

The Effect of Rock Mining on the Macrozoobenthos Community in the Logawa River

Eti Wahyuningsih^{1*}, Nur Laila Rahayu², Musyarif Zaenuri³
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulam Purwokerto

ABSTRACT: This study aims to determine the macrozoobenthic community, the effect of rock mining on the macrozoobenthic community, and the water quality of the Logawa River. The research method used is purposive random sampling technique at 5 stations with 3 replications. The results showed that species richness, individual abundance and diversity were low at several stations because not all macrozoobenthos had a tolerance value for living in waters where sediment conditions had been affected by rock mining. Meanwhile, the dominance index value of the high category at station 3 was due to the effects of rock mining which caused macrozoobenthos who were intolerant of rock mining to move, so that only macrozoobenthos that were resistant to such conditions survived and dominated the area. Water quality for macrozoobenthos is still quite good based on the measurement results.

Keywords: rock mining, macrozoobenthos community, water quality, logawa river

Corresponding Author: etiwahyuningsih128@gmail.com

Pengaruh Penambangan Batu Terhadap Komunitas Makrozoobentos di Sungai Logawa

Eti Wahyuningsih^{1*}, Nur Laila Rahayu², Musyarif Zaenuri³
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Nahdlatul Ulam Purwokerto

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komunitas makrozoobentos, pengaruh penambangan batu terhadap komunitas makrozoobentos, serta kualitas air di Sungai Logawa. Metode penelitian yang digunakan adalah teknik *purposive random sampling* pada 5 stasiun dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian diperoleh kekayaan spesies, kelimpahan individu dan keanekaragaman yang rendah pada beberapa stasiun dikarenakan tidak semua makrozoobentos memiliki nilai toleransi untuk hidup pada perairan yang kondisi sedimennya sudah terpengaruh oleh penambangan batu. Sementara itu, nilai indeks dominansi kategori tinggi pada stasiun 3 dikarenakan akibat dari penambangan batu yang menyebabkan makrozoobentos yang tidak toleran dengan penambangan batu akan berpindah, sehingga hanya makrozoobentos yang tahan terhadap kondisi demikian yang bertahan dan mendominasi daerah tersebut. Kualitas air untuk kehidupan makrozoobentos masih cukup baik berdasarkan pada hasil pengukuran.

Kata kunci: penambangan batu, komunitas makrozoobentos, kualitas air, sungai logawa

Submitted: 11 february 2022; Revised: 24 february; Accepted: 26 february

Corresponding Author: etiwahyuningsih128@gmail.com

PENDAHULUAN

Indonesia banyak memiliki perairan sungai dan komponen perairan yang menyertainya, saat ini terdapat 5950 Daerah Aliran Sungai yang tercatat di Kementerian Lingkungan Hidup (Tamrin *et.al.*, 2018). Secara hidrologis sungai berperan sebagai jalur transport terhadap aliran permukaan, yang mampu mengangkut berbagai jenis bahan dan zat. Secara ekologis sungai merupakan habitat bagi berbagai jenis organisme air yang dapat memberikan gambaran kualitas dan kuantitas dari hubungan ekologis yang terdapat didalamnya. Sungai merupakan suatu sistem yang dinamis dengan segala aktivitas yang berlangsung antara komponen lingkungan didalam dan sekitarnya. Dinamika tersebut akan menyebabkan suatu sungai berada dalam keseimbangan ekologis selama tidak menerima bahan- bahan asing dari luar. Pada batas kisaran tertentu pengaruh bahan asing masih dapat ditolerir dan kondisi keseimbangan masih dapat dipertahankan (Barus, 2020).

Penambangan batu di Sungai Logawa secara berlebihan berdampak buruk pada Sungai Logawa karena memberi efek rusaknya tebing sungai, menurunnya kapasitas sungai, penurunan kualitas tanah yang akan menyebabkan terjadinya erosi dan pendangkalan sungai (sedimentasi), menurunnya kualitas air dan udara, meningkatnya kebisingan serta meningkatnya sedimen yang terhanyut di badan sungai dan rusaknya habitat sungai. Menurut Kementerian Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat dalam Suasira *et.al.*, 2019, penilaian kerusakan sungai akibat penambangan dinilai dari dua hal yaitu kondisi fisik sungai dan operasional penambangan. Kegiatan penambangan batu yang terjadi di Kecamatan Kedungbanteng dan Purwokerto Barat, selain keruh, air sungai juga tercemar oli karena aktivitas penambangan menggunakan mesin di sepanjang aliran sungai. Penambangan batu (penambangan golongan C) yang dilakukan terus menerus dalam jangka panjang diduga dapat merubah ekosistem sungai Logawa. Umumnya pada habitat yang baik, kelimpahan makrozoobentos akan tinggi atau sebaliknya. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambangan batu terhadap komunitas makrozoobentos di Sungai Logawa.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Sungai merupakan aliran air tawar memanjang yang mengalir (*lotic*) secara terus menerus dari hulu (sumber) ke hilir (muara) dan membawa berbagai materi baik organik maupun organik (Syarifudin dalam Prayitno dan Rukayah, 2019). Sungai bagian hulu dicirikan dengan badan sungai yang dangkal, sempit, tebing curam dan tinggi, berair jernih dan mengalir cepat, serta mempunyai populasi (baik jenis maupun jumlah) biota yang sedikit. Sungai bagian hilir umumnya lebih lebar, tebingnya curam atau landai, badan air dalam, keruh, aliran air lambat, dan populasi biota air di dalamnya termasuk banyak, tetapi jenisnya kurang bervariasi. Sedangkan muara adalah bagian sungai yang berbatasan dengan laut. Di bagian sungai ini mempunyai tebing landai dan dangkal, badan air dalam, keruh serta mengalir lambat. Pada

saat air laut pasang, air sungai mengalir ke hulu. Ketinggian permukaan badan air sangat dipengaruhi oleh pasang dan surutnya air laut. Populasi air relatif banyak karena beberapa jenis ikan laut masuk ke muara sungai (Ghufran & Kordi, 2008).

Sungai merupakan perairan umum daratan yang penting dalam mendukung kekayaan jenis ikan di suatu wilayah. Sungai merupakan ekosistem yang kompleks dengan tiga dimensi yaitu longitudinal, vertikal dan lateral (Huer & Lamberti, 2007). Secara fungsional, sungai merupakan tempat penyimpanan dan penyedia air, media transportasi, sumber makanan tempat pembuangan limbah dalam kapasitas tertentu (Septiana dalam Buwono *et. al.*, 2017).

Sebagai perairan mengalir, Sungai Logawa berada di daerah Purwokerto yang alirannya dari Curug Gede Desa Ketenger Kecamatan Baturaden sebagai daerah hulu menuju Desa Sidabowa Kecamatan Patikraja sebagai daerah hilir. Salah satu biota di Sungai Logawa adalah makrozoobentos. Makrozoobentos merupakan salah satu keanekaragaman hayati yang menyusun ekosistem sungai. Keanekaragaman hayati berperan sebagai kestabilan ekosistem, sumber plasma nutfah dan sumber ekonomi. Hilang atau punahnya salah satu keanekaragaman hayati dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem (Wahyuni dan Zakaria, 2018). Makrozoobentos merupakan salah satu keanekaragaman hayati penyusun ekosistem sungai. Keberadaannya dalam ekosistem sungai dapat dipengaruhi adanya kegiatan manusia. Proses pembangunan atau penambangan disekitar sungai dapat berdampak bagi kelangsungan hidup makrozoobentos. Rusaknya substrat dasar perairan akibat endapan lumpur dan kegiatan penambangan mengurangi kelimpahan dan produksi bentos (Soegianto, 2019). Makrozoobentos memiliki keanekaragaman bentuk, ukuran, habitat serta distribusi jenis berdasarkan perbedaan ruang dan waktu sehingga membutuhkan pengetahuan tentang pengelompokan atau pengklasifikasian makrozoobentos (Burhanuddin, 2010).

