



**SYMBIOTIC: Journal of Biological Education and Science**

Journal homepage: <http://symbiotic.jurnal.iainkerinci.ac.id>

Published by: Institut Agama Islam Negeri Kerinci, Indonesia.

E-ISSN: 2721-8988 P-ISSN: 2721-8600



## **Dampak Aktivitas Penambangan Pasir Terhadap Tingkat Keanekaragaman Spesies Perairan di Sungai Cibanjuran Kecamatan Sukaratu Kabupaten Tasikmalaya**

**Mochamad Miftah Fauzan<sup>1</sup>, Setya Hafizh Nugraha<sup>1</sup>, Muhammad Wijdan Tiyasa<sup>1\*</sup>,  
Tanto Muhammad Ridho<sup>1</sup>, Esta Rendra RS<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Siliwangi, Jl. Siliwangi No.24, Kota Tasikmalaya, Jawa Barat, Indonesia

\*e-mail korespondensi: 232170084@student.unsil.ac.id

### **ABSTRACT**

*The slopes of Mount Galunggung, particularly in Sukaratu District, Tasikmalaya Regency, have long been a major site for sand mining activities since the 1984 eruption. Open-pit mining, especially along the Cibanjuran River, has led to changes in water quality due to sedimentation and pollution from the sand washing process. This study aims to analyze the impact of sand mining on aquatic species diversity in the Cibanjuran River. Data were collected from three observation stations with varying exposure to mining activities, along with measurements of physical parameters such as temperature, pH, and water discharge. The results showed that species diversity was very low at the station closest to the mining site ( $H' = 0$ ) and increased at stations further downstream ( $H' = 1.731$  and  $H' = 1.345$ ). These findings indicate that sand mining significantly affects aquatic biodiversity. Sustainable environmental management is crucial to protect the river ecosystem.*

**Keyword :** Sand mining, Cibanjuran River, biodiversity, Galunggung, Shannon-Wiener index

### **ABSTRAK**

*Kawasan lereng Gunung Galunggung khususnya di Kecamatan Sukaratu Kabupaten Tasikmalaya telah lama menjadi lokasi utama penambangan pasir yaitu pasca letusan tahun 1984. Aktivitas penambangan yang dilakukan secara terbuka terutama di kawasan hulu Sungai Cibanjuran, memicu perubahan fisik perairan akibat sedimentasi dari pencemaran proses pencucian pasir. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penambangan pasir terhadap tingkat keanekaragaman spesies perairan di Sungai Cibanjuran. Pengumpulan data dilakukan pada tiga stasiun pengamatan dengan tingkat paparan aktivitas tambang yang berbeda, disertai pengukuran parameter fisik seperti suhu, pH, dan debit air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies sangat rendah di stasiun dekat tambang ( $H' = 0$ ), dan meningkat pada stasiun yang lebih jauh ( $H' = 1,731$  dan  $H' = 1,345$ ). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas penambangan pasir memberikan dampak signifikan terhadap penurunan biodiversitas perairan. Pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk menjaga ekosistem sungai.*

**Kata Kunci :** Penambangan pasir, Sungai Cibanjuran, keanekaragaman hayati, Galunggung, indeks Shannon-Wiener



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## **PENDAHULUAN**

Pertambangan adalah proses pengambilan bahan galian yang berharga dan bernilai dari kulit bumi untuk menghasilkan keuntungan ekonomis. Jenis penambangan yang dilakukan bervariasi tergantung pada apa yang dihasilkan (Rahma et al., 2022). Pertambangan memiliki peran dalam mendukung perekonomian nasional dan selalu diandalkan pemerintah karena memiliki keuntungan berupa devisa. Namun aktivitas pertambangan dapat menyebabkan pencemaran sumber daya air yang dapat berpengaruh terhadap ekosistem didalamnya (Karila et al., 2022).

