Jurnal Sains dan Edukasi Sains
Vol.8, No.2, Agustus 2025: 127-132
https://doi.org/10.24246/juses.v8i2p127-132

Pengaruh Eco-Enzyme Kulit Nanas dan Kulit Jeruk Purut Terhadap Perubahan Nilai pH, TDS, dan COD Limbah Cair Tahu

Lodia Pibo*, Faryda Veronica Lamma Koly, Martasiana Karbeka, Zakarias Adrianto Mautuka, Herianus Manimoy, Loth Botahala

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tribuada Kalabahi, Alor, Nusa Tenggara Timur

*email korespondensi: pibolodia1@gmail.com

Received: 16 Desember 2024; ***Revised***: 4 Maret 2025; ***Accepted***: 28 April 2025; ***Published***: 1 Agustus 2025

ABSTRAK

Salah satu alternatif dalam pengurangan pencemaran lingkungan akibat adanya limbah cair tahu yaitu penggunaan eco-enzyme sebagai agen bioremediasi. Eco-enzyme merupakan cairan filtrat hasil fermentasi bahan organik, gula molase, dan air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu dan konsentrasi terbaik eco-enzyme kulit nanas dan kulit jeruk purut dalam meningkatkan nilai pH, serta menurunkan nilai TDS dan COD limbah cair tahu. Metode penelitian yang digunakan yaitu eksperimen dengan konsentrasi eco-enzyme dan waktu penyimpanan sampel sebagai variabel bebas. Cairan/filtrat eco-enzyme kulit jeruk purut dan kulit nanas yang diperoleh memiliki karakteristik berwarna kuning kecokelatan, beraroma asam segar, memiliki nilai pH 6, TDS 113 mg.L^{-1}, dan COD 2.260 mg.L^{-1}. Limbah cair tahu sebelum perlakuan memiliki nilai pH 6, TDS 1.210 mg.L^{-1}, dan COD 1.340 mg.L^{-1}. Hasil pengamatan menunjukkan terjadi penurunan nilai pH hingga 4 pada sampel limbah cair tahu kontrol tanpa penambahan eco-enzyme setelah 20 hari penyimpanan. Hasil perlakuan penambahan eco-enzyme pada limbah cair tahu menunjukkan bahwa eco-enzyme dengan konsentrasi 10% selama 20 hari penyimpanan dapat meningkatkan nilai pH dari 4 menjadi 6. Eco-enzyme dengan konsentrasi 15% dengan penyimpanan selama 10 hari mampu menurunkan nilai COD dari sampel kontrol dengan COD 2.070 mg.L^{-1} menjadi 50 mg.L^{-1}. Penambahan eco-enzyme pada penelitian ini tidak menurunkan nilai TDS, namun meningkatkan nilai TDS (untuk penyimpanan 20 hari dari 945 mg.L^{-1} menjadi 1.220 mg.L^{-1}). Hal ini menunjukkan bahwa eco-enzyme memiliki potensi menurunkan nilai COD dan meningkatkan nilai pH karena memiliki kandungan enzyme yang berperan sebagai biokatalis yang mempercepat dekomposisi limbah cair tahu.

Kata-kata kunci: *Eco-enzyme; Kulit jeruk purut; Kulit nanas; Limbah cair tahu; Pencemaran lingkungan*

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat baik sebagai lauk pendamping nasi maupun camilan. Selain memiliki cita rasa yang enak, tahu juga dikenal sebagai sumber protein dengan harga yang relatif terjangkau. Tahu dibuat dari kedelai melalui proses produksi yang menghasilkan limbah padat dan limbah cair yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah padat dari industri tahu berupa ampas berwarna putih kental yang oleh masyarakat di Alor sering dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Sementara itu, limbah cair tahu, yang berasal dari beberapa tahapan produksi seperti pencucian kedelai, pemisahan air dadih dari gumpalan tahu, proses perendaman dan pencetakan, serta pembersihan peralatan, langsung dibuang ke lingkungan tanpa pengolahan khusus terlebih dahulu (Atakari et al., 2020). Limbah cair ini mengandung bahan organik (C-organik) yang dapat menurunkan kualitas air di lingkungan seperti parameter pH, TDS, dan COD (Pagoray *et al*., 2021).