B. Makrozoobentos

Makrozoobentos merupakan organisme tumbuhan dan hewan yang hidup menempel atau didalam substrat. Baik pada substrat pasir, lumpur, kerikil, maupun batuan, serasah, potongan kayu, dan lain-lain dengan gerakan relatif terbatas (Odum, 1998). Zoobentos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan, baik yang sesil, merayap maupun menggali lubang (Odum, 1998). Makrozoobentos merupakan biota perairan yang dengan mudah terpengaruh oleh adanya bahan pencemar, baik fisika, kimia, biologi, lumpur, pasir dan arus air yang kuat. Hal ini disebabkan karena zoobentos tidak dapat bergerak cepat dan habitatnya di dasar yang pada umumnya merupakan tempat penimbunan bahan pencemar, lumpur dan pasir. Hewan ini memegang peranan penting dalam penghancur dan mineralisasi material organik yang memasuki perairan serta menduduki beberapa tingkatan dalam rantai makanan.

Berdasarkan cara hidupnya, makrozoobentos dibedakan atas 2 kelompok yaitu infauna dan epifauna. Infauna adalah kelompok zoobentos yang hidup terbenam di dalam lumpur (berada di dalam substrat), sedangkan epifauna adalah kelompok zoobentos yang hidup menempel di permukaan dasar perairan (Hutchinson, 1993 dalam Sinaga, 2009). Krebs (1989) dalam Putra (2013) menyatakan bahwa faktor biotik perairan yang mempengaruhi komunitas hewan bentos adalah kompetisi baik persaingan terhadap ruang hidup dan makanan (alga dan hewan kecil), pola siklus hidup dan predator (pemangsa) serta tingkat produktivitas primer. Masing-masing faktor biotik tersebut dapat berdiri sendiri, namun ada kalanya faktor tersebut saling berinteraksi secara bersama-sama mempengaruhi komunitas pada suatu perairan. Selain itu, keberadaan hewan bentos dalam suatu ekosistem perairan juga dipengaruhi oleh faktor abiotik.

Menurut Zairon (2003), berdasarkan cara dari setiap makrozoobentos dalam memperoleh makanannya, zoobentos dibagi ke dalam beberapa kelompok yaitu:

1. Filter feeder atau sering disebut suspension feeder adalah hewan yang makan dengan menyaring padatan tersuspensi dan partikel makanan dari air, biasanya dengan melewati air melalui struktur penyaringan khusus. Contohnya seperti Mollusca, spons, bivalvia, beberapa jenis Echinodermata dan crustacea yang memiliki tubuh keras. Proses ini dapat terjadi pada daerah yang berpasir.
2. Deposit feeders adalah binatang atau hewan yang mengkonsumsi sisa-sisa makanan pada substrat di bagian bawah air atau substrat dasar. Seperti polychaetes yang memiliki permukaan tubuh yang lunak. Ikan, binatang laut, siput, cumi, dan crustacea yang merupakan predator pada substrat berlumpur.
3. Grazer, memakan alga seperti kelompok perifiton, misalnya gastropoda.
4. Predator memakan organisme benthik lainnya misalnya hirudinae.

Menurut Zairon (2003), berdasarkan kepekaan terhadap tingkat pencemaran yang disebabkan oleh bahan organik, maka makrozoobentos dapat dikelompokkan:

1. Intoleran, yaitu makrozoobentos yang mampu bertahan hidup dalam kisaran kondisi lingkungan yang sempit dan mempunyai daya adaptasi yang rendah serta jarang dijumpai di perairan yang kaya akan bahan organik. Yang termasuk kelompoknya adalah ephemeroptera, trichoptera, piccoptera.
2. Fakultatif yaitu makrozoobentos yang hidup dalam kisaran kondisi lingkungan yang luas dibanding kelompok intoleran dan daya adaptasi terhadap bahan organik relatif tinggi, yang termasuk kelompok ini diantaranya adalah odonata, beberapa jenis gastropoda atau siput/keong dan crustacea, misalnya corbula sp.
3. Toleran, yaitu makrozoobentos yang hidup dan berkembang pada kondisi lingkungan yang buruk (kaya organik) misalnya Tubificidae (Tubificoides benedini).

C. Klasifikasi Makrozoobentos

Pengelompokkan makrozoobentos selanjutnya lebih banyak diarahkan kepada zoobentos, misalnya berdasarkan tempat hidup, ukuran, makanan dan cara makan serta kepekaan terhadap tingkat pencemaran. Menurut Pennak (1978), makrozoobentos terdiri dari 14 kelas dan umumnya ditemukan 6 kelas yaitu:

1. Protozoa, merupakan organisme satu sel yang mempunyai alat gerak, hidup secara soliter atau berkoloni dan simetri tubuh umumnya asimetri atau simetri bulat. Reproduksi dengan cara seksual dan aseksual. Contohnya Amoeba dan Vorticella.
2. Turbellaria, merupakan cacing pipih yang hidup di air tawar yang berbentuk bulat memanjang. Warna tubuh umumnya hitam. Contohnya planaria, yaitu organisme yang hidup pada perairan air bersih dan memiliki bintik mata, familianya Planariidae.
3. Nematoda, merupakan cacing yang hidup di perairan tidak memiliki alat gerak dan tidak bersegmen, bentuk tubuh bulat panjang atau silindris, memiliki kutikula yang tebal dan dinding tubuh terdiri dari 3 lapisan. Belum memiliki system respirasi. Contohnya *Ascaris lumbricoides*, familinya Ascoridciidae.
4. Annelida, merupakan cacing yang memiliki tubuh seperti cacing pita, memiliki alat gerak berupa bulu-bulu kaku (setae) pada tiap ruas, tubuh panjang dan bersegmen, alat ekskresi berupa sepasang nephrida pada tiap segmen, respirasi dengan kulit dan branchia, umumnya bersifat hemaprodit. Contohnya tubifex dan Helabodella.
5. Insecta, merupakan kelompok hewan yang memiliki kaki bersegmen, memiliki 3 pasang extremitas, sepasang antena, sepasang mata dan mulut dianterior, tubuh terbagi 3 bagian utama adalah caput, thorax dan abdomen. Alat ekskresi berupa tabung malpigh, system saraf tangga tali, pada antenna terdapat indera pembau, memiliki sepasang mata majemuk, seks terpisah dan terdiri beberapa ordo yaitu Diptera, Tricoptera, Plecoptera, Ephemeroptera, Odonata dan Coleoptera.
6. Mollusca, memiliki tubuh simetris bilateral simetris dan tidak bersegmen, umumnya memiliki cangkang, memiliki extremitas, bentuk tubuh bervariasi, organ digesti, respirasi, ekskresi dan reproduksi lengkap. Terdiri dari 2 kelas yaitu gastropoda contohnya *Fluminicola muttaliana* yaitu hewan yang memiliki cangkang yang tebal, berbentuk lonjong dan berwarna hitam. Famili dari molusca yaitu Tridacnidae, Haliotidae, Cypraeidae, Strombiade, dan Cerihiidae.

