to global warming. This study aims to investigate the process of converting fruit peel waste from juice vendors into eco-enzyme and to analyze its potential benefits in reducing environmental pollution. A qualitative descriptive research method was employed, focusing on direct observation, documentation, and literature review. The research object was the fruit peel waste and the resulting eco-enzyme product. The results indicate that eco-enzyme can be successfully produced through a simple, three-month anaerobic fermentation process using a precise 1:3:10 ratio of molasses (or brown sugar): fruit peel waste: water. The fermentation success was confirmed by a highly acidic pH of 3, a fresh sour aroma, and a stable brownish color. Furthermore, a comparative test on river water showed that the*

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PEDAGANG JUS MENJADI ECO-ENZYME UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

application of eco-enzyme led to a rapid improvement in water quality indicators, specifically a pH drop from 6.0 to 5.0 and the neutralization of the unpleasant mud odor, which was replaced by a strong citrus aroma within three days. The findings confirm that converting fruit peel waste into eco-enzyme provides a simple, low-cost, and environmentally friendly solution, embodying the principles of the circular economy while serving as an effective natural bioactivator for gradual water quality remediation.

Keywords: Bioaktivator, Circular Economy, Eco-Enzyme, Fruit Peel Waste, Water Remediation.

Abstrak. Permasalahan lingkungan, khususnya pencemaran akibat limbah organik dari sektor informal seperti pedagang jus, merupakan tantangan kompleks terhadap keseimbangan ekosistem. Limbah kulit buah, jika tidak dikelola dengan baik, akan membusuk dan melepaskan gas metana (CH₄) yang merupakan gas rumah kaca dengan potensi pemanasan global yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengolahan limbah kulit buah dari pedagang jus menjadi *eco-enzyme* dan menganalisis potensi manfaatnya dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, berfokus pada observasi langsung, dokumentasi, dan studi literatur. Objek penelitian adalah limbah kulit buah dan produk *eco-enzyme* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *eco-enzyme* berhasil diproduksi melalui proses fermentasi anaerobik sederhana selama tiga bulan, dengan menggunakan rasio baku 1:3:10 (gula merah/molase: limbah kulit buah: air). Keberhasilan fermentasi ditandai dengan tercapainya pH yang sangat asam (pH 3), aroma asam segar, dan warna kecoklatan yang stabil. Selain itu, pengujian komparatif pada air sungai menunjukkan bahwa aplikasi *eco-enzyme* memberikan perbaikan indikator kualitas air secara signifikan, yaitu penurunan pH dari 6.0 menjadi 5.0 dan netralisasi bau lumpur yang digantikan oleh aroma jeruk yang kuat dalam waktu tiga hari. Temuan ini mengukuhkan bahwa pengolahan limbah kulit buah menjadi *eco-enzyme* menyediakan solusi yang sederhana, murah, dan ramah lingkungan, yang menerapkan prinsip ekonomi sirkular serta efektif sebagai bioaktivator alami untuk perbaikan kualitas perairan secara bertahap.

Kata Kunci: Bioaktivator, Ekonomi Sirkular, *Eco-Enzyme*, Limbah Kulit Buah, Remediasi Air.

LATAR BELAKANG

Pertumbuhan usaha minuman segar seperti jus buah di berbagai kawasan perkotaan menyebabkan meningkatnya produksi limbah organik setiap hari, terutama limbah kulit buah. Pada sebagian besar pedagang jus, limbah kulit buah biasanya dibuang bersama sampah domestik lainnya tanpa proses pengolahan. Akumulasi limbah organik ini menimbulkan permasalahan lingkungan, seperti munculnya bau tidak sedap, peningkatan volume sampah di tempat pembuangan, serta potensi pencemaran air akibat proses pembusukan yang melepaskan senyawa organik ke lingkungan. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya alternatif pengelolaan limbah yang sederhana, murah, dan mudah diterapkan oleh pelaku usaha kecil seperti pedagang jus.