Berdasarkan undang-undang (UU) No.32 tahun 2009, tentang pengelolaan lingkungan hidup, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 tahun 2014, ambang batas yang diperbolehkan untuk limbah cair industri tahu yaitu nilai COD maksimal 300 mg.L^{-1}, pH dalam retang 6-9, dan TDS tidak lebih dari 2000 mg.L^{-1}. Limbah cair tahu mengandung bahan organik berupa protein (40%-60%), karbohidrat (25%-50%), dan lemak (sekitar 10%) (Amalia et al., 2022). Seiring bertambahnya volume limbah setiap kali produksi, pengelolaannya menjadi semakin sulit, terutama karena beberapa zat dalam limbah tersebut sulit diuraikan oleh mikroorganisme (Normila et al., 2024). Jika tidak dikelola dengan baik dan langsung dibuang ke perairan, limbah ini dapat mempengaruhi sifat fisik dan kimia air, yang pada akhirnya berdampak negatif terhadap ekosistem perairan (Susanto et al., 2025).

Pengurangan dampak pencemaran akibat limbah tahu diperlukan melalui metode pengolahan yang efektif, hemat biaya, mudah diterapkan, dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu pemanfaatan *eco-enzyme*, yaitu larutan fermentasi dari bahan organik yang mampu mempercepat proses degradasi senyawa dalam limbah cair tahu. Konsep *eco-enzyme* pertama kali dikembangkan oleh Dr. Rosukon dari Thailand pada tahun 2006. *Eco-enzyme* dibuat melalui fermentasi bahan organik sisa seperti kulit buah atau sayuran, gula molase, dan air. Produk hasil fermentasi ini mengandung berbagai enzim, seperti protease, lipase, dan amilase, yang berperan dalam penguraian protein, lemak, dan karbohidrat dalam limbah (Gaspersz & Fitrihidajati, 2022).

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan dalam pembuatan *eco-enzyme* yaitu kombinasi kulit nanas dan kulit jeruk purut. Kulit nanas diketahui mengandung senyawa aktif seperti flavonoid, enzim bromelin, vitamin C, dan antosianin yang memiliki sifat antibakteri (Rini, 2016). Bromelon, tergolong enzim protease, mampu menghidrolisis protein menjadi peptida atau asam amino yang lebih sederhana (Wikaningrum & El Dabo, 2022). Sementara itu, kulit jeruk purut mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan saponin, yang juga berpotensi dalam proses degradasi limbah organik (Nabilla & Indrayudha, 2019). Dengan pemanfaatan *eco-enzyme*, industri tahu dapat mengolah limbah cair secara lebih ramah lingkungan, sekaligus mengurangi dampak pencemaran terhadap perairan.

EKSPERIMEN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jerigen plastik berkapasitas 5 liter, selang transparan, botol air mineral, timbangan digital, pisau, wadah kecil untuk pencampuran bahan, saringan, kertas lakmus, TDS meter (HM digital TDS-3), pipet volume, gelas *beaker*, tabung reaksi, rak tabung. Instrumen yang digunakan untuk analisis COD mencakup COD reaktor dan spektrofotometer UV-Vis (HACH DR-3900, Kupang). Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kulit nanas, kulit jeruk purut, gula merah, air, limbah cair tahu, H_2SO_4 pekat, *eco-enzyme*, serta reagen untuk analsisis COD, yaitu H_2SO_4 dan $K_2Cr_2O_7$.

