

Studi Awal Makrozoobentos di Kawasan Wisata Sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya

Iska Desmawati, Alifa Adany, dan Cillysa Astine Java

Departemen Biologi, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

e-mail: iska_atem@yahoo.co.id

Abstrak—Sungai merupakan salah satu ekosistem perairan darat yang memiliki banyak kompleksitas dari penyusun organisasinya maupun ancaman terhadap keberlangsungan ekosistem hayati. Salah satu faktor biotik yang dapat dijadikan indikator kesehatan sungai adalah makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis makrozoobentos di kawasan wisata sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam (Monkasel) Surabaya sebagai studi awal biodiversitas dan kompleksitas struktur trofik di Kalimas Surabaya. Pengambilan sampel dilakukan di sepanjang sungai sisi Monkasel menggunakan Ekman Grab (Buttom grab). Identifikasi dilakukan di Laboratorium Ekologi, Biologi Fakultas Sains, ITS dan di analisa menggunakan indeks biodiversitas. Berdasarkan hasil, diketahui bahwa makrozoobentos yang ditemukan adalah 8 spesies dengan nilai indeks biodiversitasnya 0,82.

Kata Kunci—Makrozoobentos, Surabaya, Kalimas, Sungai.

I. PENDAHULUAN

SUNGAI merupakan salah satu ekosistem perairan darat yang memiliki keberagaman dalam organisme penyusunnya serta tingkat kompleksitas yang beragam dan rentan terhadap perubahan lingkungan karena merupakan salah satu ekosistem yang berhubungan langsung dengan manusia dan segala aktivitasnya. Sungai mengalir dari area pegunungan dan sampai ke muara di dataran rendah, melalui jalur yang memiliki pola masing masing termasuk ancaman terhadap keberlangsungan hayatinya. Sebagai salah satu ekosistem yang rentan, sungai memiliki organisme yang dapat dijadikan bioindikator kualitas lingkungannya. Salah satunya adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos merupakan hewan bentos yang berukuran 1,0 mm atau lebih [1]. Berdasarkan tempat hidupnya zoobentos dibagi menjadi 2 yaitu infauna dan epifauna. Infauna adalah bentos yang hidup didalam substrat perairan. Epifauna adalah bentos yang hidup diatas substrat perairan [2]. Makrozoobentos cukup besar peranannya dalam ekosistem perairan yaitu menguraikan materi organik yang jatuh ke dasar perairan. Makrozoobentos mentransfer energi dari produsen primer ke tingkat trofik berikutnya, selain itu makrozoobentos berperan dalam proses menetralkan lingkungan perairan dengan cara merubah balik limbah organik menjadi sumber makanannya sehingga kondisi perairan menjadi stabil. Makroinvertebrata bentik memiliki beberapa karakteristik yang mudah untuk dipelajari, dan menunjukkan respons yang jelas ketika dihadapkan dengan kondisi lingkungan yang buruk [3].

Struktur komunitas bentik di ekosistem perairan mencerminkan kondisi ekologisnya, termasuk heterogenitas habitat [4] dan kualitas air [5]. Beberapa faktor abiotik seperti suhu, pH, konduktivitas listrik, oksigen terlarut dalam air, komposisi granulometrik dan kandungan bahan organik dalam sedimen, antara lain, menentukan distribusi komunitas makroinvertebrata bentik [6].

Bentos merupakan organisme yang hidup menetap di dasar perairan, bersentuhan langsung dengan sedimen, sehingga berpotensi terpapar secara langsung oleh zat pencemar seperti bahan organik serta logam berat [7]. Bentos memiliki distribusi yang luas, menempati posisi penting dalam rantai makanan, serta memiliki respon yang cepat dibandingkan organisme tingkat tinggi lainnya sehingga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan [7]. Keanekaragaman bentos dapat digunakan sebagai penentu kondisi suatu perairan [7].

Organisme bentos dibedakan menjadi :

- Penggali pemakan deposit (deposit feeder) yang terdiri dari pemakan partikel-partikel dalam sedimen (diatom, bakteri, meiofauna), sedimen berupa lumpur lunak dengan kandungan bahan organik tinggi.
- Pemakan suspensi (suspension feeder). substrat berupa pasir dengan kandungan bahan organik lebih sedikit
- Pembuat tabung, pemakan suspensi/pemakan deposit, umumnya ditemukan dalam substrat lumpur/pasir [2].