D. Faktor Fisika dan Kimia

Kehidupan makrobentos dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia air sungai (David, 2008). Faktor kimia yang berpengaruh meliputi kandungan oksigen terlarut dan pH (Handayani, *et.al.*, 2001). Suhu perairan merupakan salah satu faktor lingkungan penting yang dapat mempengaruhi kehidupan bentos. Pada umumnya makrobentos sensitif terhadap perubahan suhu air (Parker, 2012). Susanto dan Fadlilah tahun 2017 melaporkan bahwa perairan Sungai di Logawa masih layak untuk mendukung kehidupan makrozoobentos.

Total Dissolved Solid (TDS) merupakan padatan terlarut yang mempunyai ukuran lebih kecil dibandingkan padatan tersuspensi (Slamet dalam Ningrum, 2018). TDS biasanya terdiri atas zat organik, garam organik dan gas terlarut. Efek TDS terhadap kesehatan tergantung pada spesies kimia penyebab masalah tersebut. Benda padat di dalam air tersebut berasal dari banyak sumber, organik seperti daun, lumpur, plankton, serta limbah industri dan kotoran. Sumber lainnya bisa berasal dari limbah rumah tangga, pestisida, dan banyak lainnya. Sedangkan, sumber anorganik berasal dari batuan dan udara yang mengandung kalsium bikarbonat, nitrogen, besi, fosfor, sulfur, dan mineral lain (Santoso dalam Ningrum, 2018).

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil daripada sedimen, seperti bahan organik tertentu, tanah liat dan lainnya. Partikel menurunkan intensitas cahaya yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan hewan, kotoran manusia dan limbah industri (Aswir dalam Ningrum, 2018).

Kecepatan arus menentukan jenis dan volume endapan yang terdapat di dasar sungai. Kecepatan arus juga berpengaruh signifikan dalam menentukan distribusi jenis partikel dasar atau batuan sungai. Perubahan komposisi substrat dasar sungai dan alirannya memberikan pengaruh terhadap adaptasi biota di dalamnya. Jika kecepatan aliran air menurun ikan yang berkumpul adalah spesies ikan limnophilic. Sebaliknya jika aliran air meningkat maka spesies rheophilic akan terbentuk (Kurniawan, 2018).

Fosfat dan nitrat merupakan zat hara yang penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan (Ferianita-Fachrul *et.al*, 2005). Namun bila kedua zat ini konsentrasinya sangat besar di perairan dan melebihi nilai ambang batas maka terjadi eutrofikasi (pengayaan zat hara) yang ditandai dengan terjadinya *blooming* fitoplankton menyebabkan kematian berbagai jenis biota laut (Simanjuntak, 2012).

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah parameter yang umumnya dipakai untuk mengenal adanya pencemaran dalam air. COD mencerminkan kebutuhan bahan kimia yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan pencemar yang ada dalam air. Oleh karena itu, nilai COD yang tinggi menunjukkan air tercemar berat (Herlambang, 2006). COD menunjukkan kebutuhan jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi zat-zat polutan di dalam air. COD juga dapat menggambarkan bahan organik yang terdapat dalam air (PJT1, 2014).

Oksigen terlarut merupakan faktor yang sangat penting dalam ekosistem air, terutama dibutuhkan untuk respirasi bagi sebagian besar organisme air. Sebagian kecil organisme air tidak tergantung kepada kelarutan oksigen dalam air, seperti beberapa larva insekta yang akan bergerak ke permukaan air untuk mengambil oksigen dari atmosfer. Sebagian besar organisme yang memiliki sistem respirasi melalui insang dan kulit akan secara

langsung terpengaruh dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air (Barus, 2020).

METODOLOGI

Waktu dan Lokasi: Penelitian ini dilakukan di Sungai Logawa dan Laboratorium Sains Terpadu UNU Purwokerto pada bulan Agustus 2021 s/d Januari 2022.

Alat dan bahan Penelitian: Bahan-bahan yang digunakan antara lain Spesimen makrozoobentos, sampel air yang diambil di Sungai Logawa, larutan KmnO_4 , MnSO_4 , KOH-KI, $\text{Na}_2\text{S}_3\text{O}_3$ 0,025 N, H_2SO_4 pekat, asam oksalat 0,01 N, indikator amilum, formalin 4 % dan aquades. Alat-alat yang digunakan antara lain jaring surber, botol winkler, inkubator, hot plate, statif, buret, botol Erlenmeyer, gelas ukur, pipet tetes, botol plastik, keeping secchi, thermometer, kertas pH universal, stopwatch, GPS, ember plastik, meteran, alat tulis, penggaris dan millimeter blok.

Rancangan Penelitian: Penelitian dilakukan dengan metode survai dengan teknik pengambilan sampel *purpossive random sampling*.

Tabel 1. Stasiun Pengambilan Sampel

St.	Titik Koordinat	Desa	Karakteristik
1	7°21'57.83"S 109°10'49.33"E	Sunyalangu	Berbatu dan berpasir
2	7°23'2.76"S 109°11'19.56"E	Dawuhan Wetan	Berbatu dan berpasir
3	7°25'11.18"S 109°11'42.90"E	Karanglewas Lor	Berbatu
4	7°25'51.86"S 109°11'44.10"E	Karanglewas kidul	Berpasir, ada tanah cadas, berbatu
5	7°29'43.86"S 109°13'1.08"E	Patikraja	Berpasir dan berlumpur

Variabel Penelitian: Variabel utama yang diamati adalah makrozoobentos di Sungai Logawa, sedangkan variabel pendukung yang diamati adalah parameter fisika meliputi suhu air dan udara, kecepatan arus, kedalaman, penetrasi cahaya dan parameter kimia meliputi kandungan oksigen terlarut, pH, COD, TDS, TSS, fosfat dan nitrat.

Pengambilan sampel makrozoobentos: Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan di 5 stasiun yang telah ditetapkan dengan ulangan 3 kali menggunakan alat jaring surber. Hasil tangkapan dimasukkan ke dalam kantong plastik berdasarkan tempat pengambilan sampel, kemudian diawetkan dengan formalin. Makrozoobentos yang diperoleh diidentifikasi sampai tingkat spesies di laboratorium Sains Terpadu UNU Purwokerto.

Pengukuran Parameter Fisika: Suhu air dan udara diukur menggunakan thermometer raksa. Kecepatan arus diukur menggunakan botol pelampung yang diikatkan pada tali. Kedalaman diukur dengan cara memasukkan pemberat yang telah diikatkan dengan tali ke dalam perairan. Penetrasi cahaya matahari diukur menggunakan keeping secchi.

Pengukuran Parameter Kimia: Pengukuran oksigen terlarut menggunakan metode Winkler. Rumus:

$$\text{Oksigen terlarut} = \frac{1000}{100} \times p \times q \times 8$$

Keterangan:

P = Volume larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

Q = Normalitas larutan

8 = Bobot setara larutan

Pengukuran pH dengan menggunakan kertas pH universal.