Bahan galian kategori C merupakan jenis mineral yang tidak termasuk dalam golongan bahan galian penting seperti yang diatur dalam PERDA Provinsi Lampung No. 4 tahun 1991. Bahan galian ini mencakup seluruh proses pertambangan dari tahap eksplorasi hingga penjualan. Contoh dari bahan galian kategori C antara lain pasir kuarsa, kaolin, feldspar, granit, marmer, tanah liat, asbes, batu mulia, serta berbagai macam tanah dan bahan lain yang diatur oleh peraturan yang berlaku. Penambangan bahan galian C Pasir memiliki dampak yang erat kaitannya dengan ekosistem. Interaksi antara Makhluk hidup dengan lingkungannya akan terpengaruh dari aktivitas pertambangan (Anggraeni & Kharis, 2021). Jika aktivitas penambangan pasir dikelola dengan buruk maka akan menimbulkan dampak negatif pada keseimbangan ekosistem seperti menyebabkan pengikisan pada tanah hingga terbentuknya lubang-lubang yang dapat menyebabkan erosi. Material hasil erosi dapat terbawa aliran air seperti pada aliran sungai yang menyebabkan peningkatan sedimentasi akibat pengendapan dari material erosi (Suherman et al., 2015c).

Industri pertambangan memiliki kaitan erat dengan berjalannya ekosistem di area tambang. Penelitian terdahulu mengenai dampak pertambangan terhadap keanekaragaman makrozoobentos menunjukkan adanya perbedaan antar stasiun pengamatan. Sungai yang berada dekat dengan area tambang memiliki tingkat keanekaragaman yang lebih rendah dibandingkan aliran sungai yang berada jauh dari area tambang (Delfia & Yulminarti, 2024). Keanekaragaman spesies dalam perairan khususnya pada aliran sungai dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan termasuk aktivitas manusia. Aktivitas penambangan bahan galian pasir pada sekitar sungai dapat mempengaruhi perubahan kondisi habitat yang berpengaruh terhadap komposisi dan kelimpahan spesies perairan.

Kabupaten Tasikmalaya menjadi salah satu kabupaten yang menjadi pusat pemanfaatan tambang galian berupa pasir, terutama pasca letusan Gunung Galunggung tahun 1984. Aktivitas penambangan pasir terbesar berada di kawasan kaki Gunung Galunggung tepatnya berada di Kecamatan Sukaratu. Penambangan pasir di Kecamatan Sukaratu berlangsung pada daerah hulu sungai, yaitu Sungai Cikunir dan Sungai Cibanjuran (Adawiah, Kartika Hanindraputri, et al., 2024). Aktivitas penambangan pasir di kawasan hulu Sungai Cibanjuran menjadi salah satu tambang pasir terbesar di Kabupaten Tasikmalaya. Setelah bertahun-tahun, aktivitas ini telah menyebabkan perubahan signifikan pada kondisi air, yang dulunya terlihat jernih sekarang keruh banyak membawa material sedimen. Hal ini diakibatkan pencemaran dari limbah pencucian pasir.

Aktivitas tambang pasir di kawasan Galunggung ini dilakukan dengan sistem penambangan terbuka yang terdiri dari beberapa tahap, salah satu tahapnya yaitu proses pencucian yang dilakukan untuk memisahkan material pasir dari material lainnya. Proses ini menghasilkan limbah residu berupa lumpur dan partikel pasir halus yang terbawa aliran Sungai Cibanjuran (Suherman et al., 2015a). Sedimentasi yang terjadi pada aliran sungai Cibanjuran akibat dari meningkatnya endapan lumpur dan partikel pasir halus yang terus terjadi dapat mengurangi kualitas air serta mengganggu ekosistem perairan yang bergantung pada lingkungan yang jernih dan beroksigen cukup.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana aktivitas penambangan pasir berdampak pada keanekaragaman spesies perairan di Sungai Cibanjuran, Kecamatan Sukaratu, Kabupaten Tasikmalaya, di wilayah yang terdekat dengan aktivitas penambangan pasir. Studi ini hanya melihat dampak sedimentasi dan perubahan fisik air yang disebabkan oleh pencucian pasir dari tambang pasir terbuka di Sungai Cibanjuran. Data dikumpulkan pada tiga titik yang berbeda, masing-masing menunjukkan tingkat paparan terhadap dampak tambang: sangat dekat, sedang, dan tidak terpengaruh. Penelitian ini juga memberikan gambaran nyata mengenai perubahan tingkat keanekaragaman spesies perairan akibat aktivitas penambangan yang belum menerapkan prinsip keberlanjutan. Keterbatasan peneliti dalam pengukuran kondisi fisik air menjadi kendala yang dapat mempengaruhi tingkat akurasi data kualitas air yang diperoleh, karena parameter seperti kadar oksigen, kekeruhan, dan total padatan terlarut membutuhkan alat serta teknik pengukuran yang presisi untuk mendapatkan hasil yang valid.