Prosedur Kerja

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yang dimulai dengan pembuatan *eco-enzyme*. Proses pembuatan *eco-enzyme* dilakukan dalam wadah plastik sebagai penampung dengan mencampurkan bahan organik (kulit nanas dan kulit jeruk purut), gula, dan air dengan perbandingan 3:1:10. Campuran tersebut kemudian ditutup rapat dan difermentasi selama tiga bulan. Setelah fermentasi selesai, dilakukan penyaringan *eco-enzyme* untuk diperoleh filtrat sebagai cairan *eco-enzyme*. Sebelum pengujian kepada limbah cair tahu, cairan *eco-enzyme* dikarakterisasi. Selanjutnya, larutan *eco-enzyme* dicampur dengan limbah cair tahu pada lima reaktor (botol). Setiap reaktor diisi dengan 1.000 mL limbah cair tahu, lalu ditambahkan *eco-enzyme* dengan konsentrasi yang berbeda, yaitu 0% (K), 5% (SE5), 10% (SE10), 15% (SE15), dan 20% (SE20). Campuran dalam masing-masing reaktor dihomogenkan sebelum ditutup. Pengujian terhadap nilai pH, TDS, dan COD dilakukan pada hari ke-10, 15, dan 20 untuk mengevaluasi efektivitas *eco-enzyme* dalam mengolah limbah cair tahu.

HASIL DAN DISKUSI

Eco-enzyme Kulit Nanas dan Jeruk Purut (EKNJP)

Eco-enzyme yang dibuat dari limbah kulit nanas dan kulit jeruk purut menghasilkan cairan filtrat fermentasi berwarna kuning kecoklatan dengan aroma asam segar khas fermentasi (**Gambar 1**). Karakteristik dari *eco-enzyme* yang dihasilkan yaitu memiliki pH 6, TDS 113 $mg.L^{-1}$, dan COD 2.260 $mg.L^{-1}$.



Gambar 1. Cairan filtrat eco-enzyme dan residu/ampas

Selama proses fermentasi, terjadi dekomposisi senyawa organik dari kulit nanas, kulit jeruk purut, dan gula menjadi senyawa alkohol, yang kemudian mengalami oksidasi dan berubah menjadi senyawa asam (Surya, 2024). Persamaan reaksi kimianya yaitu:

$$H_2O + \text{kulit buah} + C_{12}H_{22}O_{11} \xrightarrow{Saccharomyces\ cerevisiae} R\text{-}OH \quad (1)$$

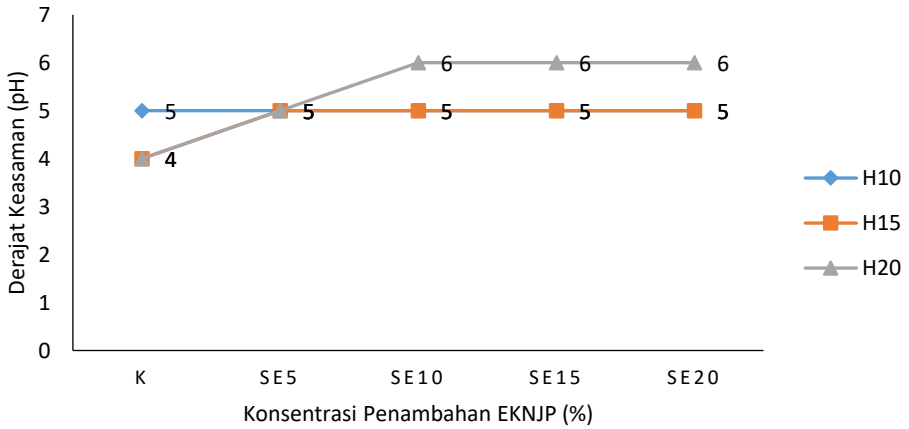
$$R\text{-}OH + {}^{1}/_{2}\ O_2 \xrightarrow{Acetobacter\ aceri} R\text{-}CHO \quad (2)$$

$$R\text{-}CHO + {}^{1}/_{2}\ O_2 \xrightarrow{Acetobacter} R\text{-}COOH \quad (3)$$

Proses reaksi tersebut melibatkan oksidasi alkohol (R-OH) dengan oksigen (O_2) menjadi asetaldehid (R-CHO), yang kemudian mengalami oksidasi lebih lanjut menjadi asam organik. Enzim protease, lipase, dan amilase yang terkandung pada *eco-enzyme* berperan dalam mempercepat penguraian protein, lemak, dan karbohidrat yang terdapat dalam limbah (Widyastuti et al., 2023), serta mencegah pertumbuhan bakteri patogen (Matriana et al., 2022).

