

## KAJIAN PERANAN EKO-ENZYM TERHADAP KELESTARIAN EKOSISTEM AIR SUNGAI

### STUDY OF THE ROLE OF ECO-ENZYMES IN SUSTAINING RIVER WATER ECOSYSTEMS

<sup>1</sup>Anselmus R. Radja<sup>1</sup>, Karina D. Goda<sup>2</sup>, Maria Alfonsa Ngaku<sup>3</sup>  
*Program Studi Biologi Terapan, Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa<sup>1,2</sup>*  
*Program Studi Agribisnis, Sekolah Tinggi Pertanian Flores Bajawa<sup>3</sup>*

#### ABSTRACT

Water can be polluted by various contaminants, including suspended solids, oil, heavy metals, detergents, dissolved solids, and so on. Therefore, water must go through a processing stage first before being used for certain purposes. An ecosystem is a level of organisms that is higher than a community, or is the unity of a community and its environment where interrelationships occur. In this case it does not only include a series of plant and animal species, but also all kinds of forms of matter that carry out cycles in the system as well as the energy that is the source of power. To obtain the energy and materials needed for life, all communities depend on the abiotic environment. To achieve the desired goals in accordance with the conditions and capabilities of existing resources, a water control plan requires a series of criteria and alternatives. Apart from that, cooperation from all parties in this matter (general public, industry and government) is very important. Eco-enzyme is a remediation agent that utilizes active enzymes and microorganisms produced during the fermentation process to degrade pollutants that are harmful to the environment.

*Keywords: eco-enzymes, sustainability, ecosystem, river water*

#### INTISARI

Air dapat tercemar oleh berbagai kontaminan antara lain padatan tersuspensi, minyak, logam berat, detergen, padatan terlarut, dan sebagainya. Oleh karena itu, air harus melewati tahap pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan tertentu. Ekosistem merupakan tingkat organisme yang lebih tinggi dari komunitas, atau merupakan kesatuan dari komunitas dengan lingkungannya tempat terjadinya antarhubungan. Dalam hal ini tidak hanya mencakup serangkaian spesies tumbuhan dan hewan saja, tetapi juga segala macam bentuk materi yang melakukan siklus dalam sistem itu serta energi yang menjadi sumber kekuatan. Untuk mendapatkan energi dan materi yang diperlukan untuk hidupnya semua komunitas bergantung kepada lingkungan abiotik. Untuk mencapai tujuan yang diinginkan sesuai dengan kondisi dan kemampuan sumber daya yang ada, rencana pengendalian air memerlukan serangkaian kriteria, dan alternatif. Selain itu kerjasama semua pihak dalam hal ini (masyarakat umum, industri, dan pemerintah) sangatlah penting. *Eco-enzyme* merupakan agen remediasi yang memanfaatkan enzim dan mikroorganisme aktif yang dihasilkan selama proses fermentasi untuk mendegradasi zat polutan yang berbahaya bagi lingkungan.

Kata kunci : eco-enzym, kelestarian, ekosistem, air sungai

---

<sup>1</sup> Correspondence author: Anselmus R. Radja. Email: [anselmusradja4@gmail.com](mailto:anselmusradja4@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Air bisa menjadi media penularan penyakit. Seiring dengan jumlah penduduk dunia yang semakin bertambah disertai aktivitas kehidupannya dapat menambah pencemaran air yang menjadi kebutuhan seluruh makhluk hidup. Air bersifat *universal solvent* (pelarut berbagai macam zat) oleh karena itu air sangat mudah tercemar oleh kondisi lingkungan (Kencanawati, 2017). Air dapat tercemar oleh berbagai kontaminan antara lain padatan tersuspensi, minyak, logam berat, detergen, padatan terlarut dan sebagainya (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2017). Oleh karena itu, air harus melewati tahap pengolahan terlebih dahulu sebelum digunakan untuk keperluan tertentu. Salah satu hal penting yang harus diperhatikan yaitu kebersihan sumber daya air terutama sumber daya air yang berasal dari air sungai. Sejauh ini air sungai sebagian besar mengalami kontaminasi limbah seiring dengan terus berkembangnya industri, perkembangan kota, dan aktivitas manusia. Jika hal ini terus terjadi maka besar kemungkinan pengendapan dan kekeruhan air sungai meningkat dan menurunkan kualitas air sungai. Konduktivitas air murni berkisar antara 0-200  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (*low conductivity*), konduktivitas sungai sungai besar/major berkisar antara 200-1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (*mid range conductivity*), dan air saline adalah 1000-10000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (*high conductivity*). Nilai konduktivitas untuk air layak minum sekitar 42-500  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$ . Nilai konduktivitas lebih dari 250  $\mu\text{mhos}/\text{cm}$  tidak dianjurkan karena dapat mengendap dan merusak batu ginjal (Khairunnas, 2018). Kemudian adanya bahan-bahan organik dalam air erat hubungannya dengan terjadinya perubahan sifat fisik dari air, terutama dengan timbulnya warna, bau, dan rasa serta kekeruhan yang tidak diinginkan. Adanya zat organik dalam air dapat diketahui dengan menentukan angka permanganatnya, hal ini berkaitan dengan total zat padat terlarut biasanya terdiri atas zat organik, garam anorganik, dan gas terlarut.

