

Pengaruh Penambahan *Eco-Enzyme* Terhadap Struktur Komunitas Alga Perifiton

Effect of Addition of Eco-Enzyme on Community Structure of Periphyton Algae

Mario Aldiny Paulus Matitaputty*¹, Sucahyo¹, Susanti Pudji Hastuti²

*Email: mario.matitaputty@gmail.com

¹Program Studi Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

²Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana

Diterima: 12 Januari 2025 / Disetujui: 30 April 2025

ABSTRAK

Penelitian tentang pengaruh penambahan *eco-enzyme* terhadap struktur komunitas alga perifiton bertujuan untuk menjawab salah satu alternatif penanganan pencemaran ekosistem perairan dengan memperhitungkan dampak negatif yang dapat dihasilkan seperti meledaknya populasi alga perifiton. Penelitian dilakukan di Laboratorium Akuakultur Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Waktu penelitian dilakukan mulai bulan Januari hingga Mei 2023. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental, perifiton akan ditumbuhkan pada aquarium volume 4 L., dengan menggunakan enam pemberian *eco-enzyme* konsentrasi 0,5 ml/L, 1 ml/L, 2 ml/L, 4 ml/L, 8 ml/L, dan tanpa *eco-enzyme* sebagai kontrol, kemudian akan dilakukan pengamatan terhadap suhu, TDS, dan struktur komunitas alga perifiton. Hasil penelitian menunjukkan ditemukan 5 jenis spesies alga perifiton. Kepadatan terendah alga perifiton ditemukan pada perlakuan *eco-enzyme* dam tertinggi pada kontrol, sedangkan berdasarkan indeks keanekaragaman dan keseragaman ditemukan rendah dengan nilai dibawah 1. Indeks dominansi nilainya mendekati 1, yang berarti terjadi dominansi oleh salah satu spesies alga perifiton yaitu *Synedra ulna*. Penambahan *eco-enzyme* pada konsentrasi yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan alga perifiton.

Kata Kunci: *Eco-Enzyme*, Struktur Komunitas, Alga Perifiton

ABSTRACT

*Research on the effect of adding eco-enzymes on the community structure of periphyton algae aims to answer one alternative for dealing with pollution of aquatic ecosystems by taking into account the negative impacts that can result, such as exploding populations of periphyton algae. The research was conducted at the Aquaculture Laboratory, Faculty of Biology, Satya Wacana Christian University, Salatiga. The time of the research was carried out from January to May 2023. The method used is an experimental method, periphyton will be grown in a 4 L volume aquarium, using six eco-enzyme concentrations of 0.5 ml/L, 1 ml/L, 2 ml/L, 4 ml/L, 8 ml/L, and without eco-enzyme as a control, then observations will be made on temperature, TDS, and periphyton algae community structure. The research results showed that 5 types of periphyton algae species were found. The lowest density of periphyton algae was found in the Eco-enzyme treatment and the highest was in the control, whereas based on the diversity and uniformity index it was found to be low with a value below 1. The dominance index value was close to 1, which means that there was dominance by one species of periphyton algae, namely *Synedra ulna*. The addition of eco-enzyme at high concentrations can inhibit the growth of periphyton algae.*

Keywords: *Community Structure, Eco-enzyme, Periphyton Algae*



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

A. PENDAHULUAN

Manusia sebagai pelaku konsumsi akan menghasilkan limbah sebagai hasil dari kegiatan kehidupan sehari-harinya. Dengan semakin bertambah dan meningkatnya jumlah penduduk dengan segala kegiatannya, maka jumlah limbah yang dihasilkan juga akan mengalami peningkatan. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat, limbah cair, atau dapat juga berupa limbah gas. Sehubungan dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang semakin pesat dan diiringi dengan semakin merebaknya permukiman masyarakat akan berpengaruh terhadap jumlah buangan limbah yang ditimbulkan oleh aktifitas dalam rumah tangga (Yudiyanto *et al.*, 2019).

