

FUNGSI DAN PERAN MAKROZOOBENTOS DI AREA EMBUNG LAHAN BEKAS TAMBANG TANAH LIAT DI PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK PABRIK TUBAN

Dwi Oktafitria^{1*)}, Eko Purnomo²⁾, Supiana Dian Nurjahyani³⁾, dan Sriwulan⁴⁾

¹ Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas PGRI Ronggolawe

² PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban, Tuban, Jawa Timur

³ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Pascasarjana, Universitas PGRI Ronggolawe

⁴ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas PGRI Ronggolawe

*Email korespondensi: dwioktafitria86@gmail.com

ABSTRAK

Proses penambangan tanah liat (*clay*) yang dilakukan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban menghasilkan cekungan-cekungan yang berisi air tanah sehingga terbentuk embung yang selalu berisi air di setiap tahunnya. Embung sebagai salah satu badan perairan merupakan habitat dan ekosistem bagi makrozoobentos. Selama kurun waktu embung bekas penambangan tanah liat terjadi hingga saat ini telah dilakukan monitoring keanekaragaman makrozoobentos yaitu tahun 2017-2023. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman spesies makrozoobentos di area embung dalam kurun waktu 6 tahun dilakukan monitoring dan untuk mengetahui spesies makrozoobentos apa yang selalu ditemukan serta mengetahui fungsi dan peran spesies makrozoobentos yang ditemukan. Penelitian ini dilakukan pada April-Juli 2023, dengan menggunakan metode campuran (*mixed method*) yang menggabungkan data kuantitatif dari data primer dan data kualitatif dari data sekunder. Hasil penelitian didapatkan spesies makrozoobentos di area embung bekas penambangan tanah liat PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban tahun 2017 hingga 2023 terdiri atas 19 spesies dengan spesies makrozoobentos yang selalu ditemukan adalah *Bellamyia javanica*, *Lymnaea rubiginosa*, *Pomacea canaliculata*, dan *Tarebia granifera* yang memiliki fungsi dan peran sebagai bioindikator kualitas perairan, dekomposer, pengendali tumbuhan air invasif, detritivor, inang perantara parasit, agen bioturbasi sedimen, dan biokontrol rantai makanan di perairan.

Kata Kunci: embung, makrozoobentos, peran, tanah liat, tambang

ABSTRACT

The clay mining process carried out by PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban factory produces basins that contain groundwater so that embungs are formed which always contain water every year. Embung as one of the water bodies is a habitat and ecosystem for macrozoobenthos. During the period of the former clay mining embankment occurred until now, monitoring of macrozoobenthos diversity has been carried out, namely 2017-2023. This study was conducted to determine the diversity of macrozoobenthos species in the embankment area within 6 years of monitoring and to find out what species of macrozoobenthos are always found and determine the function and role of macrozoobenthos species found. This research was conducted in April-July 2023, using a mixed method that combines quantitative data from primary data and qualitative data from secondary data. The results obtained macrozoobenthos species in the embankment area of the former clay mining PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban factory in 2017 to 2023 consisted of 19 species with macrozoobenthos species that are always found are *Bellamyia javanica*, *Lymnaea rubiginosa*, *Pomacea canaliculata*, and *Tarebia granifera* which have functions and roles as bioindicators of water quality, decomposers, invasive aquatic plant control, detritivores, parasitic intermediate hosts, sediment bioturbation agents, and food chain biocontrol in waters.

Keywords: reservoirs, macrozoobenthos, role, clay, mining

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Tuban merupakan salah satu kabupaten yang memiliki tambang tanah liat (*clay*). Tambang tanah liat tersebut dikelola oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban yang terletak di Kecamatan Kerek. Proses penambangan tanah liat secara terbuka yang dilakukan, akan menyebabkan perubahan topografi permukaan tanah. Terdapat cekungan yang relatif besar setelah proses penambangan tanah liat selesai dilakukan. Cekungan tersebut akan mengeluarkan air tanah ke permukaan sehingga akan terbentuk suatu badan perairan. Badan perairan yang muncul setelah proses penambangan tanah liat selesai juga disebut sebagai embung [1]. Embung hasil proses penambangan tanah liat di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban hingga saat ini dimanfaatkan sebagai sumber air bagi pertanian petani greenbelt sehingga mengurangi penggunaan air sumur [2]. Sebuah badan perairan merupakan habitat yang baik bagi makrozoobentos.

