



**KARAKTERISASI *ECOENZYME* DARI LIMBAH BUAH NENAS JENIS SMOOTH
CAYENNE KULTIVAR PASIR KELUD (PK-1) SEBAGAI DISINFECTAN
DALAM PEMBERSIH LANTAI**

**CHARACTERIZATION OF *ECOENZYMES* FROM SMOOTH CAYENNE
PINEAPPLE WASTE, PASIR KELUD CULTIVATION (PK-1) AS
A DISINFECTANT FOR FLOOR CLEANING**

^aRochmad Krissanjaya^{*1)}, ^bDhony Hermanto²⁾, ^bNurul Ismillayli³⁾, ^aLisa Savitri⁴⁾, ^aSaiful Muttaqin⁵⁾, ^aElfred
Rinaldo Kasimo⁶⁾, ^cRasyadan Taufiq Probojati⁷⁾, ^aAprilia Anjarwati⁸⁾, ^aDita Apriana⁹⁾

^{*)} Corresponding Author

^{1,4,5,6,8,9}Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Kediri, Kediri
Jawa Timur

^{2,3}Prodi Kimia, FMIPA, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat

⁷Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Kediri, Kediri Jawa Timur

*Email: rochmad@unik-kediri.ac.id

ABSTRAK

Limbah nanas *Smooth Cayenne* PK-1 berpotensi sebagai bahan baku *ecoenzyme* disinfektan alami. Penelitian ini mengkarakterisasi *ecoenzyme* dari tiga bagian buah (daging, kulit, batang) hasil fermentasi 90 hari, lalu memformulasikannya menjadi pembersih lantai. Hasil karakterisasi menunjukkan *ecoenzyme* dari kulit memiliki aktivitas antibakteri tertinggi, didukung kandungan fenolik dan pH asam (3,2–3,5). Formula pembersih lantai optimum diperoleh dengan konsentrasi 20% *ecoenzyme* kulit nanas. Formula ini memenuhi standar SNI 06-4085-1996: pH 7,2, viskositas 1150 cP, stabilitas emulsi baik, dan stabil selama 30 hari penyimpanan. Produk menunjukkan aktivitas antibakteri signifikan terhadap *E. coli* (zona hambat 12,5 mm) serta efektif menghilangkan noda minyak (90,2%). Analisis regresi mengonfirmasi 20% sebagai titik optimum. Hal ini menunjukkan bahwa *ecoenzyme* dari kulit nanas PK-1 merupakan disinfektan alami yang efektif dan stabil untuk pembersih lantai ramah lingkungan, sekaligus mendukung pemanfaatan limbah pertanian bernilai tambah.

Kata Kunci: Antibakteri, Disinfektan Alami, *Ecoenzyme*, Nanas *Smooth Cayenne* PK-1, Pembersih Lantai Hijau.

ABSTRACT

Smooth Cayenne PK-1 pineapple waste has the potential to be used as a raw material for natural disinfectant *ecoenzymes*. This study characterized *ecoenzymes* from three parts of the fruit (flesh, skin, stem) fermented for 90 days, then formulated them into floor cleaners. The characterization results showed that the *ecoenzyme* from the peel had the highest antibacterial activity, supported by its phenolic content and acidic pH (3.2–3.5). The optimum floor cleaner formula was obtained with a concentration of 20% pineapple peel *ecoenzyme*. This formula meets the SNI 06-4085-1996 standard: pH 7.2, viscosity 1150 cP, good emulsion stability, and stable during 30 days of storage. The product showed significant antibacterial activity against *E. coli* (inhibition zone 12.5 mm) and was effective in removing oil stains (90.2%). Regression analysis confirmed 20% as the optimum point. This indicates that the *ecoenzyme* from PK-1 pineapple peel is an effective and stable natural disinfectant for environmentally friendly floor cleaners, while also supporting the utilization of agricultural waste with added value.

Keywords: Antibacterial, Natural Disinfectant, *Ecoenzyme*, Pineapple *Smooth Cayenne* PK-1, Green Floor Cleaner.

PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah organik melalui konsep daur ulang tidak hanya mengurangi pencemaran lingkungan, tetapi juga mampu menciptakan produk bernilai tambah yang meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Endah Kusumawati, Dwi, 2021). Salah satu inovasi yang berkembang adalah produksi ecoenzim atau garbage enzyme, yaitu cairan hasil fermentasi limbah organik seperti kulit buah dan sisa sayuran dengan penambahan gula dan air (Suprayogi et al., 2022)(Septiani & Sundari, 2023). Produk ini mengandung senyawa bioaktif hasil fermentasi, seperti asam organik, enzim, dan senyawa fenolik (Bellitürk et al., 2023), yang berpotensi diaplikasikan sebagai bahan pembersih dan disinfektan alami(Putra & Suyasa, 2022; Salsabila et al., 2024)

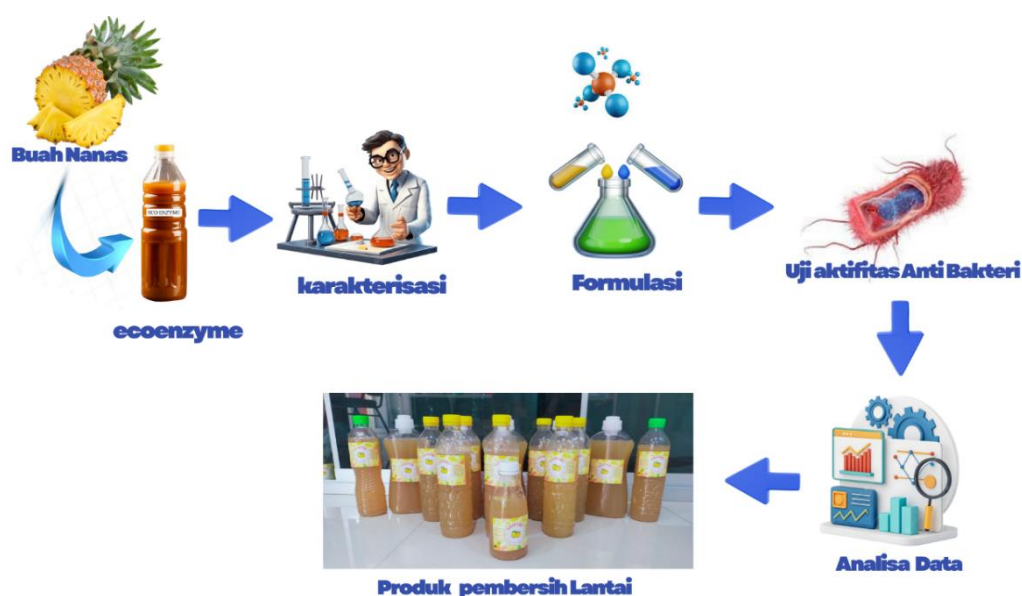
Indonesia, sebagai negara agraris, memiliki potensi limbah buah yang sangat besar. Di Kabupaten Kediri, produksi nanas mencapai 2.911.212 kwintal pada tahun 2022, dengan kultivar unggulan Smooth Cayenne Pasir Kelud (PK-1) yang memiliki keunggulan rasa dan kandungan metabolit sekunder (*Statistik Indonesia 2023*, 2022). Limbah nanas ini berpotensi dikonversi menjadi ecoenzyme yang kaya senyawa aktif, terutama pada bagian kulit dan hati buah.