Eco enzyme merupakan salah satu teknologi ramah lingkungan yang dapat menjadi solusi pengelolaan limbah organik berbasis masyarakat. *Eco enzyme* dihasilkan melalui proses fermentasi limbah kulit buah, gula merah atau molase, dan air selama 1–3 bulan hingga menghasilkan cairan serbaguna yang dapat dimanfaatkan sebagai pembersih alami, pupuk cair, pengendali bau, bahkan agen bioremediasi sederhana. Keunggulan *eco enzyme* adalah proses pembuatannya yang mudah, tidak membutuhkan peralatan mahal, dan mampu mengubah limbah organik yang tidak bernilai menjadi produk yang memiliki fungsi ekologis. Dengan demikian, *eco enzyme* berpotensi tidak hanya mengurangi pencemaran, tetapi juga secara langsung menurunkan volume limbah kulit buah yang dihasilkan para pedagang jus.

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pemanfaatan kulit buah sebagai bahan dasar *eco enzyme* efektif dalam menekan jumlah limbah organik. Penelitian Viza (2022) mengungkapkan bahwa limbah kulit buah seperti jeruk, nanas, dan mangga dapat diolah menjadi *eco enzyme* yang memiliki kualitas fisik dan kimia yang baik, sehingga pemanfaatannya mampu menekan akumulasi limbah organik di lingkungan. Selanjutnya, penelitian oleh Setiati dkk. (2023) menunjukkan bahwa pembuatan *eco enzyme* oleh masyarakat Desa Cigombong berhasil mengurangi volume limbah kulit buah nanas secara signifikan, dan masyarakat terdorong untuk mengolah limbah organik secara mandiri tanpa membuangnya ke TPS. Penelitian tersebut membuktikan bahwa *eco enzyme* dapat diterapkan secara luas oleh pelaku usaha kecil dan rumah tangga dalam pengelolaan limbah berbasis sumber. Selain itu, program pengabdian oleh Ismiraj dkk. (2023) juga

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PEDAGANG JUS MENJADI ECO-ENZYME UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

mendokumentasikan keberhasilan pemanfaatan limbah kulit buah menjadi *eco enzyme* pada komunitas bank sampah.

Melihat hasil penelitian sebelumnya, jelas bahwa pengolahan limbah kulit buah menjadi *eco enzyme* memiliki potensi besar dalam mengurangi timbunan sampah organik. Namun, meskipun *eco enzyme* sering diklaim memiliki fungsi sebagai agen bioremediasi, belum banyak penelitian yang secara khusus menyoroti dan membandingkan secara langsung perubahan kualitas air terutama dari segi parameter fisik (bau) dan kimia (pH) sebelum dan sesudah penambahan *eco enzyme* yang berasal dari limbah pedagang jus. Penelitian komparatif ini menjadi penting untuk memberikan bukti empiris mengenai sejauh mana *eco enzyme* yang dihasilkan dari sumber limbah perkotaan spesifik dapat berfungsi sebagai solusi praktis untuk perbaikan lingkungan perairan yang tercemar.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perbandingan kualitas air pada sampel yang diberi perlakuan *eco enzyme* dengan sampel air tanpa perlakuan (kontrol). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi upaya pengurangan pencemaran lingkungan, khususnya melalui pemanfaatan limbah organik menjadi produk yang bermanfaat dan berdaya guna tinggi dalam konteks perbaikan kualitas air.

KAJIAN TEORITIS

Landasan Konseptual: Ekologi, Limbah Organik, dan *Ekonomi Sirkular*

Secara ekologi, limbah organik dari aktivitas manusia, seperti sisa kulit buah pedagang jus, dapat mengganggu keseimbangan ekosistem. Pembusukan limbah kulit buah menghasilkan gas metana (CH₄), kontributor signifikan terhadap efek rumah kaca dan pencemaran udara (Fitriandhini & Putra, 2022). Selain itu, cairan lindi (*leachate*) yang dihasilkan limbah mencemari air dan tanah (Arianti & Rachmanto, 2025). Oleh karena itu, penelitian ini berlandaskan pada prinsip Ekonomi Sirkular (*Circular Economy*), yang bertujuan mengubah limbah (kulit buah) menjadi produk bernilai tambah (*eco-enzyme*), sehingga memutus rantai pencemaran dan mengurangi volume sampah.