Tanggal masuk : 18-12-2023

Revisi : 07-01-2024

Diterima : 08-01-2024

Makrozoobentos merupakan kelompok organisme yang berperan sebagai konsumen utama di perairan, sekaligus sebagai sumber energi bagi trofik di atasnya. Kelimpahan makrozoobentos di dalam ekosistem perairan tergantung pada ketersediaan nutrisi dasar organisme yaitu sumber karbon yang berasal dari vegetasi riparian yang ada di sekitar perairan. Serasah dari tumbuhan dan material organik (*Death Organic Material*) menjadi salah satu penentu keberadaan makrozoobentos di perairan tersebut [3]. Di sisi lain, aktivitas manusia yang hidup di wilayah darat dapat mempengaruhi makrozoobentos perairan. Sampah-sampah hasil aktivitas manusia berupa plastik yang tidak dapat terurai dan bahan-bahan lain yang tidak dapat diurai oleh alam dalam jangka waktu yang lama, sisa pupuk yang mengandung N dan P yang tinggi yang masuk ke dalam sungai, serta sisa organofosfat dan organoklorin yang berasal dari pestisida akan sangat berpengaruh terhadap keberadaan dan kehidupan makrozoobentos [3]. Makrozoobentos di area embung PT Semen Indonesia tergolong kedalam keanekaragaman sedang dengan kategori baik [4]. Embung sebagai habitat perairan terdiri atas berbagai jenis makrozoobentos salah satunya adalah filum Mollusca khususnya kelas Gastropoda, merupakan organisme yang mempunyai kisaran penyebaran yang luas di substrat berbatu, berpasir maupun berlumpur. Mollusca memiliki sifat kosmopolit dan memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan yang ekstrim [5]. Menurut Rauf tahun 2019 [6] makrozoobentos dapat mencapai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 3 –5 mm pada saat pertumbuhan maksimum. Berdasarkan keadaan perairan, maka makrozoobentos yang hidupnya merayap dipermukaan dasar perairan disebut dengan epifauna, seperti Crustacea dan larva serangga (Odonata). Sedangkan makrozoobentos yang hidup pada substrat yang lunak di dalam lumpur disebut dengan infauna, misalnya Bivalvia dan Polychaeta.