Pengukuran COD dengan metode Titrimetri. Rumus:

$$\text{Kadar COD} = \frac{1000}{100} \times ((10 + a) F - 10) \times 0,01 \times 31,6 \text{ mg/l}$$

$$\text{Faktor koreksi} = \frac{10}{\text{ml KMnO}_4}$$

Pengukuran TDS dan TSS dengan metode gravimetri.

Parameter komunitas makrozoobentos:

Kekayaan spesies ditentukan dengan menjumlah spesies pada tiap strata.

Kelimpahan individu makrozoobentos dihitung menggunakan rumus:

$$KI = \frac{Ni}{A}$$

Keterangan :

KI : Kelimpahan jenis (ind/m²)

Ni : Jumlah spesies jenis ke-i (ind)

A : luas area pengamatan (m²)

Keanekaragaman makrozoobentos dihitung menggunakan indeks Shannon-Wiener.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Keterangan:

H' = indeks keragaman

s = jumlah spesies

$p_i = n_i/N$

n_i = jumlah individu spesies ke-i

N = jumlah total individu seluruh spesies

Dominansi makrozoobentos ditentukan menggunakan Indeks Dominansi Simpson

$$D = \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N - 1)}$$

Keterangan:

n_i = jumlah individu suatu spesies

N = jumlah total individu semua spesies

D = 0, menunjukkan hanya ada satu spesies yang dominan pada suatu komunitas

D = 1, menunjukkan bahwa spesies pada suatu komunitas tidak ada yang dominan.

Metode Analisis: Parameter fisika perairan, parameter kimia perairan dan parameter struktur komunitas makrozoobentos dianalisis secara deskriptif.

HASIL PENELITIAN

1. Kekayaan Spesies dan Kelimpahan Individu Makrozoobentos

Berdasarkan hasil penelitian, kekayaan spesies dan kelimpahan individu makrozoobentos pada masing-masing stasiun tertera pada tabel 2.

Tabel 2. Kekayaan Spesies Dan Kelimpahan Individu Makrozoobentos

No.	Famili	Nama Spesies	Stasiun					Kelimpahan Individu (Ind/m ²)
			1	2	3	4	5	
1	Buccinidae	<i>Anentome Helena</i>	-	-	-	-	1	1
2	Viviparidae	<i>Filopaludina javanica</i>	-	1	-	-	-	1
3	Lymnaeidae	<i>Lymnaea rubignosa</i>	16	10	-	3	1	30
4	Thiaridae	<i>Melanoides rustica</i>	-	-	-	-	159	159
		<i>Melanoides tuberculata</i>	4	-	4	-	185	193
		<i>Terebia granifera</i>	-	-	-	-	1	1
		<i>Thiara scabera</i>	1	3	3	-	18	25
5	Pachychilidae	<i>Sulcospira testudinaria</i>	23	36	55	25	99	238
6	Baetidae	<i>Baetis fuscatus</i>	-	-	-	4	-	4
		<i>Baetis Tricoudatus</i>	-	3	-	-	-	3
7	Chironomidae	<i>Dicrotendipes septemmaculatus</i>	-	2	-	-	-	2
8	Hydropsychidae	<i>Hydropsychidae</i>	-	-	-	8	-	8
		<i>Ceumatopsike</i>	-	-	-	8	-	8
9	Perlodidae	<i>Isoperia orata</i>	-	-	-	4	-	4
10	Hemiptera	<i>Mecistogaster simpleta</i>	-	-	-	-	1	1
11	Elminae	<i>Stenelmis canaliculata</i>	-	-	-	2	-	2
12	Machilidae	<i>Thysanura sp</i>	-	-	-	-	2	2
13	Palaemonidae	<i>Paranthelpusa bogorensis</i>	-	-	-	-	1	1
14	Lumbricidae	<i>Lumbricus lubellus</i>	-	-	1	-	-	1
Kelimpahan individu (individu/m ²)			44	55	63	46	468	676
Kekayaan spesies			4	6	4	6	10	

Berdasarkan Tabel 2, kekayaan spesies diperoleh 18 spesies dari 14 famili yaitu Buccinidae, Viviparidae, Lymnaeidae, Thiaridae, Pachychilidae, Baetidae, Chironomidae, Hydropsychidae, Perlodidae, Hemiptera, Elminae, Machilidae, Palaemonidae, dan Lumbricidae. Kekayaan spesies di stasiun 1 sebanyak 4 spesies dengan 44 individu/ m², stasiun 2 sebanyak 6 spesies dengan 55 individu/ m², stasiun 3 sebanyak 4 spesies dengan 63 individu/ m², stasiun 4 sebanyak 6 spesies dengan 46 individu/ m², dan stasiun 5 sebanyak 10 spesies dengan 468 individu/ m². Makrozoobentos yang ditemukan sekitar 4-10 spesies pada lima stasiun. Stasiun 5 memiliki jumlah spesies tertinggi yaitu 10

spesies. Spesies terendah terdapat di stasiun 1 dan 3 yaitu 4 spesies. Total kelimpahan individu selama penelitian yaitu 676 individu/ m² dari 18 spesies, kelimpahan individu terendah terdapat di stasiun 1 yaitu 44 individu/ m², sedangkan kelimpahan individu tertinggi terdapat pada stasiun 5 yaitu 468 individu/m².

2. Keanekaragaman (H') dan Dominansi (C)

Berdasarkan hasil penelitian, keanekaragaman dan dominansi pada masing-masing stasiun tertera pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Keanekaragaman (H') Dan Dominansi (D)

St.	Jumlah Spesies	Jumlah Individu	H'	D
1	4	44	1,011 (Sedang)	0,4143 (Sedang)
2	6	55	1,062 (Sedang)	0,475 (Sedang)
3	4	63	0,5043 (Rendah)	0,7687 (Tinggi)
4	6	46	1,16 (Sedang)	0,4064 (Sedang)
5	10	468	1,441(Sedang)	0,2786 (Rendah)

Nilai indeks keanekaragaman dapat dilihat pada tabel 3. Keanekaragaman selama penelitian berkisar antara 0,5043-1,441, rentang nilai tersebut menandakan bahwa kategori keanekaragaman berada pada kategori rendah sampai sedang. Keanekaragaman terendah pada sungai logawa terdapat di stasiun 3 yang berada di Desa Karanglewas Lor dengan nilai indeks 0,5043 yang termasuk dalam kategori rendah. Pada tabel 3, terdapat tiga kategori dominansi yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi pada Sungai Logawa terdapat pada stasiun 3 dengan nilai indeks 0,7687 yang termasuk dalam kategori tinggi. Sementara itu, nilai indeks dominansi dengan kategori sedang terdapat di stasiun 1 dengan nilai indeks nilai 0,4143, stasiun 2 dengan nilai indeks 0,475, dan stasiun 4 dengan nilai indeks 0,4046. Nilai indeks dominansi dengan kategori rendah terdapat di stasiun 5 dengan nilai indeks nilai 0,2786.

3. Parameter lingkungan

Berdasarkan hasil penelitian, parameter lingkungan pada masing-masing stasiun akibat aktivitas dari penambangan batu tertera pada tabel 4.