Di sisi lain, pengelolaan limbah rumah tangga merupakan salah satu permasalahan besar. Perekonomian yang semakin bertumbuh dan populasi manusia yang semakin bertambah mengakibatkan produksi limbah rumah tangga semakin meningkat (Haryanto *et al.*, 2023). Limbah yang paling umum di negara berkembang adalah limbah organik, yang berasal dari rumah tangga, pabrik makanan, dan rumah makan. Limbah rumah tangga biasanya dibuang langsung ke badan air tanpa ada proses pengolahan (Verma *et al.*, 2019).

Limbah rumah tangga dari aktivitas dapur yang hampir semua keluarga punya yaitu kulit buah-buahan dan sayur-sayuran. Limbah kulit buah/sayuran merupakan limbah dengan prosentase besar dalam buangan limbah rumah tangga. Dalam bukunya (Wardhani, 2019), tantangan dalam keluarga untuk menimbang sampah harian selama seminggu sebuah keluarga yang sudah menerapkan prinsip meminimalkan sampah masih mempunyai sampah anorganik 550 gr sementara sampah organik 3547 gr. Hal tersebut menjelaskan bahwa sampah sisa konsumsi perdapur menempati posisi teratas.

Akhtar dan Soetjipto (2014) dalam (Jelita, 2022) menjelaskan bahwa pengetahuan, sikap, dan keterampilan warga mengelola sampah rumah tangga untuk melakukan daur ulang juga menjadi hal penting dalam pengelolaan sampah. Hampir 73% sungai mengandung pengotor, salah satunya sering disebut sampah atau limbah padat (Sugiester S *et al.*, 2021). Sampah yang umumnya ada pada limbah domestik adalah kulit buah, dan sayur. Kulit buah dan sayur memiliki kandungan bioaktif yang tinggi seperti enzim. Akan lebih baik jika dimanfaatkan sebagai *Eco-enzyme*.

Eco-enzyme ini pertama kali diperkenalkan oleh Rosukon Poompanvong yang merupakan pendiri Asosiasi Pertanian Organik Thailand. Gagasan proyek ini adalah untuk mengolah enzim dari sampah organik yang biasanya kita buang ke dalam tong sampah sebagai pembersih organik. Jadi *Eco-enzyme* adalah hasil dari fermentasi limbah dapur organik seperti ampas buah dan sayuran, gula (gula coklat, gula merah atau gula tebu), dan air. Warnanya coklat gelap dan memiliki aroma fermentasi asam manis yang kuat. *Eco-enzyme* dapat digunakan sebagai pengganti produk pembersih. Sebagaimana sudah kita ketahui, dengan menggunakan produk pembersih yang dibuat dari bahan kimia, berarti kita juga sedang mencemari air, sungai, dan ekosistem sekitarnya. Sedangkan *Eco-enzyme* adalah produk yang dihasilkan dari bahan organik, tanpa bahan kimia, tentu saja ramah lingkungan karena dapat terurai secara alami (Jelita, 2022).

Eco-enzyme adalah hasil fermentasi dari kulit buah dan gula atau molase. *Eco-enzyme* memiliki warna dan tingkat kekeruhan bervariasi, tergantung jenis kulit buah dan gula yang digunakan. Molase memberikan warna coklat tua sedangkan gula pasir hanya terlihat keruh.

Eco-enzyme memiliki rentang pH antara 3.3-4.5. Komposisi senyawa yang ada dalam *Eco-enzyme* adalah nitrat (NO₃), karbonat (CO₃) protein, karbohidrat, asam asetat, alkohol, enzim Amilase, Protease, dan Papain (Sarabhai, 2019). *Eco-enzyme* dapat digunakan sebagai cairan pembersih, insektisida, pestisida, dan pupuk (Septiani *et al.*, 2021).

Beberapa media online menyatakan bahwa *Eco-enzyme* dapat mengolah air limbah, bahkan ada beberapa organisasi yang membuat dan membuang *Eco-enzyme* ke sungai. *Eco-enzyme* didalamnya terkandung enzim yang dapat membantu mendegradasi kontaminan, tetapi *Eco-enzyme* juga mengandung unsur N dan C yang berfungsi sebagai pupuk dan jika masuk ke dalam air dapat menyebabkan pertumbuhan alga perifiton meledak.