## **METODE**

### **Waktu dan Penentuan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di aliran sungai Cibanjuran, Kecamatan Sukaratu, Kabupaten Tasikmalaya. Dilakukan pada tanggal 22 dan 28 maret 2025 dalam waktu 2 hari. Penentuan pengambilan sampel pada lokasi ditentukan berdasarkan aliran air sungai Cibanjuran yang terkena kontaminasi sedimen bahan galian pasir dari aktivitas penambangan. Penentuan lokasi menggunakan metode *Purposive Sampling*, yaitu penentuan lokasi pengamatan dilakukan berdasarkan pertimbangan tertentu, yaitu lokasi yang terpengaruh oleh aktivitas pertambangan bahan galian C di sekitar sungai Cibanjuran. Penempatan stasiun pengamatan ditentukan secara spesifik berdasarkan perbedaan tingkat sedimentasi yang nyata pada tiap titik lokasi, terutama di area yang dekat maupun yang lebih jauh dari aktivitas pertambangan. Setiap stasiun mewakili kondisi sedimentasi yang dipengaruhi langsung oleh jarak dari lokasi pertambangan, sehingga variasi dampak akibat aktivitas pertambangan terhadap distribusi dan karakteristik sedimen dapat diamati secara jelas pada masing-masing titik pengukuran.

Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun: Stasiun I (kawasan paling dekat dengan tambang pasir) pengambilan sampel spesies perairan pada stasiun I digunakan sebagai parameter utama yang akan diukur untuk mengetahui tingkat keanekaragaman spesies perairan pada sekitar tambang pasir. Stasiun II (berada pada radius lebih jauh dari lokasi penambangan, namun masih dalam pengaruh sedimen pasir). Pada lokasi ini akan diukur keanekaragaman spesies perairan untuk mengetahui tingkat biodiversitas pada jarak yang

lebih jauh dari lokasi tambang. Stasiun III (kawasan yang tidak terdampak sedimen pasir) pengambilan sampel spesies perairan pada stasiun III digunakan sebagai parameter netral yang berfungsi sebagai pembanding dari lokasi pengukuran pada stasiun I dan II. Lokasi spesifik pada stasiun I, II dan III dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Titik Koordinat Lokasi Pengambilan Data.

| Stasiun | Koordinat                      |
|---------|--------------------------------|
| I       | Lat -7.284354, Long 108.129093 |
| II      | Lat -7.307300, Long 108.146725 |
| III     | Lat -7.336951, Long 108.181588 |



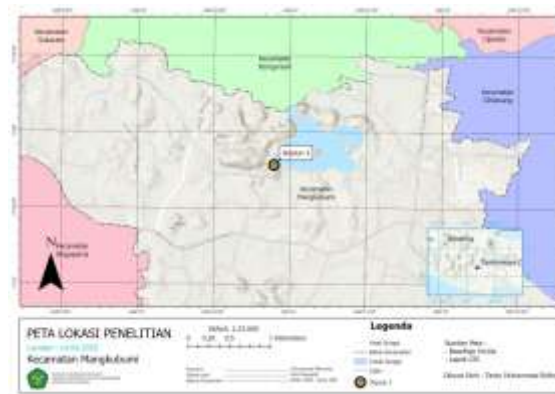
**Gambar 1.** Peta Lokasi dan Batas Penambangan



**Gambar 2.** Lokasi Stasiun I



**Gambar 3.** Lokasi Stasiun II



**Gambar 4.** Lokasi Stasiun III

### **Teknik Pengambilan Data**

Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel spesies perairan dalam penelitian ini yaitu dengan *Survey Sampling* dengan menggunakan *Random Sampling*, Sampel diambil secara acak untuk memastikan data yang diperoleh tidak bias, menggunakan peralatan tradisional. Variabel yang dikumpulkan adalah jumlah individu setiap spesies-spesies perairan pada setiap stasiun. Parameter lain diambil di lapangan yaitu debit air, pH air dan suhu air untuk menganalisis pengaruh faktor-faktor lingkungan terhadap keberadaan dan kelimpahan spesies.

Penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan, seperti jala ukuran sedang, serokan ikan, joran, ember, kertas lakmus untuk mengukur pH air, termometer, botol plastik sebagai pelampung untuk menghitung debit air, meteran, kamera, dan alat tulis. Langkah pertama di lapangan adalah memilih lokasi pengambilan sampel menggunakan metode *Purposive Sampling*. Lokasi yang dipilih terdiri dari tiga stasiun yang mewakili tingkat paparan sedimentasi akibat aktivitas penambangan pasir, mulai dari yang sangat dekat hingga yang lebih jauh dari area tambang. Pengambilan sampel biologi dilakukan dengan teknik random sampling menggunakan alat-alat tangkap seperti jala, joran, dan serokan ikan untuk menangkap biota air secara acak agar data tidak bias. Setiap spesies yang diperoleh dihitung dan dicatat jumlah individunya. Pengukuran parameter lingkungan dilakukan secara langsung, meliputi pengukuran suhu air menggunakan termometer, pH air dengan kertas lakmus, dan debit air dengan menggunakan botol plastik pelampung dan meteran untuk mengukur kecepatan aliran serta luas penampang sungai.

### **Teknik Analisis Data**

Data yang terkumpul dari observasi lapangan ini akan dianalisis untuk menghitung indeks keanekaragaman ( $H'$ ), indeks kelimpahan ( $P_i$ ) dan logaritma natural ( $\ln$ ) disetiap stasiun. Indeks Keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (1963) digunakan dalam menghitung keanekaragaman, dengan rumus:

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

$$p_i = \frac{\text{Jumlah spesies ke } i}{\sum \text{ total spesies}}$$

Keterangan:

$H'$  = Diversitas Shannon-Wiener.

$p_i$  = Indeks kelimpahan.

$\ln$  = Logaritma Natural.

Penentuan kriteria:

| Kriteria     | Keterangan              |
|--------------|-------------------------|
| $H' < 1$     | = Keanekaragaman Rendah |
| $1 < H' < 3$ | = Keanekaragaman Sedang |
| $H' > 3$     | = Keanekaragaman Tinggi |

## Tahapan Penelitian

Prosedur pengumpulan data dimulai dengan penentuan lokasi penelitian. Lokasi penelitian terdiri dari tiga stasiun dengan kriteria fisik yang berbeda, namun masih dalam satu aliran sungai yang sama. Stasiun I terletak paling dekat dengan lokasi penambangan pasir, sehingga diharapkan dapat menunjukkan dampak langsung aktivitas penambangan terhadap kondisi fisik sungai dan keanekaragaman biota perairan. Stasiun II berada pada lokasi yang relatif jauh dari area tambang, namun masih menerima pengaruh berupa sedimentasi akibat aktivitas penambangan di hulu. Sementara itu, stasiun III berfungsi sebagai pembanding karena terletak di bagian muara sungai yang mengarah ke Situ Gede Tasikmalaya dan memiliki kondisi fisik yang lebih netral, menyerupai karakteristik sungai pada umumnya tanpa pengaruh penambangan.

Kemudian, pengambilan data parameter fisik setiap stasiun dilakukan untuk mengetahui perbedaan kriteria setiap stasiun dan pengambilan data setiap spesies perairan. Setelah semua data diperoleh, dilakukan pengolahan data tingkat keanekaragaman dengan Indeks Keanekaragaman jenis Shannon-Wiener untuk mengetahui tingkat keanekaragaman spesies perairan di sungai Cibanjaran. Dengan membandingkan data dari ketiga stasiun tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana aktivitas penambangan pasir memengaruhi keanekaragaman spesies perairan di sepanjang aliran sungai.