Tabel 4. Parameter Lingkungan

Parameter Lingkungan	Satuan	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5
Fisika:						
Suhu Air	⁰ C	24-26	25-29	27-29	28-29	27-29
Suhu Udara	⁰ C	29-32	30-32	30-32	30-31	26-30
Kecerahan	cm	49-90	56-80	39,5-40	31-38,5	30-35,5
TSS	mg/l	59-69	67-74	72-82	73-93	78-88
TDS	mg/l	94-103	105-110	113-125	123-135	128-140
Arus	m/s	2,01-2,15	1,53-2,10	1,52-1,99	0-0,3	0-0,3
Kimia:						
pH	-	7-8	7-8	7-8	8	7-8
DO	mg/l	12,9-13,1	9,12-11,72	8,96-12,8	8,54-11,12	7,4-9,36
COD	mg/l	11,10-14,92	11,22-14,71	12,40-15,14	13,13-16,80	15,03-17,16
Nitrat	mg/l	2,88-3,42	3,09-5,09	3,60-4,19	3,72-5,33	3,11-5,86
Fosfat	mg/l	0,02-0,02	0,02-0,03	0,02-0,03	0,03-0,04	0,03-0,03

Parameter lingkungan yang diukur meliputi parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika antara lain suhu air, suhu udara, kecerahan, TSS, TDS, dan kecepatan arus, sedangkan parameter kimia antara lain pH, DO, COD, nitrat, dan fosfat. Berdasarkan tabel 4 suhu udara tertinggi terdapat di stasiun 3 yaitu 30-36 ⁰C, suhu air tertinggi terdapat di stasiun 4 yaitu 28-29 ⁰C, kecerahan tertinggi terdapat di stasiun 1 yaitu 49-90 cm, Kecepatan arus tertinggi terdapat di stasiun 5 yaitu 0-5,03 m/s. pH tertinggi terdapat di stasiun 4 yaitu 8, DO tertinggi terdapat di stasiun 1 yaitu 12,9-13,1 mg/l, COD tertinggi terdapat di stasiun 5 yaitu 15,03-17,16 mg/l, TSS tertinggi terdapat di stasiun 5 yaitu 78-88 mg/l, TDS tertinggi terdapat di stasiun 5 yaitu 128-140 mg/l, nitrat tertinggi terdapat di stasiun 5 yaitu 3,11-5,86 mg/l, dan fosfat tertinggi terdapat di stasiun 4 yaitu 0,03-0,04 mg/l.

PEMBAHASAN

Makrozoobentos yang ditemukan sekitar 4-10 spesies pada lima stasiun. Stasiun 5 memiliki jumlah spesies tertinggi yaitu 10 spesies. Spesies terendah terdapat di stasiun 1 dan 3 yaitu 4 spesies. Hal tersebut dikarenakan stasiun 5 merupakan muara dari Sungai Logawa. Muara Sungai Logawa yaitu pertemuan dengan Sungai Serayu. Muara sungai memiliki jenis spesies lebih beragam dibandingkan dengan bagian hulu dan tengah dikarenakan adanya pengkayaan nutrien. Hal ini sesuai dengan pernyataan Payne (1986) yang menyatakan bahwa jumlah spesies cenderung meningkat dari hulu dan tengah ke muara disebabkan oleh semakin banyaknya sumber makanan, tempat berenang dan tempat untuk bersembunyi.

Total kelimpahan individu selama penelitian yaitu 676 individu/ m² dari 18 spesies, kelimpahan individu terendah terdapat di stasiun 1 yaitu 44 individu/ m² karena tidak semua makrozoobentos memiliki nilai toleransi untuk hidup pada perairan yang kondisi sedimennya sudah terpengaruh oleh aktivitas penambangan batu, sedangkan kelimpahan individu tertinggi

terdapat pada stasiun 5 yaitu 468 individu/m². Kelimpahan individu dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan seperti faktor fisika yaitu suhu air, suhu udara, kecerahan, TSS, TDS, kecepatan arus dan faktor kimia yaitu pH, DO, COD, Nitrat, dan Fosfat. Pada stasiun 5, suhu air berkisar antara 27-29 °C, suhu udara 26-30 °C, kecerahan 30-35,5 cm, TSS 78-88 mg/l, TDS 128-140 mg/l, Kecepatan arus 0-5,03 cm/s, pH 7-8, BOD 4,28-5,62 mg/l. COD 15,03-17,16 mg/l, nitrat 3,11-5,86 mg/l, dan fosfat 0,3 mg/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, pada stasiun 5 masih dibawah baku mutu air sungai untuk kehidupan biota sungai. Pada stasiun 5, kondisi substrat terdiri dari lumpur dan berpasir. Kelimpahan individu setiap spesies berhubungan dengan pola adaptasi masing-masing spesies, seperti tersedianya berbagai tipe substrat, makanan, dan kondisi lingkungan.

Keanekaragaman (H') menggambarkan keadaan populasi organisme secara matematis agar mempermudah dalam menganalisis informasi jumlah individu masing-masing jenis pada suatu komunitas. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan dari Shannon-Wiener. Nilai indeks keanekaragaman dapat dilihat pada tabel 3. Keanekaragaman selama penelitian berkisar antara 0,5043-1,441, rentang nilai tersebut menandakan bahwa kategori keanekaragaman berada pada kategori rendah sampai sedang. Keanekaragaman terendah pada sungai logawa terdapat di stasiun 3 yang berada di Desa Karanglewas Lor dengan nilai indeks 0,5043 yang termasuk dalam kategori rendah karena kualitas perairan yang terpengaruh oleh aktivitas penambangan batu, dan tertinggi pada stasiun 5 dengan nilai indeks 1,441.

Menurut Nurfitriani (2017), tinggi rendahnya nilai indeks keanekaragaman disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya jumlah jenis dan spesies yang diperoleh. Pada stasiun 4 terdapat tiga spesies yaitu *Melanoides tuberculata*, *Thiara scabra*, *Sulcospira testudinaria* dan *Lumbricus lubellus*, sedangkan pada stasiun 5 terdapat sepuluh spesies yaitu *Anantome helena*, *Lymnaea rubiginosa*, *Melanoides rustica*, *Sulcospira testudniartia*, *Terebia granifera*, *Thiara Scabra*, *Mecistogaster simpleta*, *Thysanura sp* dan *Paranthelepusa bogorensis*. Jika didalam suatu komunitas memiliki nilai keanekaragaman berkategori sedang, maka diduga akan terjadi suatu interaksi antar spesies yang menimbulkan kompetisi, produktivitas cukup, kondisi ekosistem yang cukup seimbang dan tekanan ekologis yang sedang (Laraswati *et al.*, 2020).