Kualitas air suatu ekosistem perairan dapat diketahui dengan memanfaatkan indikator biologis yang hidup dan bereaksi secara langsung terhadap perubahan suatu ekosistem perairan. Salah satu indikator biologis yang telah banyak dimanfaatkan sebagai penentu kualitas air di suatu perairan adalah mikroorganisme perairan. Salah satunya perifiton yang dapat digunakan sebagai indikator biologis perairan karena hidupnya menempel dan

menetap pada substrat di air (Asra *et al.*, 2022).

Perifiton adalah kumpulan organisme yang membentuk mikroekosistem. Kumpulan organisme ini terdiri atas alga, fungi, zooplankton, protozoa, bakteri, dan invertebrata kecil. Organisme pembentuk utama perifiton adalah alga. Faktor-faktor yang mempengaruhi keragaman perifiton adalah temperatur, tingkat cahaya, nutrien, kualitas air, dan arus air (Wu, 2017).

Perifiton lebih sering dipilih sebagai bioindikator dikarenakan habitat sesile, yang membuatnya tidak dapat menghindari kontaminan. Biodiversitas tinggi, yang berarti akan merespon berbagai macam kontaminan. Laju rekolonisasi yang cepat jika ada perubahan eksternal seperti perubahan aliran atau kualitas air. Mudah ditangani dan dianalisis selama observasi, selalu ada di lingkuan perairan (Wu, 2017).

Perifiton memiliki potensi sebagai indikator ekologis karena perifiton berperan penting sebagai produsen utama dalam rantai makanan, dan dapat bertahan pada perairan dengan kecepatan arus yang besar. Terdapatnya beberapa jenis perifiton bersifat toleran terhadap pencemaran, baik pencemaran organik

maupun anorganik (Soraya & Islamy, 2022).

Berdasarkan penjelasan diatas, *Eco-enzyme* berpotensi negatif jika masuk ke badan air, sehingga hal ini mendorong untuk dilakukan penelitian tentang pengaruh *Eco-enzyme* terhadap komunitas struktur alga perifiton. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh *Eco-enzyme* terhadap komunitas struktur alga perifiton.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen yang bertujuan untuk menganalisis bagaimana pengaruh *Eco-enzyme* terhadap komunitas struktur alga perifiton. Dalam penelitian ini menggunakan air danau Rawa Pening sebagai media dan starter alga perifiton.

Perifiton ditumbuhkan pada aquarium sebanyak 18 buah, dengan volume 4 L. Penelitian ini menggunakan enam perlakuan yaitu pemberian *Eco-enzyme* dengan konsentrasi 0,5 ml/L, 1 ml/L, 2 ml/L, 4 ml/L, 8 ml/L, dan tanpa *Eco-enzyme* sebagai kontrol. Wadah akuarium yang telah disiapkan di isi air keran yang telah mengendap selama 24 jam, sebanyak 4 L untuk masing-masing aquarium, kemudian ditambahkan air danau Rawa Pening sebanyak 200mL, kemudian ditambahkan *Eco-enzyme* sesuai dengan konsentrasi. Selanjutnya

ditumbuhkan selama 7 sampai 14 hari yang kemudian akan dilakukan pengamatan terhadap suhu, TDS, dan struktur komunitas alga perifiton. Pengukuran TDS dan suhu menggunakan alat TDS-3 HM DIGITAL. TDS meter digunakan dengan cara mencelupkan 2 batang logam pada air di dalam akuarium yang telah ditambahkan *Eco-enzyme*.

Alga perifiton diidentifikasi dengan buku *Das Leben im Wassertropfen* oleh Streble, H dan Krauter, D. (1985). Parameter indeks ekologi alga perifiton yang diukur meliputi kepadatan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Indeks Keanekaragaman dapat diukur persamaan (1) Shanon-Wiener (Satria Dharmawan *et al.*, 2020):

$$H' = - \sum pi \ln pi$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman

$pi = ni/N$

ni = Jumlah individu setiap jenis

N = Total individu seluruh jenis

Indeks keseragaman diestimasi menggunakan persamaan (2) yaitu *Pielou's evenness index* (Satria Dharmawan *et al.*, 2020):

$$e = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

e = indeks keseragaman Pielou

H' = indeks keanekaragaman

S = jumlah spesies

Indeks dominansi dapat diukur dengan persamaan (3) yaitu simpson (Satria Dharmawan *et al.*, 2020):

$$D = \sum pi^2$$

Keterangan:

D = Indeks dominansi

$pi = ni/N$

ni = Jumlah individu setiap jenis

N = Total individu seluruh jenis

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan ditemukan adanya 5 spesies alga perifiton yaitu: *Synedra ulna*, *Nitzchia* sp, *Pediastrum* sp., *Chlorella* sp, dan *Eudorina* sp. Jenis alga perifiton *Synedra ulna* dan *Nitzchia* sp termasuk dalam divisi *Bacillariophyceae* atau yang sering disebut diatom yang memiliki dinding sel yang tersusun atas silikat atau frustule. *Pediastrum* sp., dan *Eudorina* sp. termasuk dalam divisi *Chlorophyceae* dan *Chlorella* sp. yang termasuk dalam divisi *Trebouxiophyceae* (Sulastri, 2018). Jumlah spesies dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Jenis-Jenis Alga Perifiton

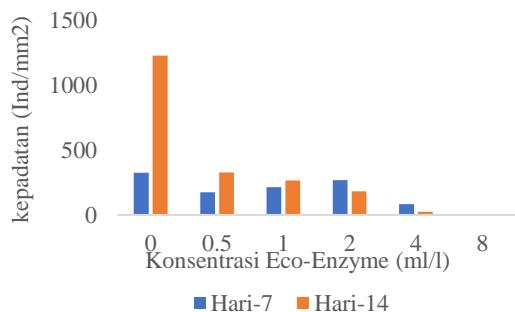
No	Spesies	Jumlah (Ind/mm ²)
1	<i>Synedra Ulna</i>	2.542
2	<i>Nitzchia</i> sp	152
3	<i>Pediastrum</i> sp	12

No	Spesies	Jumlah (Ind/mm ²)
4	<i>Chlorella sp</i>	2.286
5	<i>Eudorina sp</i>	174

Sumber Data: Hasil Olahan Penelitian 2024

Dari pengamatan pada hari ke-7 dan ke-14 ditemukan 5 spesies alga perifiton. Spesies alga tertinggi yaitu *Synedra Ulna*, sedangkan spesies terendah yaitu *Pediastrum* sp. *Synedra ulna* memiliki jumlah jenis terbanyak dikarenakan mampu bertahan terhadap paparan tinggi *eco-enzyme* dan sebaliknya untuk spesies *Pediastrum* sp.

Kepadatan, indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi alga perifiton pada pengamatan hari ke 7 sd 14 dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 2 sd 4.



Gambar 1. Rata-Rata Kepadatan Alga Perifiton Pada Hari Ke-7, dan 14.

Gambar 1 menunjukkan bahwa kepadatan tertinggi pada hari ke-7 terdapat pada perlakuan kontrol dengan jumlah 328

individu/mm², dan indeks kepadatan terendah ada pada perlakuan konsentrasi *Eco-enzyme* 8 ml/l, dengan jumlah 5 individu/mm². Pada hari ke-14 perlakuan kontrol memiliki indeks kepadatan tertinggi dengan jumlah 1230 individu/mm², sedangkan indeks kepadatan terendah terdapat pada perlakuan *Eco-enzyme* 8 ml/l dengan jumlah 1 individu/mm², indeks kepadatan yang rendah ini disebabkan *Eco-enzyme* pada konsentrasi asam asetat tinggi dapat menghambat pertumbuhan diatom. Menurut (Vidalia *et al.*, 2023) hal ini dikarenakan *Eco-enzyme* mengandung asam asetat. Asam asetat dalam jumlah yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan mikroalga (Lacroux *et al.*, 2020).

Indeks keanekaragaman pada hari ke-7 dan ke-14 memiliki kisaran 0,06 – 1. Menurut (Dwi Agustin *et al.*, 2019) jika indeks keanekaragaman kurang dari 1 maka, komunitas perifiton tidak stabil.