Makrozoobentos memegang peranan penting bagi kehidupan manusia dan salah satu jenis hewan yang sering ditemukan serta dimanfaatkan. Bentuk pemanfaatannya juga beragam, ada yang digunakan sebagai sumber bahan makanan atau bahkan sebagai simbol kebudayaan tertentu dan status sosial. Selain itu juga makrozoobentos diantaranya gastropoda dan bivalvia dapat dijadikan sebagai bioindikator pada ekosistem perairan [7]. Kelompok makrozoobentos beberapa diantaranya memiliki nilai ekonomi bagi masyarakat, yang dapat dijadikan sebagai pendapatan keluarga. Sebagai bahan pangan karena sebagai sumber protein hewani penting bagi masyarakat [5]. Makrozoobentos memiliki fungsi penting dalam rantai makanan yaitu sebagai detritus. Sumber pokok detritus berasal dari dedaunan yang mengalami pelapukan di dasar perairan danau yang selanjutnya dimanfaatkan oleh Mollusca sebagai dekompositor awal [5]. Oleh karena itu tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui keanekaragaman spesies makrozoobentos di area embung bekas penambangan tanah liat PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban selama tahun 2017 hingga 2023 dan untuk mengetahui spesies makrozoobentos apa saja yang selalu ditemukan dalam kurun waktu 6 tahun tersebut serta mengetahui fungsi dan peran spesies makrozoobentos yang ditemukan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode campuran (*mixed method*) yang menggabungkan data kuantitatif dari data primer dan data kualitatif dari data sekunder. Data primer adalah data keanekaragaman spesies makrozoobentos yang diambil dari lokasi embung bekas penambangan tanah liat PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban yang berlokasi di Desa Tlogowaru Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban Provinsi Jawa Timur sebanyak 2 stasiun. Stasiun pertama terletak pada sisi barat Ecopark Kambang Semi dan stasiun kedua terletak pada sisi timur Ecopark Kambang Semi. Pengambilan data spesies makrozoobentos dilakukan pada bulan April-Juli 2023, dengan menggunakan transek kuadran yang berukuran 1 x 1 m sebanyak tiga kali pengulangan di setiap stasiun embung. Sampel makrozoobentos infauna diambil pada kedalaman 5–10 cm menggunakan sekop lalu disaring. Sampel makrozoobentos epifauna langsung dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi pengawet alkohol 70%. Penyortiran dan identifikasi makrozoobentos epifauna dan infauna dilakukan di Laboratorium Biologi Universitas PGRI Ronggolawe menggunakan mikroskop stereo. Identifikasi sampel makrozoobentos berdasarkan acuan [8]. Makrozoobentos yang sudah diidentifikasi lalu dihitung jumlah individunya. Sedangkan data kualitatif dari data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data keanekaragaman makrozoobentos yang pernah ditemukan di lokasi yang sama pada tahun 2017 -2022 yang terdapat dalam buku Laporan keanekaragaman hayati di kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban [9]–[14]. Selanjutnya data primer dan data sekunder dianalisis menggunakan analisis deskriptif kualitatif.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa terdapat 19 spesies makrozoobentos yang pernah ditemukan selama kurun waktu 2017 hingga 2023 (Tabel 1). Tahun 2017 hingga 2019 ditemukan 7 spesies makrozoobentos yang didalamnya terdapat kelas Gastropoda, Malacostraca dan Insecta yang didominasi oleh *Tarebia granifera* sebanyak 11 individu. Tahun 2020 ditemukan 8 spesies makrozoobentos yang didalamnya terdapat kelas Gastropoda, Malacostraca dan Insecta yang didominasi oleh *Macrobrachium lanchesteri* sebanyak 19 individu (Tabel 1). Tahun 2021 ditemukan 10 spesies makrozoobentos yang didalamnya terdapat kelas Gastropoda, Malacostraca dan Insecta yang didominasi oleh *Caridina* sp. sebanyak 5 individu. Tahun 2022 ditemukan 12 spesies makrozoobentos yang semuanya termasuk kedalam kelas Gastropoda yang didominasi oleh *Pomacea canaliculata* sebanyak 9 individu. Tahun 2023 ditemukan 14 spesies makrozoobentos yang didalamnya terdapat kelas Gastropoda dan Malacostraca yang didominasi oleh *Macrobrachium lanchesteri* sebanyak 3 individu. Makrozoobentos yang didapatkan selama tahun 2017-2023 terbagi atas 3 kelas yaitu Gastropoda yang merupakan filum Mollusca serta Malacostraca dan Insecta yang merupakan filum Arthropoda. Diketahui frekuensi terbanyak ditemukannya spesies makrozoobentos dari Kelas Gastropoda selama tahun 2017-2023 adalah *Bellamyia javanica*, *Lymnaea rubiginosa*, *Pomacea canaliculata*, dan *Tarebia granifera*. Hal ini sesuai dengan penelitian [7] yang menyebutkan bahwa genus *Bellamyia*, *Lymnaea*, *Pomacea* dan *Tarebia* merupakan makrozoobentos yang umumnya ditemukan di area waduk/embung [1], [5], [15], [16]. Makrobenthos yang termasuk Malacostraca khususnya dari ordo Decapoda mempunyai toleransi rendah terhadap polutan dibandingkan organisme makrobenthos lainnya [7] tetapi di area embung PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban ditemukan dengan jumlah lebih rendah dibandingkan dari filum Mollusca yaitu Gastropoda.

Tabel 1 Daftar Nama Spesies Makrozoobentos yang ditemukan di Embung Tlogowaru Tahun 2017-2023