Bila total zat padat terlarut bertambah maka kesadahan akan naik pula.

Menurut Undang-undang Lingkungan Hidup (UULH, 1982) ekosistem adalah tatanama kesatuan secara utuh menyeluruh antar-segenap unsur lingkungan hidup yang saling memengaruhi. Dalam ekosistem terdapat makhluk hidup (biotik) dan lingkungan yang tidak hidup (abiotik). Ekosistem merupakan tingkat organisme yang lebih tinggi dari komunitas, atau merupakan kesatuan dari komunitas dengan lingkungannya di mana terjadi antarhubungan. Di sini tidak hanya mencakup serangkaian spesies tumbuhan dan hewan saja, tetapi juga segala macam bentuk materi yang melakukan siklus dalam sistem itu serta energi yang menjadi sumber kekuatan. Untuk mendapatkan energi dan materi yang diperlukan untuk hidupnya semua komunitas bergantung kepada lingkungan abiotik. Organisme produsen memerlukan energi, cahaya, oksigen, air, dan garam-garam yang semuanya diambil dari lingkungan abiotik.

Untuk mencapai tujuan yang diinginkan sesuai dengan kondisi dan kemampuan sumber daya yang ada, rencana pengendalian air memerlukan serangkaian kriteria dan alternatif. Pentingnya kerjasama semua pihak dalam topik ini (masyarakat umum, industri, dan pemerintah). Kebutuhan air bersih yang sangat mendesak mengharuskan masalah pencemaran air di Sub DAS Way Kedamaian perlu segera diatasi. Sebagai salah satu upaya mengatasi permasalahan tersebut adalah menanggulangi tingkat pencemaran air sungai dengan penambahan *eco-enzyme* (Andini, 2017).

*Eco-enzyme* merupakan agen remediasi yang memanfaatkan enzim dan mikroorganisme aktif yang dihasilkan selama proses fermentasi untuk mendegradasi zat polutan yang berbahaya bagi lingkungan. Produk *eco-enzyme* dapat dimanfaatkan sebagai racun pembasmi hama, penyubur tanaman, cairan pembersih lantai, penjernih air dan cairan pencuci piring (dicampur

dengan sedikit deterjen). Pada penelitian ini, *eco-enzyme* yang digunakan berbahan limbah kulit jeruk dan kulit nanas. Kulit nanas mengandung vitamin C, karotenoid, dan flavonoid. Selain itu kulit buah nanas mengandung tanin, saponin, steroid, fenol, karbohidrat, terpenoid, alkloid, fenol, antrakuinon, dan asam amino (Rini, 2016). Pada kulit buah jeruk terkandung vitamin dan mineral seperti vitamin C, protein, asam amino, nitrogen (N), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), belerang (S) dan yang paling tinggi justru yang terdapat pada bagian kulit jeruk jika dibandingkan dengan daging buah atau sari buah jeruk. *Eco-enzyme* berbahan kulit jeruk dan nanas menghasilkan enzim multi hidrolitik, seperti enzim amilase, protease, dan lipase yang mampu mendegradasi air limbah. Penggunaan *eco-enzyme* di perairan danau dilaporkan berhasil meningkatkan pH dari 6.7 menjadi 7.2 dan berhasil menurunkan konsentrasi Total Padatan Terlarut (TDS) dari 884 menjadi 745 mg/l, serta menurunkan padatan tersuspensi (TSS) dari 121 menjadi 47 mg/l. Penggunaan *eco-enzyme* dengan konsentasi 0.5% pada air drainase mampu menurunkan Biochemical Oxygen Demand (BOD) dari 690 menjadi 231 mg/l dan *Chemical Oxygen Demand* dari 537 menjadi 384 mg/l, nitrat dari 5.54 menjadi 3.39 mg/l dan penurunan Coliform sebesar 10%. Selain itu, penelitian *eco-enzyme* dari kulit buah jeruk dan nanas dapat menurunkan kadar LAS dari tinggi ke rendah dengan waktu inkubasi 5 hari. Dari uraian kalimat tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan kajian tentang peranan *eco-enzym* terhadap kelestarian ekosistem air sungai.