Pengaruh EKNJP terhadap pH Limbah Cair Tahu (LCT)

Limbah cair tahu sebelum perlakuan memiliki pH awal sebesar 6. Sebagai kontrol (0%), penyimpanan LCT tanpa penambahan EKNJP selama 10 hari menyebabkan penurunan nilai pH menjadi 5, sedangkan pada hari ke-15 dan ke-20, pH turun lebih lanjut menjadi 4. Penurunan pH atau peningkatan keasaman ini disebabkan oleh proses fermentasi alami yang berlangsung dalam LCT. Fermentasi diawali dengan hidrolisis zat organik, seperti protein, karbohidrat, dan lemak oleh mikroorganisme (Yudhistira et al., 2016). Proses selanjutnya ialah pengasaman, di mana zat-zat organik yang telah dihidrolisis mengalami konversi menjadi asam-asam organik, sehingga meningkatkan keasaman limbah seiring waktu. Tingkat keasaman yang tinggi pada limbah cair tahu dapat mencemari lingkungan, terutama dengan merusak keseimbangan ekosistem perairan. Perubahan nilai pH pada setiap waktu tinggal dapat dilihat pada **Gambar 2**.



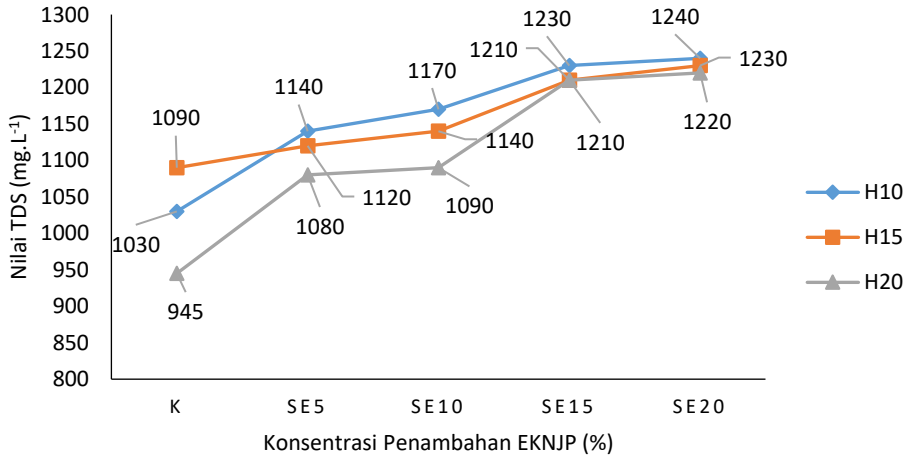
Gambar 2. Hasil pengamatan nilai pH hari ke-10, 15, dan 20 (dalam $mg.L^{-1}$)

Setelah penambahan EKNJP dengan konsentrasi 5%, LCT memiliki nilai pH 5 pada hari ke-10, 15, dan 20. Pada sampel dengan penambahan EKNJP 10%, pH tetap berada di angka 5 pada hari ke-10 dan 15, namun meningkat menjadi 6 pada hari ke-20. Kenaikan pH pada hari ke-20 ini juga terjadi pada sampel LCT dengan penambahan EKNJP dengan konsentrasi 15% dan 20%. Berdasarkan **Gambar 2**, dapat diamati bahwa LCT

tanpa penambahan EKNJP mengalami penurunan pH seiring waktu penyimpanan, menunjukkan keasaman akibat proses fermentasi alami. Sebaliknya, pada sampel LCT setelah penambahan EKNJP, pH cenderung meningkat seiring waktu. Hal ini disebabkan oleh senyawa asam dalam *eco-enzyme* berinteraksi dengan komponen lain dalam limbah (Aris et al., 2021), khususnya senyawa-senyawa yang berpengaruh dalam peningkatan parameter TDS pada pembahasan selanjutnya.