No.	Spesies	Famili	Ordo	Tahun						
				2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	<i>Bellamyia javanica</i>	Viviparidae	Architaenioglossa	2	4	6	6	2	4	2
2	<i>Lymnaea rubiginosa</i>	Lymnaeidae	Hygrophila	1	6	4	4	3	1	2
3	<i>Pomacea canaliculata</i>	Ampullariidae	Architaenioglossa	5	2	2	9	4	9	1
4	<i>Tarebia granifera</i>	Thiaridae	Sorbeoconcha	11	3	3	3	1	2	1
5	<i>Caridina</i> sp	Atyidae	Decapoda	8	5	3	3	5	-	-
6	<i>Larva odonata</i>	Libellulidae	Odonata	3	1	2	8	2	-	-
7	<i>Pila ampullacea</i>	Ampullariidae	Architaenioglossa	-	2	1	5	2	2	-
8	<i>Cochlicella acuta</i>	Geometridae	Stylommatophora	-	-	-	-	2	2	1
9	<i>Macrobrachium lanchesteri</i>	Palaemonidae	Decapoda	-	-	-	19	2	-	3
10	<i>Melanoides tuberculata</i>	Thiaridae	Sorbeoconcha	-	-	-	-	4	3	2
11	<i>Physa acuta</i>	Physidae	Hygrophila	-	-	-	-	-	4	1
12	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Hydrobiidae	Littorinimorpha	-	-	-	-	-	4	1
13	<i>Tylomelania neritiformis</i>	Pachychilidae	Sorbeoconcha	-	-	-	-	-	2	1

14	<i>Viviparus viviparus</i>	Viviparidae	Architaenioglossa	-	-	-	-	-	1	1
15	<i>Batillaria attramentaria</i>	Batillaridae	Sorbeoconcha	-	-	-	-	-	-	2
16	<i>Anentome helena</i>	Nassariidae	Neogastropoda	1	-	-	-	-	-	-
17	<i>Odostomia scalaris</i>	Pyramidellidae	Pylopulmonata	-	-	-	-	-	-	1
18	<i>Planorbis planorbis</i>	Planorbidae	Hygrophila	-	-	-	-	-	-	1
19	<i>Valvata cristata</i>	Valvatidae	Allogastropoda	-	-	-	-	-	1	-

Bellamya javanica memiliki nama lokal Keong Sawah, Siput Sawah, Kreca dan Tutut Jawa. Tutut Jawa (*Bellamya javanica*) memiliki sebaran di Thailand, Kamboja, Malaysia, Indonesia (kecuali Papua) dan Filipina [17]. *Bellamya javanica* mempunyai cangkang bentuknya piramid, menara cangkang mencuat dan bagian dasar cangkang membulat. Warna cangkang hijau kecoklatan atau hijau kekuningan. Permukaan cangkang terdapat guratan-guratan yang agak menonjol membentuk garis-garis melingkar [18]. Spesies ini banyak ditemukan di habitat sawah, saluran irigasi maupun kolam [19]. Berdasarkan penelitian Faradila tahun 2013 [19], penyebaran jenis-jenis gastropoda air tawar pada habitat yang berbeda tersebut tergantung dari kemampuan adaptasi setiap jenis terhadap kondisi lingkungan habitatnya. *Bellamya javanica* mampu hidup dikisaran suhu 35°C, bahkan bisa hidup diperairan yang telah terpolusi [16], [20]. *Bellamya javanica* diketahui lebih resisten terhadap biopestisida dibandingkan *Lymnaea rubiginosa* [21]. Kebanyakan gastropoda air tawar ditemukan pada perairan dangkal dan beraliran tenang, seperti sawah dan kolam [19]. *Bellamya javanica* cenderung hidup menempel pada batu-batuan atau di dasar substrat berlumpur di air yang tenang [15].

Bellamya javanica merupakan anggota Gastropoda yang memiliki kandungan protein dan kalsium tinggi sehingga oleh sebagian masyarakat dimanfaatkan sebagai alternatif pangan konsumsi dan secara medis dapat digunakan sebagai obat sakit hati (liver/Hepatitis A). Protein yang terkandung pada *Bellamya javanica* dapat meningkatkan ketahanan tubuh [18]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan XX tahun 2022, kitosan dari *Bellamya javanica* memiliki aktivitas sedang terhadap bakteri *Escherichia coli* dan aktivitas lemah terhadap *Staphylococcus aureus* [22]. Konsentrasi kitosan yang semakin tinggi akan meningkatkan kemampuan daya hambatnya terhadap bakteri [23]. Perilaku *Bellamya javanica* yang memakan daun-daun dan tumbuhan air yang telah mati, memberikan peran sebagai pengurai bahan organik didalam perairan, sehingga dapat mengendalikan laju dekomposisi di suatu badan perairan tersebut. Selain sebagai pengurai alami, *Bellamya javanica* juga dikenal sebagai pemakan detritus yang didalamnya mencakup sisa-sisa bahan organik yang terbawa oleh air. Berkurangnya detritus di dasar perairan menyebabkan berkurangnya pula material organik yang dapat membusuk dan menghasilkan zat-zat toksik lain serta dapat memicu timbulnya HAB's (*Harmful algal bloom*). Selain itu di alam, *Bellamya javanica* menjadi sumber makanan bagi banyak fauna lain di ekosistem perairan. Umumnya *Bellamya javanica* menjadi makanan bagi burung air (*waterbird*), ikan dan serangga air, sehingga rantai makanan di badan perairan tetap terjaga. Keseimbangan ekosistem perairan dibantu dengan peran *Bellamya javanica* sebagai pengendali populasi tumbuhan air yang berlebihan maupun pengendalian tumbuhan invasif yang mampu menutupi permukaan perairan.