Berdasarkan ukuran, organisme bentos dibagi menjadi :

- Makrofauna (makrobentos) : hewan bentik dengan ukuran lebih dari sama dengan 0,5 mm
- Meiofauna (meiobentos) : hewan bentik yang berukuran antara 0,5 hingga 0,1 mm (100µm)
- Mikrofauna (mikrobentos): hewan bentik yang memiliki ukuran kurang dari 0,1mm (100 µm) [2].

Semua organisme air yang hidupnya terdapat pada substrat dasar suatu perairan, baik yang bersifat sesil (melekat) maupun vigil (bergerak bebas) termasuk dalam kategori bentos.

Monkasel atau Monumen Kapal Selam adalah salah satu tempat wisata heritage di kota Surabaya. Daya tarik dari Monkasel adalah monumen kapal selam ini memberikan kontribusi yang berarti banyak bagi masyarakat Surabaya, yaitu dapat menjadi sarana warisan nilai pendidikan sejarah yang merupakan cermin kebesaran bangsa Indonesia sebagai bangsa bahari sehingga memotivasi masyarakat lebih mengenal dan mencintai sejarah kelautan [8]. Sisi Monkasel yang menjadi lokasi penting adalah sisi sungai, dimana pemerintah Kota Surabaya membuat hiasan lampion untuk menambah keindahan

sungai di sisi monumen bersejarah tersebut. Namun, sungai Kalimas yang mengalir merupakan salah satu ekosistem perairan darat yang dapat menjadi ekosistem dengan gangguan yang tinggi terutama dari faktor antropologi. Pemasukan materi-materi dari hasil aksi manusia, menjadi salah satu faktor penting yang dapat mengindikasikan tingkat pencemaran suatu badan perairan.

Oleh karena hal inilah, dilakukan studi awal jenis-jenis makrozoobentos yang terdapat di sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui gambaran awal biodiversitas makrozoobentos sebagai organisme penyusun ekosistem sungai dan bioindikator perairan tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2019 di sungai Kalimas, sisi Monumen Kapal Selam (Monkasel) Surabaya. Pengambilan sampel menggunakan Ekman Grab (Bottom grab) dilakukan pada substrat berpasir dan berlumpur, dengan keadaan terbuka Ekman Grab dibenamkan kedalam dasar perairan. bandul dijatuhkan sehingga bagian bagian dasar alat tertutup rapat. Alat ditarik keatas dan sampel dimasukan kedalam penampungan plastik sampel berlabel dan dimasukkan ke dalam coolbox. Kemudian sampel dibawa ke Laboratorium Ekologi Departemen Biologi Fakultas Sains, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) untuk di identifikasi. Identifikasi sampel bentos menggunakan buku identifikasi bentos. Analisa dilanjutkan dengan menghitung nilai biodiversitasnya menggunakan indeks Shannon-Wiener.

Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener dirumuskan sebagai berikut:

$$H' = -\sum ni/N \times \ln ni/N \tag{1}$$

Keterangan :

- H' = Indeks Keanekaragaman
- ni = Jumlah Individu dalam I Spesies
- Ni = Jumlah total spesies.

Catatan: Kisaran untuk indeks Keanekaragaman Makrobentos (H') dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Kisaran dari nilai Indeks Keanekaragaman Makrobentos (H')

Nilai H'	Keanekaragaman
0 < H' < 2,302	Keanekaragaman Rendah
2,302 < H' < 6,907	Keanekaragaman Sedang
H' > 6,907	Keanekaragaman Tinggi

Indeks dominansi digunakan untuk memperoleh informasi mengenai jenis makrobentos yang mendominasi pada suatu komunitas pada tiap habitat, indeks dominansi [1] yaitu:

$$Di = ni N \times 100\% \tag{2}$$

Keterangan:

- Di= Indeks Dominansi
- ni= Jumlah individu tiap spesies
- N= Total individu semua spesies

Kriteria dominansi ditentukan sebagai berikut: Dominan jika Di > 50% Subdominan (Umum) jika Di 10-50% Tidak dominan (Jarang) jika Di < 10%.