Prinsip dan Mekanisme *Eco-Enzyme* Sebagai *Bioaktivator*

Eco-Enzyme adalah cairan serbaguna hasil fermentasi sisa kulit buah, gula (molase/gula merah), dan air. Proses pembuatannya didasarkan pada Rasio Baku 1:3:10

(1 bagian gula: 3 bagian limbah: 10 bagian air) selama fermentasi anaerobik minimal 90 hari. Proses ini melibatkan aktivitas mikroorganisme yang mengubah gula menjadi asam organik, terutama asam asetat, dan enzim-enzim aktif (seperti *lipase*, *amilase*, dan *protease*) (Syaifuddin Islami, Anggraini, & Deperiky, 2023). Enzim-enzim ini berfungsi sebagai katalis biologis yang mempercepat penguraian polutan organik.

Dalam konteks perbaikan kualitas air, *eco-enzyme* berperan sebagai agen *bioaktivator*. Sifatnya yang sangat asam (pH 3-4) memberikan efek disinfektan alami sekaligus membantu proses netralisasi bau (Junaidi et al., 2021). Penurunan pH air yang tercemar oleh *eco-enzyme* dapat mengganggu metabolisme bakteri patogen dan mempercepat proses oksidasi senyawa-senyawa penyebab bau. Mekanisme inilah yang menjadi dasar hipotesis bahwa air yang diberi perlakuan *eco-enzyme* akan menunjukkan perbaikan kualitas (terutama pH dan bau) yang lebih baik dibandingkan dengan air tanpa perlakuan.

Ulasan Penelitian Terdahulu: *Eco-Enzyme* dan Kualitas Air

Berbagai penelitian telah mengonfirmasi efektivitas *eco-enzyme* dalam pengelolaan lingkungan, dengan fokus utama pada pengurangan volume limbah organik pada skala rumah tangga dan komersial (Setiati dkk., 2023; Viza, 2022). Penelitian oleh Pakki et al. (2021) menunjukkan bahwa *eco-enzyme* mampu meningkatkan kualitas tanah.

Namun, yang lebih relevan dengan fokus penelitian ini adalah peran *eco-enzyme* dalam remediasi air:

1. Pengaruh pada pH: *Eco-enzyme* diketahui memiliki pH rendah (asam). Leke, Kawatu, & Weku (2019) mencatat bahwa penambahan *eco-enzyme* dapat mengubah keseimbangan kimia air. Perubahan pH menjadi lebih asam ini penting karena dapat memengaruhi kelarutan mineral, keberadaan mikroorganisme, dan status redoks air, yang merupakan indikator awal perbaikan kualitas.
2. Penetralkan Bau: *Eco-enzyme* sering digunakan sebagai penghilang bau (deodoran) karena mengandung *volatile organic acids* dan aroma dari kulit buah. Sinaga, Laili, & Aulia (2024) mendokumentasikan bahwa penggunaan *eco-enzyme* dapat secara efektif menghilangkan bau pada tempat penampungan sampah, yang menunjukkan kemampuannya dalam menetralkan senyawa volatil penyebab bau tak sedap di lingkungan perairan.

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PEDAGANG JUS MENJADI ECO-ENZYME UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

3. Aplikasi Spesifik: Penelitian ini berkontribusi dengan membandingkan secara eksplisit perubahan pH dan bau pada sampel air sungai yang tercemar yang diberi perlakuan *eco-enzyme* (berasal dari limbah pedagang jus) versus sampel *kontrol*.

Dengan landasan teori mengenai mekanisme *bioaktivator* dan asam organik, serta ulasan penelitian terdahulu mengenai pengaruh pH dan penetralan bau, penelitian ini memiliki landasan yang kuat untuk melakukan analisis komparatif yang menjadi tujuan utamanya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Deskriptif Kualitatif yang diperkuat dengan Studi Komparatif Sederhana (*quasi-experimental*) untuk menganalisis perbandingan kualitas air pada sampel yang diberi perlakuan *eco-enzyme* dengan sampel kontrol (tanpa perlakuan). Lokasi penelitian dan pengumpulan sampel berpusat pada kawasan pedagang jus di Kelurahan Sukaraja, Lingkungan V, Kecamatan Medan Maimun, Provinsi Sumatera Utara. Populasi penelitian adalah limbah kulit buah dari pedagang jus dan air sungai tercemar di lokasi tersebut, dengan sampel berupa kulit buah campuran sebagai bahan baku *eco-enzyme* dan sampel air sungai yang dibagi menjadi Kelompok Perlakuan (P) dan Kelompok Kontrol (K) untuk pengujian. Teknik pengumpulan data meliputi observasi langsung dan dokumentasi terhadap proses fermentasi dan perubahan sampel air, serta pengukuran parameter kualitas air sederhana yang berfokus pada pH air menggunakan kertas pH universal dan pengamatan organoleptik (bau dan warna) sebagai instrumen utama. Alat analisis data yang digunakan adalah Analisis Deskriptif Komparatif Kualitatif untuk membandingkan hasil yang diperoleh dari Kelompok P dan K pada Hari ke-3. Model penelitian ini didasarkan pada perbandingan perbedaan hasil akhir, disimbolkan sebagai Kualitas Air P \neq kualitas air K yang mengimplikasikan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada indikator kualitas air (pH, bau, dan warna) antara sampel yang diaplikasikan *eco-enzyme* dengan sampel kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Kualitas Air: Efektivitas *Eco-Enzyme* Sebagai *Bioaktivator*