Lymnaea rubiginosa atau dikenal sebagai Onga Jawa termasuk kedalam siput/ keong air tawar. *Lymnaea rubiginosa* mempunyai panjang tubuh 0.5-5 cm, bentuk cangkang memanjang dengan filamen utama melebar, ujung meruncing, mulut lebar dengan lekukan sifon tumpul, dan warna cangkang coklat tua [24]. Spesies ini merupakan inang perantara *Fasciola gigantica* berdasarkan penelitian [19] yang menyatakan bahwa *Lymnaea rubiginosa* merupakan inang perantara tunggal bagi *Fasciola gigantica* di Indonesia. Selain sebagai inang parasit, *Lymnaea rubiginosa* berperan penting sebagai detritivor yang aktif di perairan sehingga memiliki fungsi sebagai bioturbasi sedimen yaitu suatu proses pelapukan tanah dan sedimen secara biologis [6].

Pomacea canaliculata disebut juga Siput Murbai atau dikenal dengan nama Keong Emas. *Pomacea canaliculata* merupakan salah satu Gastropoda dengan ukuran lebih besar dibandingkan dengan spesies Gastropoda yang lain. Spesies yang ditemukan memiliki seluk cangkang yang membulat serta sutura yang melekok. Umbilikus cangkang terbuka, bentuk aperture lonjong, operculum tipis dengan inti di bagian tepi [1]. *Pomacea canaliculata* yang biasa ditemukan pada area persawahan, dekat tanaman yang rimbun, serta dapat hidup dalam kondisi habitat yang kering. Terdapat aktivitas yang dilakukan oleh *Pomacea canaliculata* untuk dapat bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang tercemar yaitu menutup operculum pada saat *diapause* (suatu periode dormansi yang dipaksakan secara fisiologis diantara periode-periode aktivitas) yang menunjukkan perairan berubah menjadi kering [20]. *Pomacea canaliculata* banyak ditemukan dikarenakan hewan ini mempunyai kemampuan beradaptasi dan perkembangbiakan yang sangat baik terhadap kecerahan. Kecerahan perairan yang baik maka memberikan dampak secara langsung terhadap DO dan BOD serta mampu mempengaruhi perubahan warna cangkang pada Gastropoda [20]

Pomaceae canaliculata biasanya dijadikan sebagai bahan pakan ternak bagi hewan, namun ternyata memiliki kerugian yang salah satunya adalah dijadikan sebagai hospes perantara karena mampu menyempurnakan siklus hidup untuk beberapa cacing Trematoda [25]. Di dalam tubuh jenis keong air tawar terdapat beberapa larva cacing Trematoda yang hidup dan berkembang. Pada umumnya cacing Trematoda membutuhkan media air dalam siklus

hidupnya. Telur cacing Trematoda akan menetas didalam air dan berkembang menjadi mirasidium, kemudian menginfeksi hospes perantara pertama, lalu berkembang menjadi serkaria. Selain sebagai inang parasite, *Pomacea canaliculate* juga merupakan hama penting pada pertanian padi dengan menghambat pertumbuhan padi.