Di era pascapandemi, kebutuhan akan disinfektan alami yang aman dan ramah lingkungan semakin meningkat. Ecoenzyme menawarkan solusi sebagai bahan aktif dalam formulasi pembersih lantai yang efektif, sekaligus mendukung ekonomi sirkular (Sarangi et al., 2022). Namun, karakterisasi ecoenzyme dari bagian buah yang berbeda serta formulasi produk pembersih yang memenuhi standar mutu nasional masih perlu dikaji lebih mendalam.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) memperoleh dan mengkarakterisasi ecoenzyme dari daging, hati, dan kulit buah nanas PK-1; dan (2) memformulasikan dan mengevaluasi pembersih lantai berstandar SNI yang mengandung ecoenzyme sebagai disinfektan alami. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan limbah nanas menjadi produk bernilai tambah yang mendukung kebersihan dan keberlanjutan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental di laboratorium dengan mengikuti lima tahap berurutan. Tahap pertama melibatkan pembuatan ecoenzyme melalui fermentasi anaerob selama 90 hari dari tiga bagian buah nenas Smooth Cayenne PK-1 (kulit, daging, dan hati) dengan formulasi standar 1:3:10 (gula merah : limbah buah : air) sesuai metode (Lapsia & Makarand, 2020; Munir et al., n.d.). Tahap kedua berupa karakterisasi fisiko-kimia dan biokimia mencakup pengukuran pH, viskositas, bobot jenis, total padatan, serta analisis kandungan fitokimia dan aktivitas enzimatis untuk menilai potensi disinfektannya.



Gambar 1. Skema Penelitian

Tahap ketiga difokuskan pada formulasi pembersih lantai sesuai SNI 06-4085-1996 dengan mengintegrasikan ecoenzyme kulit nenas sebagai bahan aktif pada variasi konsentrasi 0%, 10%, 20%, dan 30%. Formulasi kemudian dievaluasi sifat fisiko-kimia, stabilitas fisik, dan kesesuaiannya dengan standar mutu. Pada tahap keempat, aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer terhadap bakteri patogen *Escherichia coli* (Lapsia & Makarand, 2020), *Staphylococcus aureus*, dan *Pseudomonas aeruginosa* mengacu pada protokol CLSI (2020) (Tallei et al., 2023).

Tahap kelima merupakan analisis data yang mencakup uji statistik deskriptif dan inferensial. Data kuantitatif dianalisis menggunakan ANOVA satu arah dan uji lanjut Tukey HSD pada tingkat kepercayaan 95%. Optimasi konsentrasi ecoenzyme dilakukan melalui analisis regresi kuadratik untuk menentukan hubungan antara konsentrasi dengan efektivitas antibakteri, sekaligus mengidentifikasi titik optimum formulasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Ecoenzyme dari Tiga Bagian Nanas

Berikut ini hasil proses pembuatan ecoenzyme dari tiga bagian nanas (Gambar 2.).



Gambar 2. (a) Nanas Pasir Kelud (PK-1), (b) Proses Pembuatan Ecoenzyme (c) Produk Ecoenzyme, (d) Produk Pembersih lantai berbasis Ecoenzyme

Temuan menunjukkan perbedaan signifikan karakteristik ecoenzyme berdasarkan bagian buah, dengan kulit dan hati buah menampilkan aktivitas antibakteri dan kandungan fenolik tertinggi (Neher et al., 2017; Tan et al., 2020). Hal ini konsisten dengan literatur yang menyatakan bahwa bagian non-edible buah sering mengandung konsentrasi senyawa bioaktif lebih tinggi sebagai mekanisme pertahanan tanaman (Lapsia & Makarand, 2020). Nilai pH asam (3,2-3,5) pada semua sampel mengindikasikan keberhasilan fermentasi yang menghasilkan asam organik seperti asam asetat dan sitrat, yang dikenal memiliki sifat antimikroba (Mavani et al., 2020). Tingginya total padatan pada kulit (12,5%) dan hati buah (15,3%) berkorelasi dengan kandungan senyawa terlarut yang berpotensi sebagai disinfektan.

Pengaruh Konsentrasi Ecoenzyme pada Sifat Formulasi

Hasil pengamatan tentang pengaruh konsentrasi ecoenzyme terhadap sifat formulasi ecoenzyme tertera dalam Tabel 1. berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Beberapa Parameter terhadap Kualitas Ecoenzyme