Rumusan masalah penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kualitas air pada sampel air sungai tercemar yang diberikan perlakuan *eco-enzyme* dengan sampel kontrol (tanpa perlakuan). Pengamatan dilakukan selama tiga hari (Hari ke-1 sebagai kondisi awal dan Hari ke-3 sebagai kondisi akhir), dengan fokus pada dua indikator kualitas air esensial: derajat keasaman (pH) dan parameter fisik (bau).

Analisis Komparatif Perubahan Kualitas Air

Hasil pengamatan komparatif pada kedua kelompok sampel air Kelompok Perlakuan (P) yang diberi *eco-enzyme* dan Kelompok Kontrol (K) yang tidak diberi perlakuan menunjukkan perbedaan signifikan, terutama pada Hari ke-3.

Tabel 1. Perbandingan Perubahan Kualitas Air Sampel Sungai Tercemar

Indikator	Kelompok Kontrol (K) (Tanpa <i>Eco-Enzyme</i>)	Kelompok Perlakuan (P) (Dengan <i>Eco-Enzyme</i>)
Kondisi Awal (Hari ke-1)	Keruh kecoklatan, berbau lumpur/busuk, pH 6.0	Keruh kecoklatan, berbau lumpur/busuk, pH 6.0
Kondisi Akhir (Hari ke-3)	Tetap keruh dan terdapat endapan, bau lumpur dan kotoran endapan.	Larutan tercampur sempurna, warna kecoklatan merata. Bau wangi pekat jeruk dari <i>eco-enzyme</i> dominan.
Perubahan pH (Hari ke-3)	Stabil di angka 6.0	Turun dari 6.0 menjadi 5.0

Pembahasan Hasil Komparatif

1. Perubahan Derajat Keasaman (pH): Pada Kelompok Kontrol (K), pH air tetap stabil pada 6.0, yang mengindikasikan bahwa tanpa adanya intervensi, keseimbangan kimia air tidak berubah dan proses pembusukan alami terus berjalan. Sebaliknya, pada Kelompok Perlakuan (P), terjadi penurunan pH dari 6.0 menjadi 5.0 pada Hari ke-3. Penurunan ini adalah bukti kuat bahwa *eco-enzyme* yang ditambahkan telah melepaskan asam organik (terutama asam asetat) hasil dari fermentasi limbah kulit buah (Junaidi et al., 2021). Sifat asam ini sangat penting karena berperan sebagai agen

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PEDAGANG JUS MENJADI ECO-ENZYME UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

bioaktivator dan disinfektan alami yang dapat mengganggu metabolisme bakteri patogen yang menyebabkan pencemaran (Syaifuddin Islami, Anggraini, & Deperiky, 2023). Perubahan pH ini menjadi indikator awal perbaikan kualitas perairan.