Tarebia granifera salah satu jenis gastropoda yang mampu hidup pada perairan yang agak dalam dikarenakan hidupnya menetap pada habitat yang berlumpur. Umumnya *Tarebia granifera* memakan alga, diatom dan detritus. Kemampuannya untuk beradaptasi terhadap perubahan lingkungan dengan karakteristik yang dinamis pada perairan yang dalam sangat tinggi [20]. Meskipun hidupnya pada habitat substrat berlumpur yang dalam, di perairan jumlah jenis *Tarebia granifera* sangat banyak. Populasi *Tarebia granifera* yang tidak terkendali di perairan dapat disebabkan karena gastropoda jenis ini dapat berkembang biak secara partenogenesis yaitu reproduksi tanpa adanya pembuahan atau tanpa adanya perkawinan jantan dan betina (berkembangnya telur tanpa adanya kopulasi dengan jantan) [20]. *Tarebia granifera* sangat berperan penting dalam rantai makanan khususnya sebagai makanan burung-burung air walaupun spesies ini merupakan inang perantara pertama bagi Trematoda.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah diketahui bahwa spesies makrozoobentos di area embung bekas penambangan tanah liat PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban tahun 2017 hingga 2023 terdiri atas 2 filum (Mollusca dan Arthropoda), 3 Kelas (Gastropoda, Malacostraca dan Decapoda), 10 Ordo (Architaenioglossa, Allogastropoda, Decapoda, Hygrophila, Littorinimorpha, Neogastropoda, Odonata, Pyloplumonata, Sorbeoconcha, Stylommatophora), dan 19 spesies. Spesies makrozoobentos yang selalu ditemukan di area embung dalam kurun waktu 6 tahun adalah *Bellamya javanica*, *Lymnaea rubiginosa*, *Pomacea canaliculata*, dan *Tarebia granifera* yang memiliki fungsi dan peran di embung bekas penambangan tanah liat PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban sebagai bioindikator kualitas perairan, dekomposer, pengendali tumbuhan air invasif, detritivor, inang perantara parasit, agen bioturbasi sedimen, dan biokontrol rantai makanan di perairan.

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih penulis disampaikan kepada PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban selaku mitra penelitian kerjasama khususnya Divisi Reklamasi Tambang serta berperan dalam penyandang dana penelitian.

VI. REFERENSI

- [1] G. Marhento and M. Alamsyah, "Studi Identifikasi Biodiversitas Gastropoda di Kawasan Situ Gintung Kota Tangerang Selatan Provinsi Banten," *Edubiologia*, vol. 1, no. 2, pp. 98–108, May 2021.
- [2] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, "Interkoneksi Waduk Temandang dan Waduk Telogowaru," Tuban, 2016.
- [3] A. Rahardjanto, H. Kusnoputranto, D. Sutjiningsih, and F. S. Seda, "Activation Communities on Sustainable River Conservation Based on Macroinvertebrates Knowledge in Brantas Upper Watershed Area," in *The 4thGreen Technology Faculty of Science and TechnologyIslamic of University State Maulana Malik Ibrahim Malang*, 2016, pp. 219–226. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/305642144>
- [4] S. Dian Nurtjahyani, D. Oktafitria, S. Sriwulan, A. Zaenal Arifin, A. Yogi Pambudi, and E. Purnomo, "Identification and Analysis of Macrozoobenthos in The Reclamation Land Area of Lime Mining," *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, vol. 6, no. 2, pp. 45–49, 2022, doi: 10.24843/ATBES.v06.i02.p03.
- [5] R. M. Manalu, S. Br. Surbakti, and P. Sujarta, "Keanekaragaman Moluska Dan Vegetasi Perairan Danau Sentani," *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi*, vol. 14, no. 1, pp. 88–94, Jan. 2022, doi: 10.25134/quagga.v14i1.5002.
- [6] A. Rauf, "Studi Keanekaragaman Makrozoobentos sebagai Bioindikator Perairan Sungai Toaya Kecamatan Sindue Kabupaten Donggala," *Jurnal Kreatif Online*, vol. 7, no. 2, pp. 114–131, 2019.
- [7] R. J. W. Putri, C. Carmudi, and A. E. Pulungsari, "Kualitas Air Waduk Penjalin Berdasarkan Struktur Komunitas Makrobenthos," *Scripta Biologica*, vol. 4, no. 1, pp. 69–73, Mar. 2017, doi: 10.20884/1.sb.2017.4.1.388.
- [8] K. E. Carpenter and V. H. Niem, *The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 1, Seaweeds, coral, bivalves and gastropods*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998.
- [9] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk and LPPM ITS Surabaya, "Laporan Keanekaragaman Hayati Fauna Terrestrial dan Akuatik Area Embung Tlogowaru, Tuban-Jawa Timur," Tuban, Apr. 2017.
- [10] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, "Inventarisasi dan Pemetaan Keanekaragaman Hayati di Dalam dan Luar Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban," Tuban, Jul. 2018.
- [11] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, "Inventarisasi Dan Pemetaan Keanekaragaman Hayati Di Dalam dan Luar Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban," Tuban, Jul. 2019.
- [12] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk and PPLP PT PGRI Tuban, "Inventarisasi Dan Pemetaan Keanekaragaman Hayati (Di Dalam dan Luar Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk)," Tuban, Jun. 2021.
- [13] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk and PPLP PT PGRI Tuban, "Inventarisasi dan Pemetaan Keanekaragaman Hayati Di Dalam dan Luar Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk," Tuban, Apr. 2020.
- [14] PT Semen Indonesia (Persero) Tbk and PPLP PT PGRI Tuban, "Laporan Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk," Tuban, Aug. 2022.