Dominansi dinyatakan sebagai kekayaan jenis suatu komunitas serta keseimbangan jumlah individu setiap jenis. Adanya dominansi karena kondisi lingkungan yang sangat menguntungkan dalam mendukung pertumbuhan jenis tertentu (Ridwan *et al.*, 2016). Pada tabel 3, terdapat tiga kategori dominansi yaitu kategori rendah, sedang dan tinggi. Nilai indeks dominansi tertinggi pada Sungai Logawa terdapat pada stasiun 3 dengan nilai indeks 0,7687 yang termasuk dalam kategori tinggi dikarenakan terdapat spesies yang mendominasi yaitu *Sulcospira testudinaria*. Hal ini diduga sebagai akibat dari pengaruh penambangan batu yang menyebabkan jenis makrozoobentos yang

tidak toleran dengan penambangan batu akan berpindah, sehingga hanya jenis makrozoobentos yang tahan terhadap kondisi demikian yang bertahan dan mendominasi daerah tersebut. *Sulcospira testudinaria* tersebar di pulau Jawa dan toleran terhadap air yang tercemar (Andharini & Arumasi, 2021). Isnaningsih (2011) menyatakan bahwa *Sulcospira testudinaria* merupakan spesies yang suka terhadap tipe habitat dengan dasar perairan yang sedikit berpasir seperti lumpur atau lapisan bahan organik seperti serasah daun (Safa'ah & Primiani, 2018). Selain itu, daya tahan tubuh dan cangkang yang keras memungkinkan untuk bertahan hidup dalam kondisi lingkungan yang ekstrim (Mulyani *et al.*, 2021). Sementara itu, nilai indeks dominansi dengan kategori sedang terdapat di stasiun 1 dengan nilai indeks nilai 0,4143, stasiun 2 dengan nilai indeks 0,475, dan stasiun 4 dengan nilai indeks 0,4046. Nilai indeks dominansi dengan kategori rendah terdapat di stasiun 5 dengan nilai indeks nilai 0,2786.

Hasil pengukuran parameter lingkungan pada lima stasiun menunjukkan kualitas air yang berbeda. Hasil parameter yang diperoleh:

a. Parameter Fisika

1. Suhu Air

Hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa suhu di setiap stasiun selama penelitian masih tergolong normal yaitu berkisar antara 24-29°C. Dimana pada stasiun 1 berkisar antara 24-26°C, pada stasiun 2 berkisar antara 25-29°C, pada stasiun 3 berkisar antara 27-29°C, pada stasiun 4 berkisar antara 28-29°C, dan pada stasiun 5 berkisar antara 27-29°C. Kisaran nilai suhu ini masih dapat menunjang kehidupan biota di dalamnya, suhu air maksimum berkisar antara 24-32°C masih tergolong normal dalam badan air dan tidak membahayakan kehidupan biota akuatik (Verburge *et al.*, 2012).

2. Suhu Udara

Hasil penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa suhu di setiap stasiun selama penelitian masih tergolong normal yaitu berkisar antara 26-32°C. Dimana pada stasiun 1 berkisar antara 29-32°C, pada stasiun 2 berkisar antara 30-32°C, pada stasiun 3 berkisar antara 30-32°C, pada stasiun 4 berkisar antara 30-31°C, dan pada stasiun 5 berkisar antara 26-30°C. Kisaran nilai suhu udara masih tergolong baik bagi kehidupan makrozoobentos. Hal ini berkaitan dengan pernyataan Odum (1996), bahwa kisaran suhu yang layak untuk pertumbuhan dan reproduksi makrozoobentos pada umumnya adalah 25-32°C

3. Kecerahan

Nilai kecerahan terendah yaitu pada stasiun 5 yang hanya mencapai nilai 30 - 35,5 cm. Kecerahan stasiun 5 terendah karena stasiun 5 merupakan daerah hilir sungai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Siahaan *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa semakin ke hilir semakin banyak material yang ada di dalam air sungai yang semakin menurunkan kecerahan air sungai. Kecerahan yang baik bagi ikan dan biota lainnya seperti makrozoobentos adalah lebih dari 30 cm (Prabandini *et al.*, 2021).

Kecerahan bisa di bandingkan dengan kedalaman (dalam persen). Artinya kalau persentase 100% berarti sangat jernih atau penetrasi cahaya sampai dasar.

4. *Total Suspended Solid (TSS)*

Nilai TSS tertinggi yaitu pada stasiun 5 dengan nilai 78-88 mg/l. Hasil tersebut menandakan bahwa kurang baik bagi keberlangsungan hidup makrozoobentos. Jika TSS 25 mg/L tidak berpengaruh, 25-80 mg/L sedikit berpengaruh, 81- 400 mg/L kurang baik, dan >400 mg/L tidak baik bagi kelangsungan hidup Gastropoda (Lestari, 2009). Nilai TSS juga mempengaruhi keanekaragaman, distribusi dan kelimpahan individu makrozoobentos (Ladias *et al.*, 2020).

5. *Total Dissolved Solid (TDS)*

Nilai TDS tertinggi yaitu pada stasiun 5 dengan nilai 128-140 mg/l. Tingginya nilai TDS dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan makrozoobentos, hal ini bisa terjadi apabila dalam suatu perairan memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi (Mukhtasor, 2007 dalam Pratama, 2018). Canedo *et al.*, (2016) menyatakan bahwa konsentrasi TDS di perairan akan meningkat seiring dengan meningkatnya kegiatan penambangan, pertanian dan kegiatan manusia lainnya (Olson & Hawkins, 2017).

6. Arus

Kecepatan arus di stasiun 1 berkisar antara 2,01-2,15 m/s. Kecepatan arus di stasiun 2 berkisar antara 1,52-2,10 m/s, kecepatan arus di stasiun 3 berkisar antara 1,52-1,99 m/s, kecepatan arus di stasiun 4 berkisar antara 0-0,3 m/s, dan kecepatan arus di stasiun 5 berkisar antara 0-0,3 m/s. Kecepatan arus berpengaruh terhadap jenis organisme. Menurut Hoffman *et al.* (2006) dan (Schoessow *et al.*, 2016), kecepatan arus dapat mempengaruhi distribusi makrozoobentos dan dapat mengurangi jenis organisme yang tinggal sehingga hanya jenis-jenis yang melekat saja yang bertahan terhadap arus. Kecepatan arus yang sangat lambat dalam suatu perairan juga menyebabkan perairan tersebut didominasi oleh substrat berlumpur yang banyak mengandung bahan organik (Husnayati *et al.*, 2012). Hal ini menyebabkan habitat tersebut sangat mendukung untuk kehidupan makrozoobentos itu sendiri.

b. Parameter Kimia

1. pH

Berdasarkan hasil penelitian di peroleh pH selama penelitian berkisar antara 7-8. Pada stasiun 1 diperoleh pH berkisar antara 7-8, pada stasiun 2 diperoleh pH berkisar antara 7-8, pada stasiun 3 diperoleh pH berkisar antara 7-8, pada stasiun 4 diperoleh pH 8, dan pada stasiun 5 diperoleh pH berkisar antara 7-8. Hasil tersebut tergolong baik untuk kehidupan makrozoobentos. Menurut Rachmawaty (2011), makrozoobentos umumnya dapat hidup secara optimal pada lingkungan dengan kisaran pH 7,0- 8,7. pH juga berpengaruh terhadap keanekaragaman makrozoobentos, semakin tinggi pH maka semakin tinggi keanekaragaman makrozoobentos (Rumahlatu & Leiwakabessy, 2017).