Tabel 2.
Kelimpahan Makrozoobentos di Sungai Kalimas, Monkasel Surabaya

No.	Spesies	ni	pi (%)	D	H'	J
1	<i>Filopaludina javanica</i>	6	7.5	0.00563	0.194	
2	<i>Melanoides tuberculata</i>	3	3.75	0.00141	0.123	
3	<i>Melanoides maculate</i>	4	5	0.00250	0.150	
4	<i>Brotia testudinaria</i>	2	2.5	0.00063	0.092	
5	<i>Cerithium tenellum sp.</i>	1	1.25	0.00016	0.055	
6	<i>Thiara scabra</i>	2	2.5	0.00063	0.092	
7	<i>Vexillum sp.</i>	1	1.25	0.00016	0.055	
8	<i>Ficidae</i>	1	1.25	0.00016	0.055	
Total		20	25	0.01	0.82	0.39

III. HASIL DAN DISKUSI

Organisme yang termasuk makrozoobentos diantaranya adalah crustacea, isopoda, decapoda, oligochaeta, mollusca, nematoda dan annelida. Makrozoobentos dapat mencapai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 3-5 mm pada saat pertumbuhan maksimum. Faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan makrozoobentos adalah faktor fisik-kimia lingkungan diantaranya penetrasi cahaya yang berpengaruh terhadap suhu air, substrat dasar, kandungan unsur kimia seperti oksigen terlarut dan kandungan ion hidrogen (pH) dan nutrien.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Sungai Kalimas, Monkasel ditemukan 8 spesies makrozoobentos dengan jumlah 20 individu. Berikut merupakan tabel daftar jenis makrobentos yang ditemukan pada penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis data tersebut, didapatkan nilai H' adalah 0,82 yang menunjukkan bahwa keanekaragaman rendah karena H<1, dan nilai kemerataan jenis (J) 0,39 yang menunjukkan bahwa spesies tersebar merata. Keanekaragaman yang rendah dari makrozoobentos di suatu perairan dapat terjadi karena banyak faktor lingkungan. Tingkat keanekaragaman organisme yang terdapat di lingkungan perairan tertentu merupakan cerminan variasi daripada toleransinya terhadap kisaran parameter lingkungan. Misal, tingkat kekeruhan suatu perairan, tipe substrat maupun faktor fisik kimia lain seperti DO, BOD, pH maupun adanya komponen polutan yang masuk ke badan perairan. Namun, dalam penelitian ini, sebagai studi awal tidak dapat di simpulkan penyebab utama biodiversitas makrozoobentos yang rendah di sungai Kalimas, sisi Monkasel Surabaya.

Hasil analisis nilai kemerataan (J) 0,39 diketahui bahwa spesies tersebar merata sehingga nilai dominansi tiap spesies rendah (D). Hal ini dapat di asumsikan bahwa tidak ada spesies yang benar-benar mendominasi di perairan sungai Kalimas, Monkasel Surabaya. Adanya dominansi suatu organisme dapat menandakan bahwa tidak semua makrozoobentos memiliki daya adaptasi dan kemampuan bertahan hidup yang sama di suatu tempat. Kandungan bahan organik yang tinggi juga dapat berpengaruh pada kelimpahan organisme jenis tertentu yang bersifat fakultatif, dimana organisme ini tahan terhadap tingginya kandungan bahan organik, sehingga jumlahnya akan

melimpah, bahkan memungkinkan dominasi spesies tertentu dapat terjadi [9].

Dominansi bergantung pola penyebaran makrozoobentos. Adanya indeks dominansi yang berbeda menunjukkan bahwa makrozoobentos bergantung sifat fisik kimia lingkungan seperti suhu, kecepatan arus, oksigen, pH dan faktor pendukung lainnya. Bergantung faktor dispersal artinya suatu tempat mudah didatangi atau tidak ada rintangan maupun hambatan untuk mencampainya, adanya seleksi habitat, kompetisi, predasi [10].

Berdasarkan nilai kelimpahan dapat diketahui bahwa spesies *Filopaludina javanica* memiliki kelimpahan paling tinggi dibandingkan spesies yang lain (6 individu). Keong air tawar genus *Filopaludina*, termasuk dalam suku (Famili) *Viviparidae*, merupakan jenis keong yang umum dikenal di Asia dan Asia Tenggara. Di Indonesia biasa disebut keong tutut, dijumpai menyebar luas hampir di berbagai tipe habitat, seperti sungai, rawa, danau, sawah, kolam baik yang berarus tenang maupun deras. Keong ini juga biasa dikonsumsi masyarakat terutama di daerah Jawa dan Sumatera namun berpotensi pula sebagai inang antara cacing Trematoda (*Echinostoma*) yang dapat menyebabkan penyakit echinostomiasis [11]. Terlihat bahwa keong *Filopaludina javanica* atau biasa disebut keong tutut dijumpai pada setiap sampel. Hal tersebut disebabkan karena *Filopaludina javanica* merupakan jenis keong yang mampu menyebar luas karena kemampuan adaptasinya yang tinggi. Keong ini dapat hidup di danau, rawa, kolam, saluran irigasi dan sungai, biasanya hidup menempel pada batu-batuan atau bersembunyi di dasar berlumpur dan memiliki daerah sebaran yang luas [11]. Nilai kelimpahan diberikan dengan jenis relative tinggi karena dapat dijumpai di lokasi inlet, midlet, maupun outlet perairan [12]. Distribusi jenis ini juga cukup luas meliputi Indonesia dan Philipina, dan di Indonesia sendiri menyebar di Pulau Jawa, Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua.