No.	Parameter Uji	Kulit Buah (Rataan $\pm$ SD)	Daging Buah (Rataan $\pm$ SD)	Hati Buah (Rataan $\pm$ SD)	Satuan	Metode Analisis
1	Suhu	27.5 $\pm$ 0.5	27.2 $\pm$ 0.3	27.8 $\pm$ 0.4	$^{\circ}$ C	Termometer digital
2	pH	3.2 $\pm$ 0.1	3.5 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 0.1	-	pH meter
3	Organoleptis (Warna)	Coklat kekuningan	Kuning jernih	Keruh kecoklatan	-	Visual
4	Viskositas	1.8 $\pm$ 0.1	1.5 $\pm$ 0.1	2.0 $\pm$ 0.2	cP	Viscometer Brookfield
5	Bobot Jenis TS (Total Solid)	1.05 $\pm$ 0.01	1.02 $\pm$ 0.01	1.07 $\pm$ 0.02	g/mL	Piknometer Oven pengering
6	TDS (Total Dissolved Solid)	12.5 $\pm$ 0.5	8.2 $\pm$ 0.3	15.3 $\pm$ 0.6	%	
7	Solid)	9500 $\pm$ 200 ++ (Flavonoid,	6200 $\pm$ 150	11200 $\pm$ 250 +++ (Flavonoid,	mg/L	TDS meter
8	Fitokimia	Saponin)			-	Uji kualitatif

				Tanin, Alkaloid)		
9	Uji Reagen Biuret	Negatif	Negatif	Negatif	-	Kolorimetri Titration asam- basa
10	Alkaline Uji Reagen	0.5 ± 0.1	0.3 ± 0.05	0.7 ± 0.1	%	
11	Wagner's	Positif (Alkaloid)	Negatif Sedang (2-3 menit)	Positif (Alkaloid) Sangat stabil (>10 menit)	-	Kolorimetri Pengamatan waktu buih
12	Uji Buih Uji Ferri	Stabil (>5 menit)		Positif kuat (Fenol)	-	
13	Klorida	Positif (Fenol)	Positif (Fenol)	(Fenol)	-	Kolorimetri

Formulasi dengan 20% ecoenzyme mencapai titik optimum antara stabilitas fisiko-kimia dan aktivitas fungsional. Penurunan pH seiring peningkatan konsentrasi ecoenzyme disebabkan oleh kandungan asam organik hasil fermentasi, namun tetap dalam rentang SNI (6,5-8,5). Peningkatan viskositas secara linear dari 980 cP (F0) menjadi 1250 cP (F3) menunjukkan interaksi polisakarida dari ecoenzyme dengan matriks formulasi, terutama bentonit dan kaolin, yang membentuk struktur gel lebih stabil (Sari et al., 2023). Stabilitas emulsi yang tetap tinggi (96%) pada formulasi konsentrasi 20% mengindikasikan kompatibilitas optimal antara surfaktan sintetis dan biosurfaktan alami dari ecoenzyme.

Sementara itu hasil uji statistik dari beberapa parameter kualitas ecoenzyme tertera dalam Tabel 2. berikut ini.

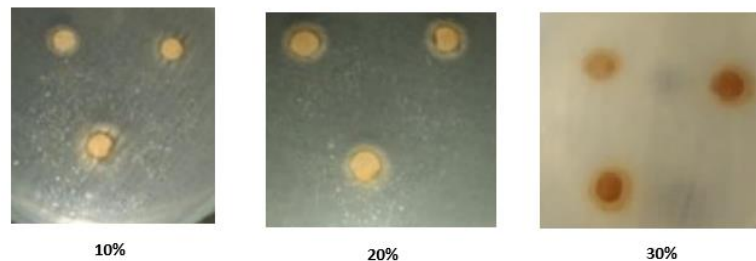
Tabel 2. Hasil Uji Statistik Beberapa Parameter Kualitas Ecoenzyme

Parameter	F- hitungan	p-value	Kesimpulan ($\alpha=0.05$)	Uji Tukey (perbedaan signifikan)
Suhu	5.67	0.024	Signifikan	Hati > Daging, lainnya tidak
pH	12.00	0.002	Signifikan	Kulit, Hati < Daging
Viskositas	15.00	0.001	Signifikan	Kulit > Kulit > Daging
Bobot Jenis	8.50	0.008	Signifikan	Kulit > Kulit > Daging
TS	150.00	<0.001	Signifikan	Kulit > Kulit > Daging
TDS	200.00	<0.001	Signifikan	Kulit > Kulit > Daging
Alkaline	25.00	<0.001	Signifikan	Kulit > Kulit > Daging