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman Alga Perifiton

Konsentrasi Eco-Enzyme	H7	Indeks Keanekaragaman		
		Kategori	H14	Kategori
0	1	Rendah	0,06	Rendah
0,5	0,7	Rendah	0,2	Rendah
1	0,1	Rendah	0,3	Rendah
2	0,08	Rendah	0,3	Rendah
4	0,4	Rendah	0,5	Rendah
8	0,7	Rendah	0	Rendah

Sumber Data: Hasil Olahan Penelitian 2024

Tabel 2 menunjukkan nilai indeks keanekaragaman. Dari data yang telah dianalisis pada hari ke-7 dan ke-14 nilai indeks keanekaragaman memiliki kisaran 0,06 – 1. Menurut (Dwi Agustin *et al.*, 2019) jika indeks keanekaragaman kurang dari 1 maka, komunitas perifiton tidak stabil. Indeks keanekaragaman yang rendah, dapat dikarenakan hanya beberapa spesies saja yang dapat beradaptasi terhadap paparan *eco-enzyme*. Indeks keanekaragaman yang rendah dapat memberikan efek buruk pada rantai makanan karena perifiton merupakan produsen primer, komposisi komunitas perifiton yang berubah dapat mengganggu rantai makanan. Semua perlakuan dengan *Eco-enzyme* memiliki jumlah alga dari divisi *Chlorophyceae* yang sedikit. Yang merupakan makanan alami bagi ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*), hal ini

didukung oleh (Putra Pagilalo *et al.*, 2020) yang menyatakan ikan Nilem (*O. hasselti*) merupakan predator bagi alga kelas *Chlorophyceae*, yang ditemukan didalam usus ikan Nilem.

Nilai keseragaman pada hari ke-7 dan ke-14 seperti pada tabel 3 memiliki nilai keseragaman kisaran 0,03 – 0,6 termasuk dalam kategori rendah menuju sedang. Semua perlakuan memiliki nilai keseragaman kurang dari 1, dan menurut (Asra *et al.*, 2022) nilai keseragaman yang kurang dari 1 menunjukkan keseragaman didalam komunitas rendah yang disebabkan oleh dominansi oleh spesies tertentu didalam komunitas alga perifiton. Selanjutnya Indeks dominansi alga perifiton pada hari ke-7 dan ke-14 berada pada kisaran nilai 0,4-1 seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Nilai Indeks Keseragaman

Konsentrasi <i>Eco-Enzyme</i>	Indeks Keseragaman			
	H7	Kategori	H14	Kategori
0	0,6	Sedang	0,04	Rendah
0,5	0,4	Sedang	0,1	Rendah
1	0,1	Rendah	0,2	Rendah
2	0,05	Rendah	0,2	Rendah
4	0,3	Rendah	0,3	Rendah
8	0,4	Rendah	0	Rendah

Sumber Data: Hasil Olahan Penelitian 2024.

Tabel 4. Indeks Dominansi Alga Perifiton Pada Hari Ke-7 dan ke-14

Konsentrasi <i>Eco-Enzyme</i>	Indeks Dominansi			
	H7	Kategori	H14	Kategori
0	0,4	Sedang	0,8	Tinggi
0,5	0,6	Sedang	0,8	Tinggi
1	0,8	Tinggi	0,8	Tinggi
2	0,9	Tinggi	0,8	Tinggi
4	0,6	Tinggi	0,8	Tinggi

Konsentrasi Eco-Enzyme	Indeks Dominansi			
	H7	Kategori	H14	Kategori
8	0,6	Tinggi	1	Tinggi

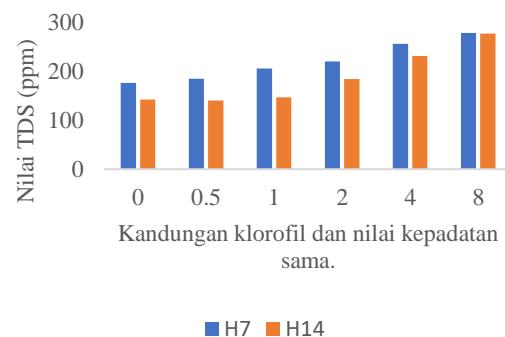
Sumber Data: Hasil Olahan Penelitian 2024.