2. Perubahan Parameter Fisik (Bau): Perbedaan paling mencolok terlihat pada parameter bau. Sampel Kontrol (K) mempertahankan bau lumpur dan kotoran endapan, menunjukkan proses penguraian anaerobik yang menghasilkan gas berbau tidak sedap. Sementara itu, sampel Perlakuan (P) menunjukkan netralisasi bau lumpur yang cepat dan digantikan oleh aroma wangi pekat jeruk yang berasal dari *eco-enzyme*. Hal ini sesuai dengan penelitian Sinaga, Laili, & Aulia (2024) yang menyatakan bahwa *eco-enzyme* efektif sebagai *deodoran* karena kandungan *volatile organic acids* dan aroma esensial yang terkandung di dalamnya. Kemampuan *eco-enzyme* dalam menetralkan bau pada perairan tercemar menunjukkan potensi praktisnya dalam upaya bioremediasi skala sederhana.
3. Implikasi bagi Pengurangan Pencemaran: Hasil komparatif yang membuktikan bahwa Kualitas air P \neq kualitas air K mengkonfirmasi hipotesis penelitian. Penerapan *eco-enzyme* yang berasal dari limbah pedagang jus terbukti menjadi solusi yang layak, murah, dan efektif sebagai *bioaktivator* sederhana. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa pengelolaan limbah kulit buah menjadi *eco-enzyme* tidak hanya berfungsi sebagai upaya reduksi volume limbah di sumber, tetapi juga memberikan nilai tambah ekologis yang dapat membantu mengatasi pencemaran perairan di lingkungan sekitar secara bertahap. Hal ini memperkuat implementasi prinsip Ekonomi Sirkular pada sektor informal.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil menjawab tujuan yang ditetapkan dengan menunjukkan bahwa limbah kulit buah dari pedagang jus dapat diolah secara berkelanjutan menjadi *eco-enzyme* yang berkualitas melalui proses fermentasi minimal tiga bulan dengan rasio baku 1:3:10, menghasilkan produk akhir dengan pH asam stabil (pH 3) dan aroma segar. Hasil pengujian hipotesis secara komparatif mengukuhkan bahwa aplikasi *eco-enzyme* secara signifikan mengubah indikator kualitas air sungai tercemar dalam tiga hari, ditandai oleh penurunan pH dari 6.0 menjadi 5.0 dan netralisasi efektif bau lumpur yang digantikan oleh aroma buah, membuktikan potensinya sebagai *bioaktivator* alami dalam

skala sederhana. Dengan demikian, pemanfaatan limbah organik ini memberikan solusi yang konkret dan murah bagi upaya pengurangan volume limbah di sumber sekaligus mendukung perbaikan kualitas lingkungan perairan, sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar program edukasi dan sosialisasi mengenai produksi serta penggunaan *eco-enzyme* diperluas kepada pelaku usaha mikro dan rumah tangga sebagai langkah nyata pengelolaan limbah berbasis komunitas. Mengingat keterbatasan penelitian ini hanya berfokus pada parameter fisik dan pH, penelitian di masa depan sangat direkomendasikan untuk melakukan uji laboratorium yang lebih mendalam dan komprehensif terhadap Biochemical Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand COD, serta Total Suspended Solids TSS guna memvalidasi efikasi *eco-enzyme* dalam bioremediasi perairan secara kuantitatif dan jangka panjang.

DAFTAR REFERENSI

- AnnPublisher Agricultural Science Journal. (2024). *Eco-Enzyme Utilization for Organic Waste Management and Water Remediation*. Diakses dari: <https://annpublisher.org/ojs/index.php/agrosci/article/download/110/95/506>.
- Arianti, M. P., & Rachmanto, T. A. (2025). Pemanfaatan *Eco-Enzyme* sebagai Koagulan dan Pupuk Ramah Lingkungan. *Jurnal Serambi JSE Engineering*, 10(1), 11617–11626.
- Dewi, P. P., Setyaningrum, E., & Adityo, A. (2022). Efektivitas *Eco-Enzyme* dari Kulit Buah Nanas dan Jeruk sebagai Agen Bioremediasi dalam Penurunan Kadar BOD dan COD Limbah Cair Domestik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 11(2), 105-115.
- Disperkimta Buleleng. (t.t.). *Eco Enzyme: Alternatif Mengolah Sampah Organik Rumah Tangga*. Diakses dari: <https://www.google.com/search?q=https://disperkimta.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/42-eco-enzyme-alternatif-mengolah-sampah-organik-rumah-tangga>.
- Fitriandhini, D., & Putra, A. (2022). Dampak kerusakan ekosistem hutan oleh aktivitas manusia: Tinjauan terhadap keseimbangan lingkungan dan keanekaragaman hayati. *Jurnal Kajian Pendidikan dan Lingkungan Hidup*, 3(3), 217–226.