2. *Dissolved Oxygen (DO)*

Berdasarkan hasil penelitian di peroleh DO selama penelitian berkisar antara 7,4-12,9 mg/l. Pada stasiun 1 diperoleh DO berkisar antara 12,90-13,10 mg/l, pada stasiun 2 diperoleh DO berkisar antara 9,12-11,72 mg/l, pada stasiun 3 diperoleh DO berkisar antara 8,96-12,80 mg/l, pada stasiun 4 diperoleh DO berkisar antara 8,54-11,12 mg/l, dan pada stasiun 5 diperoleh DO berkisar antara 7,40-9,36 mg/l. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan tumbuhan dan hewan di dalam air. Kehidupan organisme di dalam air tersebut tergantung dari kemampuan air untuk mempertahankan konsentrasi oksigen minimal yang dibutuhkan untuk kehidupannya (Persulesy & Arini, 2018). Semakin banyak jumlah DO, maka kualitas air semakin baik (Ernawati & Dewi 2016). Konsentrasi DO yang sangat rendah akan menyebabkan hipoksia, sehingga mengganggu berbagai tingkat sistem biologis. Pada individu hipoksia dapat menyebabkan perubahan fisiologis dan mengganggu siklus hidup, kapasitas pertumbuhan kemampuan reproduksi, dan rentan terhadap penyakit (Rumahlatu & Leiwakabessy, 2017).

3. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Berdasarkan hasil penelitian di peroleh COD selama penelitian berkisar antara 11,10 - 17,16 mg/l. Pada stasiun 1 diperoleh COD berkisar antara 11,10-14,92 mg/l, pada stasiun 2 diperoleh COD berkisar antara 11,22-14,71 mg/l, pada stasiun 3 diperoleh COD berkisar antara 12,40-15,14 mg/l, pada stasiun 4 diperoleh COD berkisar antara 13,13-16,80 mg/l, dan pada stasiun 5 diperoleh COD berkisar antara 15,03-17,16 mg/l. Berdasarkan standar Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) untuk kualitas air, nilai COD yang diperoleh tidak melebihi nilai 40 mg/l artinya air sungai Logawa masih diklasifikasikan sebagai kualitas yang baik (Boudeffa *et al.*, 2020). Nilai COD dapat digunakan sebagai ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut (DO) di dalam air (Siradz *et al.*, 2008).

4. Nitrat

Berdasarkan hasil penelitian pada stasiun 1 diperoleh nitrat berkisar antara 2,88-3,42 mg/l, pada stasiun 2 diperoleh nitrat berkisar antara 3,09-5,09 mg/l, pada stasiun 3 diperoleh nitrat berkisar antara 3,0-4,19 mg/l, pada stasiun 4 diperoleh nitrat berkisar antara 3,72-5,33 mg/l, dan pada stasiun 5 diperoleh nitrat berkisar antara 3,11-5,86 mg/l. Kandungan nitrat yang optimal untuk pertumbuhan gastropoda adalah 3,9 - 15,5 mg/l (Harahap *et al.*, 2018). Menurut Sanusi (2006) menyebutkan bahwa sumber utama fosfat terutama berasal dari daratan, yaitu melalui pelapukan batuan yang masuk ke laut terutama melalui transportasi sungai. Buangan limbah organik seperti deterjen dan hasil degradasi bahan organik juga akan menghasilkan fosfat. Achmad (2004) menyebutkan bahwa selain dari hanyutan pupuk dan limbah domestik, hancuran bahan organik dan mineral fosfat berpengaruh terhadap konsentrasi fosfat (Indrayani *et al.*, 2020). Sementara berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia

Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai nitrat masih dibawah baku mutu air sungai untuk kehidupan biota sungai.

5. Fosfat

Berdasarkan hasil penelitian pada stasiun 1 diperoleh fosfat sebesar 0,02 mg/l, pada stasiun 2 diperoleh fosfat berkisar antara 0,02-0,03 mg/l, pada stasiun 3 diperoleh fosfat berkisar antara 0,02-0,03 mg/l, pada stasiun 4 diperoleh fosfat berkisar antara 0,03-0,04 mg/l, dan pada stasiun 5 diperoleh fosfat 0,03 mg/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, nilai fosfat masih dibawah baku mutu air sungai untuk kehidupan biota sungai.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kekayaan spesies terendah pada Sungai Logawa terdapat di stasiun 1 dan 3 masing-masing sebanyak 4 spesies. Kelimpahan individu makrozoobentos terendah pada Sungai Logawa terdapat di stasiun 1 sebanyak 44 individu/m² karena tidak semua makrozoobentos memiliki nilai toleransi untuk hidup pada perairan yang kondisi sedimennya sudah terpengaruh oleh aktivitas penambangan batu. Keanekaragaman terendah pada sungai logawa terdapat di stasiun 3 yang berada di Desa Karanglewas Lor dengan nilai indeks 0,5043 yang termasuk dalam kategori rendah karena kualitas perairan yang terpengaruh oleh aktivitas penambangan batu. Sementara itu, nilai indeks dominansi tertinggi pada Sungai Logawa terdapat pada stasiun 3 dengan nilai indeks 0,7687 yang termasuk dalam kategori tinggi dikarenakan terdapat spesies yang mendominasi yaitu *Sulcospira testudinaria*. Hali ini diduga sebagai akibat dari pengaruh penambangan batu yang menyebabkan jenis makrozoobentos yang tidak toleran dengan penambangan batu akan berpindah, sehingga hanya jenis makrozoobentos yang tahan terhadap kondisi demikian yang bertahan dan mendominasi daerah tersebut. Kualitas air di Sungai Logawa untuk kehidupan makrozoobentos masih cukup baik berdasarkan pada hasil pengukuran parameter lingkungan yang terdiri atas parameter fisika yaitu suhu air dan udara, kecepatan arus, TDS, dan TSS. Serta parameter kimia yaitu oksigen terlarut, pH, DO, COD, fosfat, dan nitrat.