Makrozoobentos dari waktu ke waktu menjadi lebih populer sebagai bioindikator karena dapat memperlihatkan adanya keterkaitan antara faktor biotik dan abiotik suatu lingkungan. Keanekaragaman makrozoobentos dirasakan sangat penting karena dapat memberikan informasi status kualitas air sungai apakah sudah atau belum tercemar [13]. Makrozoobentos dapat bersifat toleran maupun bersifat sensitif terhadap perubahan lingkungan. Organisme yang memiliki kisaran toleransi yang luas akan memiliki penyebaran yang luas juga. Sebaliknya organisme yang kisaran toleransinya sempit (sensitif) maka penyebarannya juga sempit [1].

Makrozoobentos seperti gastropoda merupakan salah satu hewan yang memiliki peranan penting di dalam ekosistem. Gastropoda merupakan salah satu kelompok hewan dasar yang memegang peranan penting dalam ekosistem darat maupun akuatik yaitu sebagai konsumen primer (Herbivora) dan konsumen sekunder (Karnivora). Selain itu Gastropoda memiliki peranan penting bagi lingkungan perairan, yaitu sebagai indikator kualitas perairan. Peran penting Gastropoda lainnya membantu proses dekomposisi material organik secara mekanis melalui aktivitas makannya. Gastropoda juga memiliki peran penting dalam rantai trofik suatu perairan. Dalam rantai trofik Gastropoda menempati mata rantai grazer dan detritivore. Sebagai grazer, maka makin tinggi kelimpahan

Gastropoda akan mengurangi blooming alga. Sebaliknya, makin sedikit kelimpahan Gastropoda maka makin banyak pula alga yang hidup”.

Pada penelitian ini ditemukan Spesies *Melanoides sp.* yang merupakan bioindikator terjadi pencemaran bahan organik [14]. Hal ini disebabkan karena tingkat toleransi hidup spesies *Melanoides sp.* terhadap bahan pencemar lebih tinggi dibanding spesies lainnya. Sesuai dengan salah satu penelitian, *Melanoides sp.* merupakan spesies indikator yang hidup di perairan yang banyak mengandung bahan organik, juga mampu hidup pada kondisi oksigen terlarut (DO) rendah dengan partikel tersuspensi yang tinggi. *M. granifera* merupakan salah satu bentuk yang bersifat toleran terhadap pencemaran lingkungan. Selain itu, suhu perairan juga dapat menunjang kehidupan *M. granifera*. *Melanoides* mampu hidup dengan baik pada kisaran suhu 18-32°C. *M. granifera* memiliki kemampuan beregenerasi dengan cepat, mampu menghasilkan keturunan dalam waktu yang singkat dan memiliki waktu hidup yang cukup lama. Pada suhu 15°C, *M. granifera* mampu tumbuh menjadi juvenile dalam waktu 24 hari sedangkan pada suhu 25°C mampu tumbuh menjadi juvenile dalam waktu 7 hari sehingga semakin tinggi suhu maka proses pertumbuhan semakin cepat dan kepadatan juga semakin tinggi [7]. Spesies *M. granifera* dapat ditemukan di semua lokasi karena spesies ini mampu bertahan pada kondisi substrat berpasir dengan kandungan bahan organik yang rendah [7].