Menurut (Asra *et al.*, 2022) jika indeks dominansi mendekati 0, maka tidak ada spesies yang dominan dalam komunitas dan sebaliknya. Perlakuan yang mendekati 0 adalah kontrol pada hari ke-7, sedangkan perlakuan dengan *eco-enzyme* mendekati nilai 1, yang menunjukkan terjadi dominansi didalam komunitas. Terjadinya dominansi disebabkan *eco-enzyme* yang bersifat inhibitor pada konsentrasi tinggi. Spesies yang mendominasi dalam perlakuan *Eco-enzyme* adalah *Synedra ulna*. Menurut (Kono *et al.*, 2021) *Synedra ulna* mampu bertahan hidup di lingkungan yang tercemar, spesies ini memiliki sel pembungkus berlapis yang membantunya dapat hidup diberbagai substrat seperti tanah basah, dinding batu, karang terjal, gambut, dan kulit kayu.

Terkait dengan indeks dominansi yang tersaji pada Tabel 4 dan berdasarkan Tabel 1 dan 2, untuk 3 spesies yaitu *Nitzchia* sp, *Pediastrum* sp, dan *Eudorina* sp. dari kelas *Chlorophyceae* tidak memiliki sel pembungkus berlapis yang menyebabkan asam asetat dan asam butirat dapat berinteraksi dengan membran sel dan dapat mengganggu aktivitas metabolismik

sehingga mengganggu pertumbuhan dan menyebabkan dominansinya rendah.

Pengamatan terhadap parameter *eco-enzyme* yang berpengaruh pada komunitas alga perifiton adalah suhu dan TDS. Gambar 2 menunjukkan data TDS selama periode pengamatan dengan berbagai konsentrasi *eco-enzyme*.



Gambar 2. TDS Selama Periode Pengamatan Dengan Berbagai Konsentrasi Eco-enzyme

Pada hari ke-7 nilai TDS meningkat mengikuti konsentrasi *Eco-enzyme* yang diberikan. Meningkatnya nilai TDS ini disebabkan adanya kandungan senyawa organik yang ada didalam *Eco-enzyme*. Pada hari ke-14 nilai TDS menurun, menurut (Mavani *et al.*, 2020) penurunan TDS oleh *Eco-enzyme* dapat dikarenakan degradasi oleh bakteri.

Pada hari ke-7 dan ke-14 suhu pada perlakuan kontrol maupun *Eco-enzyme* berkisar antara 29°C hingga 31°C. Menurut (Sulastri, 2018), kelas

Bacillariophyceae dan Chlorophyceae dapat tumbuh dengan baik pada suhu 20°C hingga 35°C.

D. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada hari ke 7 dan 14, kontrol dan perlakuan *Eco-enzyme* 0,5 ml/L hingga 2 ml/L ditemukan 3 jenis spesies yaitu *Pediastrum* sp, *Chlorella* sp, dan *Eudorina* sp. Sedangkan pada perlakuan *Eco-enzyme* 4 ml/L dan 8 ml/L ditemukan 2 jenis spesies yaitu *Synedra Ulna*, *Nitzchia* sp. Kepadatan terendah alga perifiton ditemukan pada perlakuan *Eco-enzyme* 8 ml/L dan tertinggi pada kontrol jenis alga perifiton. Berdasarkan indeks keanekaragaman dan keseragaman baik kontrol maupun perlakuan *Eco-enzyme* menunjukkan bahwa nilainya dibawah 1. Indeks dominansi nilainya mendekati 1 untuk semua perlakuan, tetapi untuk kontrol yang lebih dominan adalah *Chlorella* sp. dan yang mendominasi pada perlakuan *Eco-enzyme* adalah *Synedra Ulna*.