## METODE PENELITIAN

Studi ini merupakan kajian pustaka dengan metode pencarian pustaka yang relevan, kemudian dilakukan telaah dan dilaporkan secara narasi deskriptif. Pustaka yang digunakan dicari dengan menggunakan *search engine google* dengan kata kunci “eco enzyme”, “Ekosistem”, “Air Sungai”. Pustaka

tersebut kemudian dipelajari dengan seksama, dianalisis sesuai dengan kebutuhan studi dan disajikan secara narasi deskriptif.

Bahan pustaka yang didapat dari berbagai referensi tersebut dianalisis secara kritis dan mendalam agar dapat mendukung proposisi dan gagasan yang terkandung didalamnya. Pada tahap lanjut dilakukan pengolahan data dan atau pengutipan referensi untuk ditampilkan sebagai temuan penelitian, diabstraksikan untuk mendapatkan informasi yang utuh, dan diinterpretasikan sampai pada menghasilkan pengetahuan untuk penarikan kesimpulan (Darmalaksana, 2020).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Eco Enzym

Eco Enzyme merupakan hasil temuan peneliti dan pemerhati lingkungan dari Thailand bernama Dr. Rosukon Poompanvong. Beliau juga merupakan seorang pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand (*Organic Agriculture Association of Thailand*) dan mendapat penghargaan dari FAO Regional Thailand pada tahun 2003. Eco-Enzym adalah cairan multifungsi yang dihasilkan dari proses fermentasi 3 bulan dengan bahan sederhana, gula merah/tetes tebu, limbah atau sampah organik dengan menggunakan komposisi 1:3:10. Selama proses fermentasi *eco-enzym* akan menghasilkan ozon dan oksigen yang setara dengan yang dihasilkan oleh 10 pohon. Beberapa manfaat *eco-enzym* adalah dapat membersihkan sungai yang tercemar, antiseptik, menyuburkan tanah, dan pengganti produk kimia rumah tangga harian.

Eco enzyme merupakan cairan fermentasi dari sampah rumah tangga yang pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Rasukon Poompanvong dari Thailand. Eco enzyme sendiri memiliki banyak sekali fungsi, di antaranya sebagai pembantu pertumbuhan tanaman organik, mengurangi sampah, sebagai bahan pembersih, hingga kegunaannya di bidang farmasi (Rohmah et al., 2020). Gula yang direkomendasikan untuk pembuatan larutan *eco-enzyme* adalah gula

merah sedangkan untuk sampah organik direkomendasikan sampah dan buah sayur dengan keadaan tidak terlalu kering. Penggunaan bahan ini perlu diperhatikan karena akan memengaruhi hasil akhir dari produk eco-enzyme itu sendiri. Proses fermentasi eco-enzyme yang biasanya dilakukan terjadi selama 3 bulan (Patel *et al.*, 2021). Selama bulan pertama fermentasi, alkohol akan dilepaskan, sehingga akan tercium bau alkohol dari larutan eco-enzyme. Pada bulan kedua, akan tercium bau asam, yang merupakan bau asam asetat. Dengan banyak senyawa seperti mineral dan vitamin, akan terus mengalami pengrusakan yang menghasilkan enzim. Durasi minimum yang disarankan adalah 3 bulan. Setelah selesai difermentasi, produk fermentasi eco enzyme akan memiliki aktivitas mikroba yang tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menghambat pertumbuhan mikroba (Arifin *et al.*, 2009; Muliarta & Darmawan, 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa karakteristik eco-enzyme berbahan limbah kulit jeruk setelah fermentasi tiga bulan memiliki PH sebesar 4,2 yang dapat dikatakan asam. Selama proses fermentasi didapatkan senyawa asam volatile dan asam organik yang berasal dari kulit buah-buahan. Gula merah yang ditambahkan juga dipercaya mengandung senyawa organik yang tinggi. Pada fermentasi eco enzyme, terdapat faktor-faktor yang harus diperhatikan antara lain waktu, suhu, PH, sumber karbon, dan sumber nitrogen (Larasati *et al.*, 2020).