Spesies lain adalah *Brotia testudinaria*, Spesies ditemukan terutama di sungai yang mengalir deras dan beroksigen tinggi, kadang-kadang juga di danau. Spesies ini merupakan gonochoristic, dan vivipar, mempertahankan telur dan anak muda dalam kantong induk khusus. *Cerithium tenellum* merupakan salah satu siput laut termasuk dalam *Cerithiidae*. *Cerith* adalah herbivora dan detritivora yang merumput di dasar. Sebagian besar ditemukan di daerah tropis. Beberapa terjadi di sepanjang garis pantai Eropa dan sekitar 30 spesies dalam dua genera ditemukan di sepanjang pantai Amerika. Beberapa spesies terjadi di daerah muara hutan bakau yang dekat dengan laut. Hal ini di asumsikan bahwa sungai Kalimas mungkin menjadi habitat bagi *Cerithium sp.* karena adanya masukan air laut dari muara. *Thiara scabra* lebih lanjut sejenis siput air tawar yang termasuk ke dalam suku *Thiaridae*. Siput kecil ini menyebar luas semenjak anak benua India di barat, Asia Tenggara, Kepulauan Nusantara, hingga pulau-pulau di Samudera Pasifik. Ia dikenal dalam bahasa Inggris sebagai *Pagoda tiara*. *Vexillum* adalah genus siput laut kecil hingga sedang, moluska gastropoda laut dalam keluarga *Costellariidae* [15].

Ficidae merupakan salah satu famili yang dapat ditemukan di seluruh dunia, sebagian besar di daerah tropis dan subtropis yang tertutup lumpur dan lumpur. Cangkang spesies di *Ficidae* tipis tetapi kuat. Mereka memiliki aperture besar dan kanal siphonal yang panjang, tetapi puncak yang sangat rendah yang tidak menonjol di atas garis badan tubuh [15].

Keberadaan hewan bentos pada suatu perairan, sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, baik biotik maupun abiotik. Faktor biotik yang berpengaruh diantaranya adalah produsen, yang merupakan salah satu sumber makanan bagi hewan bentos. Faktor-faktor yang mempengaruhi

kehidupan makrobentos ialah pergerakan ombak, bila gerakan gelombang besar di dasar laut maka stabilitas substrat terganggu sehingga dapat mempengaruhi hewan infauna yang hidup dalam substrat. Dan sebaliknya. Salinitas lebih bervariasi tetapi sedikit banyak berubah dan menimbulkan perbedaan ekologi. Suhu, perubahan suhu menjadi isyarat bagi makrobentos untuk memulai atau mengakhiri berbagai aktivitas misalnya reproduksi. Penetrasi cahaya dan persediaan makanan, mempengaruhi kehidupan makrobentos [16].

Pemantauan secara biologi adalah metode pemantauan kualitas air secara sistematis dengan menggunakan indikator biologi (bioindikator). Sedangkan bioindikator adalah kelompok atau komunitas organisme yang keberadaannya atau perilakunya di alam berhubungan dengan kondisi lingkungan, apabila terjadi perubahan kualitas air maka akan berpengaruh terhadap keberadaan dan perilaku organisme tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan [17].

Respon dari beberapa kelompok spesies invertebrata terhadap berbagai macam pencemaran berbeda-beda [18]. Faktor utama penyebabnya adalah karena spesies invertebrata tersebut mempunyai kisaran toleransi yang berbeda-beda dalam menanggapi pencemaran.

Hewan-hewan makrobentos lebih banyak dipakai dalam pemantauan kualitas air karena memenuhi beberapa kriteria di bawah ini:

1. Terdapat dimana-mana dan sering dijumpai pada beberapa habitat akuatik dengan berbagai kondisi kualitas air.
2. sifat hidupnya relatif menetap dan tidak mampu menghindar dari perubahan atau gangguan lingkungan.
3. mempunyai siklus hidup yang panjang sehingga dapat memberikan gambaran perubahan waktu yang disebabkan oleh gangguan.
4. sejumlah besar spesies dapat memberikan respon yang berbeda terhadap kualitas lingkungan.
5. relatif mudah untuk diidentifikasi dibandingkan dengan jenis mikroorganisme yang lain.
6. mudah dalam pengambilan atau pengumpulannya karena hanya dibutuhkan alat yang sederhana.

Adaptasi spesies makrobentos pada perairan akibat pengaruh arus antara lain karena bentuk tubuh pendek dan kuat, contoh pada anemon, tubuh lentur terhadap arus, contoh pada crinodea, bersembunyi/berlindung, contoh pada limpet, mempunyai alat pemegang dan tangkai yang kuat, kebanyakan organisme motil umumnya berupa tangkai, *holdfast*, akar, *basal disc*, sedangkan organisme yang mobile umumnya berupa otot pedal, kaki berjalan dan melompat, kaki tabung [2]. Adaptasi lain makrobentos yaitu mempunyai jangkar penembus sebagai hasil dari gerakan otot sirkular dan transversal, terdapat pada jenis infauna.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Makrozoobentos yang ditemukan di sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya tersusun atas 8 spesies dengan jumlah 20 individu meliputi jenis *Filopaludina javanica*, *Melanoides tuberculata*, *Melanoides maculate*, *Brotia testudinaria*, *Cerithium tenellum*, *Thiara scabra*, *Vexillum sp.*, *Ficidae*. Berdasarkan hasil analisa diketahui nilai