Pengaruh EKNJP terhadap TDS Limbah Cair Tahu (LCT)

Limbah cair tahu memiliki nilai TDS awal sebesar 1.210 mg.L^{-1}. Sebagai kontrol (K), penyimpanan LCT sebelum penambahan EKNJP selama 10 hari menyebabkan penurunan TDS menjadi 1.030 mg.L^{-1}, namun nilai tersebut kembali meningkat menjadi 1.090 mg.L^{-1} pada hari ke-15. Kenaikan nilai TDS ini disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang menghidrolisis zat organik yang sebelumnya tidak larut menjadi larut dalam limbah. Sebaliknya, pada hari ke-20, nilai TDS mengalami penurunan menjadi 954 mg.L^{-1}. Hal ini terjadi karena proses pengendapan partikel dalam limbah, yang menyebabkan berkurangnya jumlah zat terlarut dalam larutan (Rini, 2016). Perubahan nilai TDS pada setiap waktu tinggal dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Hasil pengamatan nilai TDS hari ke-10, 15, dan 20 (dalam mg.L^{-1})

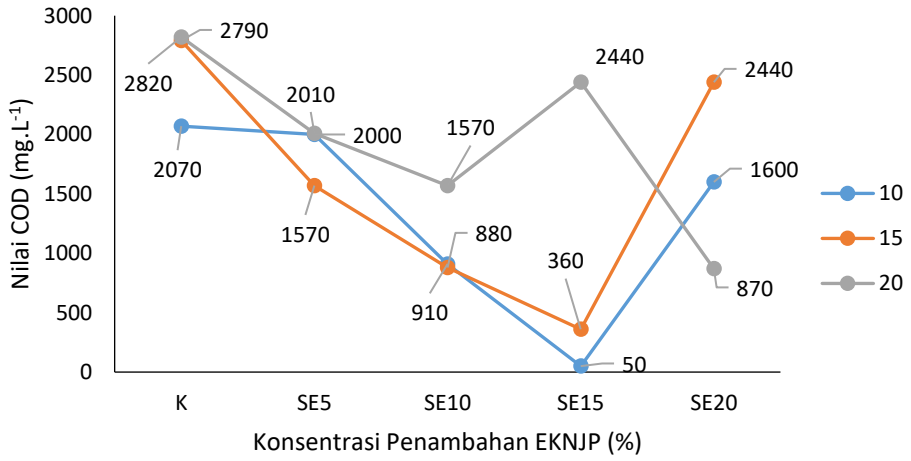
Berdasarkan **Gambar 3**, dapat diamati bahwa nilai TDS limbah cair tahu cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi *eco-enzyme*. Hal ini disebabkan oleh kandungan padatan terlarut dalam *eco-enzyme* itu sendiri, yang memiliki nilai TDS awal 113 mg.L^{-1}. Ketika EKNJP ditambahkan ke dalam LCT, senyawa terlarut yang terkandung di dalamnya berkontribusi terhadap peningkatan TDS dari LCT.

Pengaruh EKNJP terhadap COD Limbah Cair Tahu (LCT)

Limbah cair tahu memiliki nilai COD awal sebesar 1.340 mg.L^{-1}. Sebagai kontrol (K), penyimpanan LCT tanpa penambahan EKNJP selama 10 hari menyebabkan peningkatan nilai COD menjadi 2.070 mg.L.$^{-1}$. Pada hari ke-15, nilai COD terus meningkat menjadi 2.790 mg.L^{-1}, dan pada hari ke-20 mencapai 2.820 mg.L^{-1}. Peningkatan nilai COD ini menunjukkan menunjukkan bahwa semakin banyak oksigen yang diperlukan untuk menguraikan bahan organik dalam limbah, sehingga ketersediaan oksigen bagi biota air semakin berkurang (Yudhistira et al., 2016). Dengan kata lain, semakin lama waktu penyimpanan, nilai COD cenderung semakin tinggi. Perubahan parameter COD selama penyimpanan dapat dilihat pada **Gambar 4**.