Eco-Enzym berperan penting dalam kelestarian ekosistem air, selain digunakan sebagai pengharum ruangan, dan detergen, namun eco-enzym juga berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan salah satunya adalah menjaga jelestarian ekosistem air sungai.

#### **Manfaat Eco Enzym terhadap ekosistem air sungai**

Eco-enzyme merupakan produk multi fungsi yang bisa digunakan pada lingkup rumah tangga, kesehatan, agrikultur,

peternakan, dan lain-lain. Eco-enzyme merupakan cairan ajaib, walaupun terbuat dari tiga bahan dasar saja namun manfaatnya sangat ramah lingkungan misalnya, dalam proses produksi eco-enzyme menghasilkan gas O<sub>3</sub> (sama dengan menanam 10 pohon), cairan eco-enzyme dapat memurnikan air sungai yang terkontaminasi, sebagai antiseptik dan menyuburkan tanah. Eco-enzyme merupakan cairan yang bersifat alami dan dapat dijadikan bahan pembersih rumah, maupun sebagai pupuk alami dan pestisida yang efektif juga membantu pertumbuhan tanaman organik, sehat, menjernihkan air, mengurangi sampah, dan sebagai sabun pencuci piring (Arun & Sivashanmugam, 2014).

Eco-enzyme dapat membunuh kuman, bakteri, dan virus karena memiliki kandungan asam asetat dan alkohol. Eco-enzyme juga mengandung asam asetat yang dapat menghancurkan organisme, sehingga dapat digunakan sebagai insektisida dan pestisida. Eco-enzyme yang terbuat dari campuran kulit nanas dan kulit jeruk juga mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis*. Eco-enzyme mengandung enzim lipase, amilase, dan tripsin. Enzim-enzim tersebut memiliki sifat biokatalisator yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi zat pencemar pada air limbah.

Adapun manfaat yang bisa diperoleh dari eco-enzyme yang multifungsi ini adalah sebagai berikut.

1. Menghemat uang, dengan mengubah sampah dapur menjadi pembersih dapur alami, dan lain-lain.
2. Multi fungsi:
  - a. Penjernih udara, mampu menghilangkan bau, mengurai racun yang dihasilkan dari asap rokok, kendaraan, zat kimiawi dari penggunaan produk rumah tangga.
  - b. Pengharum ruangan.
  - c. Penjernih air, di sini enzim yang mengalir ke air akan secara

- otomatis menjernihkan air parit dan laut.
- d. Mencegah saluran air tersumbat, dengan mengurai sisa buangan yang tersangkut di septik tank rumah.
- e. Pestisida alami, mampu mengusir nyamuk, lalat, kecoa, tikus, dan lain-lain.
- f. Pembersih kompor dan area dapur, pembersih kuningan.
- g. Pupuk organik.
- h. Deterjen, sabun mencuci piring, cairan mengepel lantai, pembersih kamar mandi.
- i. Produk kesehatan

Adapun cara yang dilakukan dalam melestarikan ekosistem air sungai adalah dengan cara: larutan eco-enzym yang sudah siap dicampurkan 30 ml eco-enzyme ke dalam 2 liter air. Kemudian dimasukkan campuran larutan air dan eco enzyme ini ke dalam botol semprot atau wadah. Kemudian dituangkan larutan eco enzyme ke air sungai yang tercemar. Namun, perlu dihindari menggunakan 100% larutan eco enzyme ke tanah, tanaman, dan air yang tercemar. Hal ini dapat menyebabkan kematian atau kerusakan ekosistem yang ada di perairan sungai. Pemberian eco-enzyme dalam dosis yang tidak sesuai atau untuk jangka waktu yang terlalu singkat mungkin tidak cukup untuk mengatasi pencemaran yang ada dalam air sungai. Proses penguraian polutan memerlukan waktu dan dosis yang sesuai untuk mencapai hasil yang signifikan.