**Gambar 5.** Alur Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Fisik

Pengambilan data parameter fisik pada penelitian ini dilakukan secara langsung di setiap lokasi stasiun untuk mendapatkan informasi yang akurat mengenai kondisi lingkungan sungai Cibanjaran. Data yang dikumpulkan mencakup berbagai parameter yaitu suhu air, pH air, kekeruhan dan tekstur sedimen dalam air. Tujuan dari pengambilan data ini adalah untuk memahami dampak aktivitas tambang pasir terhadap keanekaragaman spesies perairan di sungai tersebut. Dengan mengetahui parameter fisik, peneliti dapat menganalisis bagaimana perubahan kualitas air dapat mempengaruhi kehidupan akuatik di masing-masing lokasi stasiun. Berikut merupakan perolehan data parameter fisik dari ketiga stasiun:

**Tabel 2.** Parameter fisik sungai Cibanjaran

| Parameter | Stasiun I               | Stasiun II              | Stasiun III             |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Suhu      | 27,5°C                  | 27,7°C                  | 30,8°C                  |
| pH air    | 5                       | 5                       | 5                       |
| Debit     | 0,439 m <sup>3</sup> /s | 0,856 m <sup>3</sup> /s | 0,107 m <sup>3</sup> /s |

Pengukuran di setiap stasiun dilakukan secara berulang, dengan suhu dan debit air yang sudah dirata-ratakan untuk masing-masing lokasi. Sedangkan pengukuran pH air juga dilakukan berulang, namun nilai yang diperoleh tetap sama karena alat pengukur yang digunakan hanya berupa kertas lakmus, yang memiliki keterbatasan dalam ketelitian dan akurasi pengukuran. Penggunaan kertas lakmus bersifat kualitatif dan rentan terhadap kesalahan pembacaan warna, sehingga hasil yang diperoleh kurang dapat merepresentasikan nilai pH secara tepat.

Pada Stasiun Pengamatan I, karakteristik fisik sungai dengan luas penampang atas 3,23 m, luas penampang bawah 3,2 m, dan tinggi permukaan air sungai 32 cm, dengan debit air sebesar 0,439 m<sup>3</sup>/s. Substrat dasar sungai didominasi oleh pasir dan lempung, terutama pada area yang tidak teraliri arus sehingga terjadi pengendapan sedimen. Air di lokasi ini tampak keruh akibat tingginya residu hasil proses tambang pasir yang terlarut. Kondisi ini menyebabkan terjadinya pengendapan sedimen di area yang tidak teraliri arus, sehingga substrat dasar sungai tertutup material halus. Secara biologis, tingginya sedimentasi dan kekeruhan air membatasi penetrasi cahaya dan menurunkan kadar oksigen terlarut (Pribadi et al., 2022), sehingga hanya spesies yang toleran terhadap kondisi ekstrim yaitu *Gerris lacustris* yang mampu bertahan. Spesies sensitif, terutama ikan dan *makrozoobentos* yang memerlukan substrat stabil dan air jernih, tidak ditemukan pada stasiun ini.

Pada stasiun II memiliki kondisi fisik sungai dengan luas penampang atas 9,39 m, luas penampang bawah 6,34 m, dan tinggi permukaan air sungai 36 cm. Memiliki substrat kerikil kerakal batu andesit yang belum mengalami sedimentasi batuan air tampak lebih jernih karena sebagian besar residu telah mengendap di hulu. Debit air meningkat menjadi 0,856 m<sup>3</sup>/s, dan air tampak lebih jernih karena sebagian besar residu

telah mengendap di hulu. Substrat yang lebih kasar dan debit yang stabil menciptakan habitat yang lebih beragam, memungkinkan spesies sensitif yaitu *Oreochromis mossambicus* dan *Clarias batrachus* untuk berkembang (Rosmawati, 2011). Keberadaan delapan spesies pada stasiun ini menunjukkan bahwa penurunan sedimentasi dan substrat yang mendukung proses pemijahan serta perkembangan biota air berperan penting dalam meningkatkan keanekaragaman spesies.