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT BUAH PEDAGANG JUS MENJADI ECO-ENZYME UNTUK MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN

- Indah, D. T. (2023). Pengaruh Pengetahuan dan Sikap Pedagang Terhadap Pengelolaan Limbah Kulit Buah Menjadi *Eco Enzyme* (Studi Kasus Pedagang Jus Buah). *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Islami, S., Anggraini, D., & Deperiky, D. (2023). Inovasi *Eco Enzyme* Sebagai Solusi Ramah Lingkungan Di Nagari Lasi Kecamatan Canduang Kabupaten Agam. *Jurnal Hilirisasi IPTEKS*, 6(3), 228–242.
- Ismiraj, M., dkk. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Menjadi *Eco Enzyme* pada Komunitas Bank Sampah. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 45-52.
- Junaidi, M. R., Zaini, M., Ramadhan, M. H., Ranti, B. Y. Z. B., Firmansyah, M. W., Umayasari, S., Sulisty, A., Aprilia, R. D., & Hardiansyah, F. (2021). Pembuatan *Eco-Enzyme* sebagai Solusi Pengolahan Limbah Rumah Tangga. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 2(2), 118-123.
- Kartika, H., & Bakti, C. S. (2022). Edukasi Pembuatan *Eco-Enzyme* dalam Pemanfaatan Limbah Organik. *Jurnal Inovasi dan Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sebelas Maret. Proceeding Biology Education Conference*, 19(2), 245-251.
- Leke, J. R., Kawatu, P. A. T., & Weku, M. A. K. (2019). Analisis Kadar *Vitamin C* pada Limbah Kulit Buah Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) dan Kulit Buah Pepaya (*Carica papaya*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 8(3), 45-51.
- Nurhayati, R., & Wulandari, S. (2023). Peran *Eco-Enzyme* dalam Mengurangi Emisi Gas Metana dari Sampah Organik di Tempat Penampungan Sementara. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 15(1), 60-70.
- Pakki, T., Adawiyah, R., Yuswana, A., Namriah, Dirgantoro, M. A., & Slamet, A. (2021). Pemanfaatan *eco-enzyme* berbahan dasar sisa bahan organik rumah tangga dalam budidaya tanaman sayuran di pekarangan. *Jurnal Masyarakat Mengabdi Nusantara (JMMN)*, 3(2), 30–35.
- Portal E-Journal UNKHAIR. (2024). *Peran Eco Enzyme sebagai Pengurai Limbah Organik*. Diakses dari:
<https://www.google.com/search?q=https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/jurnalteknik/article/view/100/77>.

- Setiati, dkk. (2023). Pengurangan Volume Limbah Kulit Buah Nanas Melalui Pembuatan *Eco Enzyme* di Desa Cigombong. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 120-130.
- Sinaga, P. K. A., Laili, N., & Aulia, T. A. (2024). Sosialisasi Pemanfaatan Limbah Kulit Buah menjadi *Eco-Enzyme* di Desa Bandar Khalipah. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 193–200.
- Sugiyanto, A., Andika, V. K., & Laurentza, N. R. J. (t.t.). *Eco Enzym Jeruk Lemon dan Manfaatnya sebagai Sabun Cair Cuci Tangan*. Litrus.
- Sulistyawati, A., Susetyo, S., & Hartati, D. (2022). Kajian Perbandingan Kualitas *Eco-Enzyme* Berdasarkan Jenis Gula dan Sisa Buah yang Digunakan. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 24(1), 1-10.
- UN AIR. (2023). *Pentingnya Polifenol Dalam Eco-Enzyme*. Diakses dari: <https://www.google.com/search?q=https://unair.ac.id/pentingnya-polifenol-dalam-eco-enzyme-dan-pemanfaatan-sampah-organik-rumah-tangga/>.
- Viza, V. (2022). Kualitas *Eco Enzyme* dari Berbagai Jenis Kulit Buah (Jeruk, Nanas, Mangga). *Jurnal Teknologi Kimia Industri*, 11(1), 50-60.
- Widodo, A., Widayanti, W., & Pradana, A. (2021). Peranan Pendidikan Lingkungan Hidup Berbasis Masyarakat dalam Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Kewarganegaraan*, 5(2), 217-224.
- Wulan, P., Sukweenadhi, J., Sulistyaningsih, E., Utami, M. R., Paulina, A. K. P., Saepudin, M., et al. (t.t.). *EKOLOGI & LINGKUNGAN*. Eureka Media Aksara.