PENELITIAN LANJUTAN

Keterbatasan penelitian ini yaitu menggunakan 1 metode penelitian yaitu teknik *purposive random sampling* di 5 stasiun tertentu. Saran kepada peneliti selanjutnya agar melakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penambangan batu terhadap komunitas makrozoobentos di Sungai Logawa dengan menggunakan metode lainnya di beberapa titik yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto, serta seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini baik di lapangan maupun di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Adharini, R. I., & Arumsari, P. L. (2021). Structure and Distribution of Macroenthos Community in Code River, Yogyakarta, Indonesia. *Indonesian Journal of Limnology*. <https://doi.org/10.51264/inajl.v2i2.17>
- Barus., T. A. (2020). *Limnologi*. CV. Makasar: Nas Media Pustaka.
- Burhannudin, A.I. (2010). *Ikhtologi: Ikan dan Aspek Kehidupannya*. Yayasan Citra Emulsi. Makasar.
- Buwono, N.R., Fariedah F. Dan Anestyningrum, R.E. (2017). Komunitas Ikan di Sungai Jerowan Kabupaten Madiun. *Journal of Aquaculture and Fish*. <http://dx.doi.org/10.20473/jafh.v6i2.11284>
- David, S. (2008). *The Influence of Physical Habitat Factors on a Near Shore Fish Community In The Lower Muskegon River, Michigan*. Tesis, University of Michigan
- Ernawati, N. M., & Dewi, A. P. W. K. (2016). Kajian Kesesuaian Kualitas Air Untuk Pengembangan Keramba Jaring Apung di Pulau Serangan, Bali. *Ecotrophic: Journal of Environmental Science*. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/ECOTROPHIC/article/download/21525/14229>
- Ferianita-Fachrul, M., Haeruman, H., Sitepu, L.C. (2005). Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. *Seminar Nasional MIPA 2005*. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.
- Ghufron, M. Dan Kordi, K. (2008). *Budidaya Perairan*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti, h 112-113.
- Handayani, S.T., B. Suharto dan Moesardi. (2001). Penentuan Status Kualitas Perairan Sungai Brantas hulu dengan Biomonitoring Makrozoobentos: Tinjauan dan Pencemaran bahan Organik. *Jurnal Biosains*.
- Harahap, A., Barus, T. A., Mulya, M. B., & Ilyas, S. (2018). Macrozoobenthos Diversity as Bioindicator of Water Quality in The Bilah River, Rantauprapat. *In Journal of Physics: Conference Series*. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1116/5/052026/pdf>
- Herlambang, A. (2006). Pencemaran Air dan Strategi Penanggulangannya. *Jurnal Ilmiah*. <https://doi.org/10.29122/jai.v2i1.2280>
- Huer, R.F., G.A. Lamberti. (2007). *Methods in stream ecology*, second edition. London, Elsevier, 877 pp.
- Husnayati, H., Arthana, I. W. dan Wiryatno, J., (2012). Struktur Komunitas Makrozoobenthos pada Tiga Muara Sungai sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Pesisir Pantai Ampenan dan Pantai Tanjung Karang Kota Mataram Lombok. *Ecotropic*.
- Indrayani, W. T., Haeruddin, H., & Supriharyono, S. (2020). Relationship of Nitrate and Phosphate Consetration in Sediments with Macrozoobhentos Abundance and Diversity in Kreo River Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. <https://doi.org/10.14710/marj.v9i1.27752>

- Kurniawan, A. (2018). *Ekologi Sistem Akuatik*. UB Press. Malang.
- Ladias, J. A., Hampong, O. B., & Demayo, C. G. (2020). Diversity and Abundance of Gastropods in the Intertidal Zone of Muduing Bay, Zamboanga Peninsula, Philippines. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*. [http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2020-10\(2\)/diversity-and-abundance-of-gastropods-in-intertidal-zone.pdf](http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2020-10(2)/diversity-and-abundance-of-gastropods-in-intertidal-zone.pdf)
- Laraswati, Y., Soenardjo, N., & Setyati, W. A. (2020). Komposisi dan Kelimpahan Gastropoda pada Ekosistem Mangrove di Desa Tireman, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. <https://doi.org/10.14710/jmr.v9i1.26104>
- Lestari, I. B. (2009). Pendugaan Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) dan Transparansi Perairan Teluk Jakarta dengan Citra Satelit Landsat. *Jurnal Pendidikan Biologi*. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/12523>
- Ningrum, S.O. (2018). Analisis Kualitas Badan Air dan Kualitas Air Sumur di Sekitar Pabrik Gula Rejo Agung Baru Kota Madiun. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*.
- Odum, P.E. (1998). *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: Gramedia.
- Olson, J. R., & Hawkins, C. P. (2017). Effects of Total Dissolved Solids on Growth and Mortality Predict Distributions of Stream Macroinvertebrates. *Freshwater Biology*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/fwb.12901>
- Parker, R. (2012). *Aquaculture Science*. New York: Delmar.
- Pennak, R.W. (1978). *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Persulesy, M., & Arini, I. (2018). Keanekaragaman Jenis Dan Kepadatan Gastropoda Di Berbagai Substrat Berkarang Di Perairan Pantai Tihunitu Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *BIOPENDEX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*. <https://doi.org/10.30598/biopendixvol5issue1page45-52>
- PJT1. (2014). *Laporan Pemantauan Kualitas Air di Wilayah Sungai Brantas dan Bengawan Solo*. Surabaya: 2015.
- Prabandini, F. A., Rudiyaniti, S., & Taufani, W. T. (2021). Analisis Kelimpahan dan Keanekaragaman Gastropoda sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Rawa Pening. *Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. <http://dx.doi.org/10.31941/penaakuatika.v20i1.1267>
- Pratama, Surya Widya. (2018). Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Selatan Bantul Dengan Parameter TSS dan Kimia Non-Logam. *Skripsi*. Yogyakarta.
- Prayitno, J. dan Rukayah, S. (2019). Distribusi Altitudinal Ikan di Sungai Banjarn. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Enterpreneurship VI Tahun 2019*.
- Ridwan, M., R. Fathoni, I. Fatihah dan D. A. Pangestu. (2016). Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*.

- <https://doi.org/10.15408/kauniyah.v9i1.3256>
- Rumahlatu, D., & Leiwakabessy, F. (2017). Biodiversity of Gastropoda in the Coastal Waters of Ambon Island, Indonesia. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*. <http://bioflux.com.ro/docs/2017.285-296.pdf>
- Safa'ah, U., & Primiani, C. N. (2018). Identifikasi Keanekaragaman Mollusca sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Area Persawahan dan DAS Kecamatan Gerih Kabupaten Ngawi. In *Prosiding Seminar Nasional Simbiosis*, 234-247.
- Schoessow, M., Arndt, H., & Becker, G. (2016). Response of Gastropod Grazers to Food Conditions, Current Velocity, and Substratum Roughness. *Limnologica*. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.02.003>
- Simanjuntak, M. (2012). Kualitas Air Laut ditinjau dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan pH di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*.
- Sinaga, T. (2009). Keanekaragaman Makrobentos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba Balige Kabupaten Toba Samosir. Thesis. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Siradz S. A., Harsono E. S., Purba I. (2018). Kualitas air Sungai Code, Winongo dan Gajahwong, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*.
- Soegianto. A. (2019). Ekologi Perairan tawar. Surabaya: Airlangga University Press.
- Suasira, I.W., Tapayasa, I.M., Santoinana, I.M., dan Parwita, I.G.L.M. (2019). Analisis Teknis Pengaruh Penambangan Batu Padas Terhadap Kerusakan Daerah Aliran Sungai Oos di Ubud Gianyar. *Construction and Material Journal*. <https://doi.org/10.32722/cmj.v1i1.1332>
- Susanto dan Fadlilah, S.N. (2017). Profil Reproduksi Ikan di Sungai Logawa Wilayah Kabupaten Banyumas. *Jurnal Sainteks*. <http://repository.ump.ac.id/id/eprint/7514>
- Tamrin, Saam, Z., dan Siregar, S.H. (2018). Analisis Kegiatan Penambangan Pasir Batu terhadap Erosi, Kualitas Air dan Sosial Ekonomi Masyarakat di Daerah Sekitar Sungai Indragiri. <https://doi.org/10.37859/jp.v8i2.718>
- Verbrugge, L. N., Schipper, A. M., Huijbregts, M. A., Van der Velde, G., & Leuven, R. S. (2012). Sensitivity of Native and Non-native Mollusc Species to Changing River Water Temperature and Salinity. *Biological Invasions*, <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10530-011-0148-y.pdf>
- Wahyuni, T.T. dan Zakaria, A. (2018). Keanekaragaman Ikan di Sungai Ulo Kabupaten Kebumen. *Biosfera*. <https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/biosfera/article/view/592/pdf>
- Zairon. (2003). Dampak Pembangunan pada Biota Air. Bogor.