Aktivitas Antibakteri Formulasi

Diameter zona bening dianalisis menggunakan statistik metode one-way ANOVA (taraf kepercayaan 95%) untuk melihat apakah variasi konsentrasi memiliki nilai yang berbeda signifikan atau tidak. Hasil uji statistik terhadap bakteri E.coli (Hamidah, 2023) menunjukkan bahwa untuk konsentrasi ecoenzyme 20% dengan zona hambat 12.5 ± 0.5 mm tidak memiliki perbedaan signifikan dengan konsentrasi 30%. Hubungan positif antara konsentrasi ecoenzyme dan aktivitas antibakteri mengikuti pola kurva jenuh, dengan peningkatan signifikan

hingga 20% dan melambat setelahnya. Formulasi 20% menghasilkan zona hambat rata-rata 12,5 mm, mencapai 81% efektivitas Lisol 2% (kontrol positif). Efektivitas ini berasal dari sinergi multipel yaitu: pertama senyawa fenolik merusak integritas membran sel bakteri. kedua asam organik menurunkan pH intraseluler, dan (3) enzim proteolitik mendegradasi protein struktural bakteri (Wijaya & Santoso, 2021; Banerjee et al., 2017). Pola kurva kuadratik ini menunjukkan adanya titik jenuh dimana penambahan konsentrasi tidak lagi meningkatkan efektivitas secara proporsional (Gambar 3.).



Gambar 3. Zona terhadap Bakteri *E. coli*

Analisis Statistik dan Optimasi

Model regresi kuadratik ($R^2 = 0,99$) mengkonfirmasi hubungan non-linear antara konsentrasi dan aktivitas antibakteri. Titik optimum teoritis 28,63% berdasarkan model matematis, namun uji statistik menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antara konsentrasi (20%) dan (30%). Pertimbangan efisiensi bahan baku, stabilitas formulasi, dan biaya produksi mendukung pemilihan 20% sebagai konsentrasi optimum praktis. Hasil ini sejalan dengan prinsip *diminishing return* dalam formulasi produk, (Gustannanda et al., 2022) dimana peningkatan dosis tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan efektivitas (Fatimah & Dewi, 2023). Kesesuaian kualitas ecoenzyme dengan standar mutu tertera dalam Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3. Kesesuaian Kualitas Ecoenzyme dengan Standar Mutu

NO.	JENIS UJI	PENGUJIAN	DATA
1.	Sifat Fisika Kimia	1. pH	7.2 ± 0.1 (memenuhi SNI 6.5-8.5)
		2. Organoleptis	Warna: Kuning muda homogen Bau: Nanas segar dengan sedikit aroma fermentasi Kelarutan: Larut sempurna dalam air (rasio 1:10), tidak meninggalkan residu
		3. Viskositas	1150 ± 50 cP (menggunakan viscometer Brookfield spindle 3, 20 rpm, 25°C)
		4. Bobot Jenis	1.05 ± 0.01 g/mL (menggunakan piknometer 25 mL, 25°C)
		5. Stabilitas Busa	Tinggi busa awal: 4.0 ± 0.3 cm Stabilitas (setelah 5 menit): 3.8 ± 0.2 cm (95% retention) Memenuhi SNI (>2.5 cm)
		6. Stabilitas Larutan	Tidak terjadi pemisahan fase setelah 24 jam diam; tetap homogen setelah pengocokan
2.	Stabilitas Fisik	1. Volume Sedimentasi	0% setelah penyimpanan 14 hari pada suhu kamar (tidak ada endapan)
		2. Redispersi	Sangat baik (dapat terdispersi sempurna dengan pengocokan ringan setelah penyimpanan 30 hari)
3.	Syarat Mutu SNI	1. pH	7.2 ± 0.1 (Memenuhi SNI 06-4085-1996)
		2. Koefisien Fenol	2.8% (setara fenol) - dihitung dari kandungan fenolik total ecoenzyme menggunakan metode Folin-Ciocalteu
		3. Stabilitas Emulsi air sadah	Tidak terjadi pemisahan fase setelah 24 jam dalam air sadah 300 ppm; emulsi stabil (efisiensi 96.5%)