Penurunan kadar COD yang paling signifikan terjadi pada sampel dengan penambahan 15% EKNJP setelah 10 hari penyimpanan, dimana COD turun menjadi 50 mg.L^{-1}. Proses degradasi ini terjadi karena EKNJP mengandung enzim seperti amilase, protease, dan lipase yang berperan sebagai katalisator dalam menguraikan bahan organik kompleks menjadi lebih sederhana (Putri, 2024). Selama waktu pengujian, nilai COD menunjukkan fluktuasi. Oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi juga bereaksi dengan asam asetat yang terbentuk selama fermentasi. Seiring waktu, kadar asam asetat menurun akibat oksidasi atau degradasi oleh oksigen dari udara, menghasilkan karbon dioksida (CO_2), dan air (H_2O), sesuai dengan reaksi berikut:

$$CH_3COOH + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad (4)$$



Gambar 4. Hasil pengamatan nilai COD hari ke-10, 15 dan 20 (dalam mg.L^{-1})

Penurunan kadar COD yang paling signifikan terjadi pada sampel dengan penambahan 15% EKNJP setelah 10 hari penyimpanan, dimana COD turun menjadi 50 mg.L^{-1}. Proses degradasi ini terjadi karena EKNJP mengandung enzim seperti amilase, protease, dan lipase yang berperan sebagai katalisator dalam menguraikan bahan organik kompleks menjadi lebih sederhana (Putri, 2024). Selama waktu pengujian, nilai COD menunjukkan fluktuasi. Oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi juga bereaksi dengan asam asetat yang terbentuk selama fermentasi. Seiring waktu, kadar asam asetat menurun akibat oksidasi atau degradasi oleh oksigen dari udara, menghasilkan karbon dioksida (CO_2) dan air (H_2O), sesuai dengan reaksi berikut:

$$CH_3COOH + O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad (4)$$

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014, batas baku mutu air limbah tahu untuk parameter COD adalah 200 mg/L. Dari hasil penelitian ini, Kadar COD dalam limbah cair tahu dapat memenuhi standar tersebut pada perlakuan dengan penambahan 15% *eco-enzyme* setelah 10 hari penyimpanan, yang menunjukkan penurunan COD sebesar 50 mg/L. Meskipun penambahan *eco-enzyme* pada berbagai konsentrasi dapat menurunkan nilai COD pada setiap waktu tinggal, dalam beberapa kondisi, penurunannya masih belum mencapai baku mutu yang ditetapkan.

KESIMPULAN

Hasil pengamatan menunjukkan terjadi penurunan nilai pH hingga 4 pada sampel limbah cair tahu kontrol tanpa penambahan *eco-enzyme* setelah penyimpanan hingga hari ke-20. Hasil perlakuan penambahan *eco-enzyme* pada limbah cair tahu menunjukkan bahwa *eco-enzyme* dengan konsentrasi 10% selama 20 hari penyimpanan dapat meningkatkan nilai pH dari 4 menjadi 6. *Eco-enzyme* dengan konsentrasi 15% dengan penyimpanan selama 10 hari mampu menurunkan nilai COD dari sampel kontrol dengan COD 2.070 mg.L^{-1} menjadi 50 mg.L^{-1}. Penambahan *eco-enzyme* pada penelitian ini tidak menurunkan nilai TDS, namun meningkatkan nilai TDS (untuk penyimpanan 20 hari dari 945 mg.L^{-1} menjadi 1.220 mg.L^{-1}). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya penambahan zat terlarut dari *eco-enzyme* itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan langkah tambahan, seperti proses sentrifugasi LCT, sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut menggunakan *eco-enzyme*, dengan tujuan mengoptimalkan efektivitas pengolahan limbah. *Eco-enzyme* memiliki potensi menurunkan nilai COD dan meningkatkan nilai pH karena memiliki kandungan *eco-enzyme* yang berperan sebagai biokatalis yang mempercepat dekomposisi limbah cair tahu.

DAFTAR PUSTAKA

Amalia, R. N., Devy, S. D., Kurniawan, A. S., Hasanah, N., Destephani, E., Anis, D., Ratnawati, A., Fadil, F. M., Syarif, N. A., & Arsi, G. (2022). *Potensi Limbah Cair Tahu sebagai Pupuk Organik Cair di RT . 31 Kelurahan Lempake Kota Samarinda*. *1*(1).