H' adalah 0.82 yang menunjukkan bahwa keanekaragaman rendah karena $H < 1$, dan nilai kemerataan jenis (J) 0,39.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis I.D., A.A., dan C.A.J. mengucapkan terima kasih kepada laboratorium Ekologi, Departemen Biologi Fakultas Sains ITS yang telah memberikan kesempatan dan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung dalam melakukan penelitian studi awal makrozoobentos di sungai Kalimas, Monumen Kapal Selam Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. P. Odum, *Dasar-dasar ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1993.
- [2] J. W. Nybakken, *Marine biology: an ecological approach*, 3rd, illustrated ed. Addison-Wesley Longman, Incorporated, 1992, 1992.
- [3] P. Moreno, J. S. França, W. R. Ferreira, A. D. Paz, I. M. Monteiro, and M. Callisto, "Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a neotropical basin," *Hydrobiologia*, pp. 231–242, 2009.
- [4] J. Heino, T. Muotka, and R. Paavola, "Determinants of macroinvertebrate diversity in headwater streams: regional and local influences," *J. Anim. Ecol.*, vol. 72, no. 3, 2003.
- [5] M. Soldner *et al.*, "Relationship between macroinvertebrate fauna and environmental variables in small streams of the Dominican Republic," *Water Res.*, vol. 38, no. 4, pp. 863–74, 2004.
- [6] J. D. Allan, *Stream Ecology: structure and function of running waters*. London: Chapman & Hall, 1995.
- [7] V. A. Y. Pratami, P. Setyono, and S. Sunarto, "Keanekaragaman, zonasi serta overlay persebaran bentos di Sungai Keyang, Ponorogo, Jawa Timur," *Depik J. Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikan.*, vol. 7, no. 2, pp. 127–138, 2018.
- [8] M. N. Efendi, A. A. N. A. Kumbara, and I. B. K. Surya, "Strategi pengembangan monumen kapal selam sebagai daya tarik wisata di Kota Surabaya," *J. Master Pariwisata*, vol. 3, no. 2, pp. 302–312, 2017.
- [9] A. Mushthofa, S. Rudiyaning, and M. R. Muskanonfolo, "Analisis struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas perairan sungai wedung Kabupaten Demak," *Manag. Aquat. Resour. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 81–88, 2014.
- [10] D. Permana, "Keanekaragaman Makrobentos di Bendungan Bapang dan Bendungan Ngablabaan Sragen," Surakarta, 2003.
- [11] R. Marwoto and A. S. Nurinsyah, "Keanekaragaman keong air tawar marga *Filopaludina* di Indonesia dan status taksonominya (Gastropoda: Viviparidae)," in *Seminar Nasional Moluska 2 "Moluska: Peluang Bisnis dan Konservasi"*, 2009.
- [12] R. M. Marwoto and N. R. Isnainingsih, "Tinjauan keanekaragaman moluska air tawar di beberapa situ di das Ciliwung - Cisadane," *Ber. Biol.*, vol. 13, no. 2, pp. 181–189, 2014.
- [13] S. R. Nangin, M. L. Langoy, and D. Y. Katili, "Makrozoobentos sebagai indikator biologis dalam menentukan kualitas air sungai suhuyon Sulawesi Utara," *J. MIPA Unsrat*, vol. 4, no. 2, pp. 165–168, 2015.
- [14] M. Ridwan, R. Fathoni, I. Fatihah, and D. A. Pangestu, "Struktur komunitas makrozoobentos di empat muara sungai cagar alam pulau dua, Serang, Banten," *Al-Kaunyah J. Biol.*, vol. 9, no. 1, pp. 57–65, 2016.
- [15] WoRMS, "World Register of Marine Species: WoRMS," 2019. [Online]. Available: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=740367>.
- [16] M. Jasin, *Sistematik hewan : (invertebrata dan vertebrata)*. Surabaya: Sinar Wijaya, 1984.
- [17] Arisandi, "Mangrove Jenis Api-api (*Avicennia marina*) Alternatif Pengendalian Logam Berat Pesisir," 2001.
- [18] H. A. Hawkes, "Invertebrate indicators of river water quality," in *Proceeding of Symposium on Biological Indicators of Water Quality*, 1978, pp. 12–45.