DAFTAR PUSTAKA

- Asra, R., Utami, T. S., & Adriadi, D. A. (2022). Diversity And Abundance of Perifitonon Plant Vegetation in Bento Swampas A Water Quality Bioindicator. In *Biospecies* (Vol. 15, Issue 2).
- Dwi Agustin, A., Solichin, A., & Rahman, A. (2019). Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Kepadatan Dan Jenis Perifiton di Sungai Jabungan, Banyumanik, Semarang. *Journal Of Maquares*, 8(3), 185. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Haryanto, L. I., Tanjung, D. D., Sukrianto, Putri, D. I., & Adana, A. H. (2023). *PENGELOLAAN LIMBAH ORGANIK Potensi Ekonomi Agen Biodegradasi Limbah Organik* (L. I. Haryanto, Ed.; 1st ed.). CV Bintang Semesta Media.
- Jelita, R. (2022). Produksi Eco Enzyme dengan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga untuk Menjaga Kesehatan Masyarakat di Era New Normal. *Jurnal Maitreyawira*, 3(1).
- Kono, S., Tiopo, A. K., Pasisingi, N., & Kadim, M. K. (2021). Kelimpahan dan Indeks Ekologis Perifiton di Sungai Bone Kabupaten Bone Bolango Gorontalo. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3), 235. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.vol.5.no.3.137>
- Lacroux, J., Trably, E., Bernet, N., Steyer, J.-P., & van Lis, R. (2020). Mixotrophic growth of microalgae on volatile fatty acids is determined by their undissociated form. *Algal Research*, 47, 101870. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101870>
- Mavani, H. A. K., Tew, I. M., Wong, L., Yew, H. Z., Mahyuddin, A., Ghazali, R. A., & Pow, E. H. N. (2020). Antimicrobial efficacy of fruit peels eco-enzyme against *Enterococcus faecalis*: An in vitro study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145107>
- Putra Pagilalo, D. E., Sucahyo, S., & Cahyaningrum, D. (2020). Pengaruh Keberadaan Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) Terhadap Struktur Komunitas Alga Perifiton. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 8(3), 186–193. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2020.008.03.07>
- Sarabhai, S. (2019). Garbage enzyme: A study on compositional analysis of kitchen waste ferments. ~ 1193 ~ *The Pharma Innovation Journal*, 8(4), 1193–1197. www.thepharmajournal.com

- Satria Dharmawan, Sucahyo, & Kasmiyati, S. (2020). Pengaruh Herbisida Metil Metsulfuron Terhadap Struktur Komunitas Alga Perifiton. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(2), 1. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p01>
- Septiani, U., Najmi, & Oktavia, R. (2021). Eco Enzyme: Pengolahan Sampah Rumah Tangga Menjadi Produk Serbaguna di Yayasan Khazanah Kebajikan. *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ*. http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnas_kat
- Soraya, I., & Islamy, A. (2022). Analisis Keanekaragaman Perifiton di Anak Sungai Brantas, Malang, Jawa Timur, Indonesia. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 6. <http://jfmr.ub.ac.id>
- Sugiester S., Firmansyah, Y. W., Widiyantoro, W., Fuadi, M. F., Afrina, Y., & Hardiyanto, A. (2021). Dampak Pencemaran Sungai di Indonesia Terhadap Gangguan Kesehatan: Literature Review. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*, 13(1), 120–133. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v13i1.1829>
- Sulastri. (2018). *Fitoplankton danau-danau di Pulau Jawa keanekarag*. Lipi Press.
- verma, D., Singh, A. N., & Shukla, A. (2019). Use of Garbage Enzyme For Treatment Of Waste Water Mathematical Modelling of filtration of sewage through sand filters View project Wastewater treatment using Eco enzyme View project. *International Journal of Scientifict Research and Review*, 07(07). <https://www.researchgate.net/publication/335528212>
- Vidalia, C., Angelina, E., Hans, J., Field, L. H., Santo, N. C., & Rukmini, E. (2023). Eco-enzyme as disinfectant: a systematic literature review. *International Journal of Public Health Science*, 12(3), 1171–1180. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v12i3.22131>
- Wardhani, D. (2019). *Belajar zero waste: menuju rumah minim sampah/ Dk Wardhani*. Bentala Kata.
- Wu, Y. (2017). *Periphyton: Functions and Application in Environmental Remediation* (1st ed.). Elsevier.
- Yudiyanto, Yudistira, E., & Tania, A. L. (2019). *Pengelolaan Sampah Pengabdian Pendampingan di Kota Metro* (R. Ummah, Ed.; 1st ed.). Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Institut Agama Islam Negeri Metro.
- .