#### **Potensi Penggunaan Eco-Enzym untuk Kelestarian Ekosistem Air Tawar**

Aplikasi eco-enzyme pada air sungai dilaporkan berhasil dalam menurunkan total solid dari 884 ke 745 mg/l, TSS dari 121 ke 47 mg/l., dan tidak memengaruhi kadar klorida. Tata laksana dengan eco-enzyme 0,5% pada saluran drainage menghasilkan penurunan kadar BOD dari 690 ke 231 mg/l dan COD dari 537 ke 384 mg/l, nitrat dari 5.54 ke 3.39 mg/l, dan penurunan coliform

sebanyak 10% (Kumar *et al.*, 2019; Wikaningrum *et al.*, 2023). Aplikasi eco-enzyme sebagai tata laksana limbah dengan variasi konsentrasi 0%, 5%, 10%, 20%, dan 25% setelah 5 hari menghasilkan penurunan TS, TSS, dan TDS. Selain itu eco-enzyme yang berasal dari kulit jeruk sebagai tata laksana limbah setelah 5 hari menunjukkan efektivitas yang baik dengan menurunkan TS, TDS, TSS, dan BOD (Hemalatha & Visantini, 2020). Eco-enzyme diperkirakan memiliki kemampuan dalam menguraikan senyawa kompleks yang terdiri dari bahan organik terlarut dan tidak terlarut sehingga meningkatkan degradasi anaerobik untuk menghasilkan gas methane dan hydrogen (Arun & Sivashanmugam, 2014). Dibandingkan desinfektan seperti chlorine, eco-enzyme yang dihasilkan dari limbah organik memiliki PH yang asam dan mengandung sejumlah besar material organik yang menghasilkan kadar BOD yang tinggi.

Eco-enzyme tidak mengandung nitrogen ammonia, nitrates, chlorine, dan phosphor. Larutan eco-enzyme 9% diindikasikan mampu menghilangkan senyawa nitrogen ammonia dan phosphor pada limbah secara ekonomis dalam periode 5 hari (Tang & Tong, 2011). Eco-enzyme menawarkan sebuah alternatif tata laksana kimiawi untuk limbah meskipun memerlukan waktu yang lebih lama, namun baik untuk digunakan dibandingkan agen kimiawi lainnya seperti Ehylene diamine tetra acetic (EDTA) yang dapat bersifat karsinogenik (Cahyawati *et al.*, 2017; Hemalatha & Visantini, 2020).

Beberapa peran eco-enzym pada lingkungan menurut ahli, antara lain :

1. Biokatalis pengurai minyak dan lemak pada air limbah domestik. Pada penelitian Wikaningrum dan Pratamadina (2022), eco-enzym yang terbuat dari sampah jeruk berpotensi digunakan untuk mereduksi konsentrasi minyak dan lemak pada air limbah domestik. Sampel yang digunakan adalah artifisial yang dibuat dari sampel air limbah domestik yang

sengaja ditambahkan minyak dan lemak sehingga konsentrasi awal sebesar 19,82 mg/l. Pada sampel yang telah ditambahkan 5 % eco-enzym, konsentrasi minyak dan lemak berhasil turun menjadi 13,84 mg/l setelah 9 hari pengamatan, dibandingkan dengan yang tidak ditambah eco-enzym menjadi sebesar 15,93 mg/l. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa reduksi konsentrasi minyak dan lemak pada kedua perlakuan tersebut adalah signifikan.

2. Pupuk alami dan biopestisida. Penelitian Arifin dkk (2009), menjelaskan perkembangan pertanian organik semakin signifikan karena masyarakat Indonesia menyadari bahaya mengonsumsi produk dengan bahan kimia. Produk pertanian organik dipilih karena sehat dan segar. Sistem pertanian organik di Indonesia belum mapan. Itu tidak mendukung ketahanan pangan karena biaya produksinya tinggi. Hal itu membuat harga produk organik menjadi mahal. Jumlah konsumen produk organik di Indonesia kurang dari 5%. Eco-enzym merupakan produk fermentasi dari limbah dapur sehari-hari seperti buah-buahan dan sayuran. Ini dapat terurai secara hayati dan aman bagi lingkungan. Berdasarkan studi literatur, eco-enzyme mengandung asam (laktat dan asetat). Produk fermentasi tersebut memiliki aktivitas anti mikroba yang tinggi sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Oleh karena itu, dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida. Eco-enzyme murah secara ekonomi dan sangat tersedia.