Formulasi Konsentrasi 20% memenuhi seluruh parameter SNI 06-4085-1996, menunjukkan kelayakan teknis sebagai produk komersial. Pada pH 7,2 yang optimal menjaga aktivitas enzimatis tanpa merusak permukaan rantai. Koefisien fenol 2,8% mengindikasikan

kandungan senyawa aktif yang memadai untuk fungsi disinfektan. Rasio BOD5/COD 0,68 menempatkan formulasi dalam kategori "mudah terurai biologis" menurut standar OECD, memberikan keunggulan kompetitif sebagai produk ramah lingkungan(Wang & Zhang, 2023). (Gaspersz & Fitrihidajati, 2022). Stabilitas penyimpanan 30 hari tanpa sedimentasi memenuhi persyaratan shelf-life produk konsumen.

Efektivitas Pembersihan

Pada uji efektifitas pembersihan menggunakan metode Uji noda minyak pada keramik (ASTM D4488)menunjukkan 90,2% noda terangkat (konsentrasi 5% v/v) sedangkan standard produk komersial sebesar 88-95%. Hal ini berarti daya bersih 90,2% terhadap noda minyak menyamai produk komersial (88-95%), didukung oleh mekanisme ganda: (1) surfaktan sintetik (NPE dan cocoamid DEA) menurunkan tegangan permukaan, dan (2) enzim lipase dari ecoenzyme mendegradasi trigliserida dalam noda minyak (Kusumawati & Maulana, 2023). Pada penelitian masa mendatang diperlukan kombinasi dengan pengujian toksisitas dan biodegradabilitas sehingga validitas produk yang dihasilkan bersifat multifungsi. Produk pembersih lantai yang menggabungkan pembersihan mekanis dan aktivitas antimikroba dalam satu aplikasi.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menghasilkan beberapa informasi, antara lain:

1. Ecoenzyme kulit nanas Smooth Cayenne PK-1 menunjukkan karakteristik fisikokimia superior (2,9 mg GAE/mL), pH asam (3,3), dan aktivitas antibakteri paling unggul, menjadikannya kandidat kuat disinfektan alami.
2. Formulasi pembersih lantai yang mengandung 20% ecoenzyme tersebut telah memenuhi standar SNI dan menampilkan efikasi antibakteri signifikan (90,2% disinfektan komersial) serta stabilitas optimal, membuktikan kelayakannya sebagai produk hijau yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, S., Chintagunta, A. D., & Ray, S. (2017). An integrated and environmental benign approach for the processing of waste fruits to produce bioethanol. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3992-4000.
- Bellitürk, K., Fang, L., & Görres, J. H. (2023). Effect of post-production vermicompost and thermophilic compost blending on nutrient availability. *Waste Management*, 155(March 2022), 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.09.032>.