Aris, B. S., Rudi, R., & Lasarido, L. (2021). Pengelolaan Limbah Industri Tahu Menggunakan Berbagai Jenis

Tanaman Dengan Metode Fitoremediasi. *Agrifor*, *20*(2), 257. https://doi.org/10.31293/agrifor.v20i2.5621

Atakari, S. A., Mautuka, Z., Karbeka, M., & Botahala, L. (2020). Analysis of the effect of tofu industrial waste on dug well water quality. *Farmasains*, *5*(2), 91–95. https://doi.org/10.22219/farmasains.v5i2.13298

Cantika, V., & Surya, P. (2024). *Pengaplikasian eco-enzyme untuk menurunkan kadar nitrat dalam pengolahan air limbah industri tahu di yogyakarta*.

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.

Hikmatriana, M., Fitra Firnadi, N., Nurhidayanti, N., Lingkungan, T., Teknik, F., & Pelita Bangsa, U. (2022). Pembuatan Dan Analisis Eco Enzyme Dengan Memanfaatkan Limbah Rumah Tangga. *Sains Dan Teknologi*, *1*(1), 479–482.

Nabilla, I. I., & Indrayudha, P. (2019). *Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol , Fraksi Etanol , Etil-Asetat , dan Heksana Kulit Jeruk Purut (Citrus hystrix DC .) terhadap Sel Kanker Payudara T47D Cytotoxic Activity of Ethanolic Extract , Ethanolic , Acetic Acid and Hexane Fraction of Kaffir lime*. *16*(1), 11–17.

Normila, Agustina, U., Setyaningrum, D., Dewi, N. I. K., Danar, Dewi, R. W. K., Rachmat, B., Irawati, H., Rapi, N. L., Akbar, S. A., Botahala, L., Athaillah, T., Noviarmi, F. S. I., & Hasnah, F. (2024). *Pengelolaan Limbah* (A. Prodyanatasari (ed.); 1st ed.). CV. Future Science.

Pagoray, H., Sulistyawati, S., & Fitriyani, F. (2021). Limbah Cair Industri Tahu dan Dampaknya Terhadap Kualitas Air dan Biota Perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu*, *9*(1), 53–65. https://doi.org/10.36084/jpt..v9i1.312

Putri, A. R. (2024). *Aplikasi Eco-enzyme Sebagai Rekayasa Teknologi Berkelanjutan Dalam Pengolahan Air Limbah Industri di Yogyakarta* [Universitas Islam Indonesia]. https://dspace.uii.ac.id/bitstream/handle/123456789/50415/20513276.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rini, A. R. S. (2016). Pemanfaatan ekstrak kulit buah nanas (Ananas comosus L. Merr.) untuk sediaan gel hand sanitizer sebagai antibakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli. *Skripsi, Universitas Negeri Semarang*, 1–40.

Susanto, A., Nuraya, F. W., Botahala, L., Srisantyorini, T., Ferial, L., Fatimah, R., Nuraya, T., Dewi, P., & Winiastri, D. (2025). *Pencemaran Lingkungan Dan Kesehatan* (A. S. Nasution (ed.); 1st ed.). Future Science. https://book.futuresciencepress.com/store/index/FSPBs/catalog/book/index.php?id=175

Widyastuti, S., Sutrisno, J., Wiyarno, Y., Gunawan, W., & Nurhayati, I. (2023). Eco enzim untuk pengolahan air limbah tahu. *Jurnal WAKTU*, *21*(02), 51–59. https://doi.org/10.36456/waktu.v21i02.7260

Wikaningrum, T., & El Dabo, M. (2022). Eco-Enzyme Sebagai Rekayasa Teknologi Berkelanjutan Dalam Pengolahan Air Limbah. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, *7*(1), 53–64. https://doi.org/10.25105/pdk.v7i1.10738

Yudhistira, B., Andriani, M., & Utami, R. (2016). Karakterisasi: Limbah Cair Industri Tahu Dengan Koagulan Yang Berbeda (Asam Asetat Dan Kalsium Sulfat). *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, *31*(2), 137–145. https://doi.org/10.20961/carakatani.v31i2.11998