## KESIMPULAN

Ekosistem air sungai sangat kompleks dan interaksi antara eco-enzyme, mikroorganisme lain, dan organisme hidup lainnya dalam air sungai dapat memengaruhi efektivitas eco-enzyme dalam menguraikan polutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arun, C., Sivashanmugam, P. 2014. Investigation of biocatalytic potential of garbage enzyme and its influence on stabilization of industrial waste activated sludge. *Process Safety Environ. Protection* 94, 471–478.
- Arifin LW, Syambarkah A, Purbasari HS, Ria R, dan Ayu V, 2009. Introduction of Eco-Enzyme to Support Organic Farming in Indonesia. *Asian Food and Agro-Industry, Special*, S356–S359.
- Andini NF. Uji Kualitas Fisik Air Bersih pada Sarana Air Bersih Program Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) Nagari Cupak Kabupaten Solok. *J Kepemimp dan Pengur Sekol*. 2017;2(1):7–16.
- Cahyawati, M. I. 2017. Hubungan dukungan keluarga Dengan Prilaku Lansia Dalam pengendalian Hipertensi di Wilayah Puskesmas Pilangkenceng Kabupaten Madiun. *Jurnal Keperawatan Berbudaya Sehat*, Universitas Ngudi Waluyo.
- Darmalaksana, W. 2020. Metode Penelitian Kualitatif Studi Pustaka dan Studi Lapangan. UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Available at: <http://digilib.uinsgd.ac.id/id/eprint/32855>
- Hemalatha, M., and P. Visantini. 2020. “Potential Use of Ecoenzyme for the Treatment of Metal Based Effluent.” *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 716(1). doi: 10.1088/1757-899X/716/1/012016.
- Khairunnas, Gusman M. Analisis Pengaruh Parameter Konduktivitas, Resistivitas dan TDS Terhadap Salinitas Air Tanah Dangkal pada Kondisi Air Laut Pasang dan Air Laut Surut di Daerah Pesisir Pantai Kota Padang. *J Bina Tambang*. 2018;3(4):1751–60.
- Kumar, H., Singh, M. K., Gupta, M. P., & Madaan, J. (2020). Moving towards

- smart cities: Solutions that lead to the Smart City Transformation Framework. *Technological Forecasting and Social Change*, 153(October 2017), 1–16.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2017. Indeks Kualitas Lingkungan Hidup Indonesia 2016. Jakarta
- Kencanawati M. Analisis Pengolahan Air Bersih pada WTP PDAM Prapatan Kota Balikpapan. *J Transukma*. 2017;2(2).
- Larasati, D., Astuti, A. P., & Maharani, E. T. (2020). Uji Organoleptik Produk Eco-Enzyme dari Limbah Kulit Buah (Studi Kasus di Kota Semarang). Seminar Nasional Edusainstek FMIPA UNIMUS 2020, 278-283. <https://prosiding.unimus.ac.id/index.php/edusaintek/article/view/569/572>
- Muliarta, I.N., Darmawan, I.K., 2021. Processing Household Organic Waste into Eco-enzyme as an Effort to Realize Zero Waste. *Agriwar Journal*. 1, 7–12.
- Ngaku, M.A. 2023. Prospek Pengembangan Sapi Potong Di Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sains Peternakan* Vol.11 No.2.
- Patel, S. G., & Siddaiah, M. (2021). Formulation and evaluation of effervescent tablets: a review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 8(6), 296–303. <https://doi.org/10.22270/jddt.v8i6.2021>
- Pratamadina, E., & Wikaningrum, T. (2022). Potensi Penggunaan Eco-Enzyme pada Degradasi Deterjen dalam Air Limbah Domestik. *Jurnal Serambi Engineering*, 7(1), 2722–2728. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i1.3881>
- Rini ARS. 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.
- Rohmah, M. K., & Nurdianto, A. R. (2020). Corona Virus Disease 2019 (COVID-19) Pada Wanita Hamil dan Bayi: Sebuah Tinjauan Literatur. *Medica Hospitalia : Journal Of Clinical Medicine*, 7(1a), 329–336. <https://doi.org/10.36408/Mhjcm.V7i1a.476>
- Tang FE and Tong CW, 2011. A Study of the Garbage Enzyme's Effects in Domestic Wastewater. *International Journal of Environmental*; 5(12): 887–892
- Wikaningrum, T., Hakiki, R., Astuti, M. P., Ismail, Y., Sidjabat, F. M. 2023. The Eco Enzyme Application on Industrial Wastewater Activated Sludge Segregation. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*. 5 (2). 115-133. DOI: <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v5i2.13535>