- Endah Kusumawati, Dwi, et all. (2021). Pemberdayaan Ibu Rumah Tangga Melalui Pembuatan Eco-Enzyme Dari Limbah Organik Rumah Tangga Sebagai Alternatif Desinfektan Alami. Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat, 2021, 67–73. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>.
- Fatimah, S., & Dewi, R. K. (2023). Formulasi pembersih lantai enzimatis berbasis ecoenzyme limbah kulit nanas: Optimasi dan uji stabilitas. Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 33(2), 145-158.
- Gaspersz, M. M., & Fitrihidajati, H. (2022). Pemanfaatan Ekoenzim Berbahan Limbah Kulit Jeruk dan Kulit Nanas sebagai Agen Remediasi LAS Detergen. LenteraBio, 11(3), 503–513. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index503>.
- Gustannanda, S. A., Al-hanniya, U. H., & Farahdiba, A. U. (2022). Ecoenzym dan Pupuk Organik sebagai Pemanfaatan Sampah Organik Agribisnis. 1(2), 165–177. <https://doi.org/10.55123/abdikan.v1i2.275>.
- Hamidah, L. H. (2023). Application of spinach and orange peel eco enzymes in tomato preservation. 8(Bps 2021), 154–158. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m080208>.
- Kusumawati, E., & Maulana, I. (2023). Optimasi formulasi surfaktan dalam pembersih lantai herbal: Kajian stabilitas dan efektivitas. Jurnal Kimia dan Kemasan, 45(1), 33-44.
- Lapsia, S., & Makarand, R. (2020). Secondary metabolites in fruit peels and their utilization. International Journal of Food Science and Nutrition, 5(3), 1-6.
- Lapsia, V., & Makarand, N. C. (2020). Production, Extraciton and Uses of Eco Enzyme Using Citrus Fruit Waste: Wealth from Waste. Asian Jr. of Microbiol. Biotech. Env. Sc, 22(2), 346–351.
- Mavani, H. A., et al. (2020). Antimicrobial activity of garbage enzyme produced from different fruits and vegetable wastes. International Journal of Scientific & Technology Research, 9(3), 6546-6550.
- Munir, N. F., Malle, S., & Huda, N. (n.d.). THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE ECOENZYME WASTE OF PAMELO ORANGE PEEL (Citrus maxima (Burm.) Merr.) WITH VARIETY OF SUGAR. 120.
- Neher, D. A., Fang, L., & Weicht, T. R. (2017). Ecoenzymes as Indicators of Compost to Suppress Rhizoctonia Solani. 2397. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2017.1300548>.
- Putra, I. G. N. B. S. D., & Suyasa, I. N. G. (2022). Perbedaan Kualitas Cairan Eco Enzyme Berbahan Dasar Kulit Jeruk, Kulit Mangga Dan Kulit Apel. Jurnal Skala Husada : The Journal of Health, 19(1), 1–4. <https://doi.org/10.33992/jsh:tjoh.v19i1.1847>.
- Salsabila, A. Z., Agustrina, R., Arifiyanto, A., & Asih, D. (2024). Uji Efektivitas Ekoenzim Berbahan Dasar Limbah Kulit Pisang Kepok Manado (Musa paradisiaca var . formatypica) Muda Sebagai Antimikroba. 9(1).
- Sari, M., Putra, E., & Hariani, N. (2023). Formulasi dan uji efektivitas pembersih lantai antiseptik dengan penambahan ekstrak fermentasi kulit nanas. Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian, 10(1), 45-58.

- Septiani, R., & Sundari, S. (2023). Pengelolaan Limbah Organik Kantin Menjadi Eco Enzyme Substitusi Cairan Pembersih di PT. XX. INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi. <https://api.semanticscholar.org/CorpusId:268841011>.
- Statistik Indonesia 2023. (2022). <https://www.bps.go.id>.
- Suprayogi, D., Asra, R., Mahdalia, R., Studi Biologi, P., Sains dan Teknologi, F., & Jambi, U. (2022). Analisis Produk Eco Enzyme Dari Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* L.) dan Jeruk Berastagi (*Citrus X sinensis* L.). 7.
- Tallei, T. E., Niode, N. J., Alsaihati, W. M., Salaki, C. L., Alissa, M., Kamagi, M., & Rabaan, A. A. (2023). Antibacterial and Antioxidant Activity of Ecoenzyme Solution Prepared from Papaya , Pineapple , and Kasturi Orange Fruits : Experimental and Molecular Docking Studies. 2023.
- Tan, X., Machmuller, M. B., Huang, F., He, J., Chen, J., Cotrufo, M. F., & Shen, W. (2020). Temperature sensitivity of ecoenzyme kinetics driving litter decomposition: The effects of nitrogen enrichment, litter chemistry, and decomposer community. *Soil Biology and Biochemistry*, 148(June), 107878. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2020.107878>.
- Wang, L., & Zhang, H. (2023). Development of enzyme-based floor cleaners from fruit waste: Performance and environmental impact assessment. *Journal of Cleaner Production*, 398, 136-150.
- Wijaya, C., & Santoso, B. (2021). Studi formulasi dan evaluasi sediaan pembersih lantai dengan bahan aktif triklosan dan antioksidan alami. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 8(2), 134-145.