- [15] T. Purwanti, R. Yolanda, and A. Anthonius Purnama, "Struktur Komunitas Gastropoda Di Sungai Sangkir Anak Sungai Rokan Kiri Kabupaten Rokan Hulu," 2015.
- [16] N. Fadhilah, H. Masrianih, and H. Sutrisnawati, "Keanekaragaman Gastropoda Air Tawar di Berbagai Macam Habitat di Kecamatan Tanambulava Kabupaten Sigi," *e-Jipbiol*, vol. 2, pp. 13–19, 2013.
- [17] N. Nopriyeni, "Kepadatan Dan Pola Distribusi Corbicula fluminea DAN Bellamya javanica Pada Areal Persawahan Di Desa Air Satan Kabupaten Musi Rawas," in *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 2017, pp. 39–44.
- [18] S. Safrida, "Pengenalan Struktur Morfologi Dan Anatomi Keong Tutut (Bellamya javanicav.d BUSH 1844) Sebagai Penunjang Praktikum Materi Invertebrata Smakurikulum 2013," in *Seminar Nasional BasicScience VIF-MIPA UNPATTI*, 2014, pp. 393–398.
- [19] I. Faradila Putri, A. Ramadhan, and S. Sutrisnawati, "Prevalensi Larva Fasciola Gigantica pada Beberapa Jenis Gastropoda Air Tawar di Kecamatan Palolo Kabupaten Sigi," *e-Jipbio*, vol. 2, pp. 8–12, Dec. 2013.
- [20] R. P. P. Siswansyah and S. Kuntjoro, "Hubungan Jenis-Jenis Gastropoda dengan Parameter Fisik dan Kimia Air di Sungai Mangetan Kanal Desa Kraton, Sidoarjo," *Lentera Bio*, vol. 12, no. 3, pp. 371–380, 2023, [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio/index>
- [21] I. I. D. A. W. Pramana and S. Samino, "Uji Toksisitas Akut Biopestisida Pada Bellamya javanica, v.d Bush 1884 Dan Lymnaea rubiginosa, Michellin 1831," *Jurnal Biotropika* /, vol. 2, no. 4, pp. 235–239, 2014.
- [22] P. T. Hardani *et al.*, "Isolasi dan Identifikasi Kitosan dari Cangkang Kreca (Bellamya javanica) dengan Spektroskopi Inframerah Isolation and Identification of Chitosan Bellamya javanica using Infrared Spectroscopy," *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*, vol. 2, no. 2, 2021.
- [23] D. Perwito Sari, B. R. Rangga Prastyana, and P. T. Trida Hardani, "Uji Aktivitas Antibakteri Kitosan Dari Cangkang Bellamya Javanica," *Medical Sains : Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, vol. 7, no. 3, pp. 485–490, Jul. 2022.
- [24] N. K. Muhdin and S. Torodjo, "Jenis Dan Kelimpahan Makrozoobentos Di Perairan Sungai Salukaia Kecamatan Pamona Barat Kabupaten Poso," *JBB: Jurnal Biologi Babasal*, vol. 2, no. 2, pp. 47–54, 2023.
- [25] R. Azizah, D. Hernawati, and D. M. Chaidir, "Keanekaragaman Gastropoda Air Tawar dan Analisis Trematoda di Ekosistem Situ Kota Tasikmalaya," *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, vol. 8, no. 1, pp. 19–29, Feb. 2023, doi: 10.24002/biota.v8i1.4347.