Stasiun III memiliki kondisi fisik sungai dengan arus lambat dikarenakan telah berada pada wilayah sungai Cibanjuran yang bermuara di danau situ gede. Memiliki luas penampang atas dan bawah 2,23 m, dengan tinggi permukaan air sungai 1,21 m. Substrat pada stasiun III terdiri dari seluruhnya yang didominasi oleh lumpur. Dengan kondisi air yang sudah relatif jernih dibandingkan kedua stasiun sebelumnya. Kondisi residu dari hasil proses tambang yang terlalu dalam air sudah hampir tidak terlihat. Debit air sungai pada stasiun III adalah 0,107 m<sup>3</sup>/s. Lingkungan ini mendukung komunitas bentik tertentu, yaitu *Melanoides tuberculata* dan *Pila ampullacea*, yang mampu hidup pada substrat halus dan kondisi arus lambat (Husamah & Rahardjanto, 2019). Meskipun keanekaragaman spesies sedikit menurun dibandingkan stasiun II, komunitas yang terbentuk cenderung didominasi oleh spesies yang toleran terhadap kondisi substrat lumpur dan kadar oksigen yang fluktuatif.

Mekanisme biologis dampak sedimentasi pada ketiga stasiun dapat dijelaskan melalui interaksi antar parameter fisik perairan. Sedimentasi tinggi di stasiun I menyebabkan perubahan struktur komunitas, di mana spesies toleran mendominasi akibat rusaknya habitat dan menurunnya kualitas air. pH air yang asam (pH 5) di seluruh stasiun turut memperburuk kondisi bagi spesies sensitif, karena sebagian besar ikan air tawar memerlukan pH netral hingga basa untuk pertumbuhan optimal. Substrat yang tertutup sedimen halus menghambat proses reproduksi dan perkembangan larva, sehingga hanya organisme dengan toleransi tinggi terhadap fluktuasi lingkungan yang mampu bertahan.

Menurut (Simatupang et al., 2016). menyebutkan mengenai arus terbagi menjadi Empat kategori, yaitu kecepatan arus <25 cm/detik adalah arus berkecepatan lambat, 25-50 cm/detik adalah arus dengan kecepatan sedang, 50-100 cm/detik adalah arus cepat, dan >100cm/detik merupakan arus dengan kecepatan tinggi. Pada stasiun I memiliki arus 42,6cm/detik termasuk kategori arus sedang, kemudian pada stasiun II memiliki arus 30,45cm/detik termasuk kedalam kategori arus sedang, dan stasiun III memiliki arus 3,67cm/detik termasuk kategori arus lambat.

Ketiga stasiun ini memiliki pH air yang sama yaitu pada angka 5 asam. Secara umum pH asam tidak ideal untuk kehidupan organisme air. Untuk beberapa spesies tertentu, seperti ikan nila, pH yang ideal untuk perkembangan ikan adalah berkisar antara 6 hingga 7 (Azhari & Tomaso, 2018). Kemudian berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), pH yang ideal untuk perkembangan ikan adalah dengan kadar pH 6,5 hingga 8,5 (Parulian et al., 2023). Suhu pada ketiga stasiun berkisar antara 27,5°C-30,8°C, dengan suhu yang paling rendah berada pada stasiun I yaitu 27,5°C. Suhu yang ideal bagi perkembangan organisme adalah pada suhu berkisar antara 23°C-35°C, suhu pada rentang ini masih masih menunjang kehidupan dan perkembangan organisme perairan (Satiyarti et al., 2019).



## Komposisi Spesies

Hasil pengambilan data yang dikumpulkan adalah 12 spesies dengan sampel yang diperoleh sebanyak 195 organisme hewan. Pengambilan sampel dilakukan pada setiap stasiun dengan menggunakan teknik *Random Sampling*, menggunakan alat penangkap biota berupa *medium cast net*, *fishing scoop* dan *fishing rod*. Batasan pengambilan data spesies perairan disesuaikan dengan luas penampang sungai yang digunakan pada pengukuran debit air. Berikut merupakan perolehan spesies perairan di sungai Cibanjuran:

**Tabel 3.** Hasil data yang diperoleh dari pengamatan tiga stasiun

| No.           | Famili                | Spesies                        | Alat Tangkap Biota   | Jumlah pada stasiun |    |     |
|---------------|-----------------------|--------------------------------|----------------------|---------------------|----|-----|
|               |                       |                                |                      | I                   | II | III |
| 1.            | <i>Gerridae</i>       | <i>Gerris Lacustris</i>        | <i>Cast Net</i>      | 11                  | 25 | 0   |
| 2.            | <i>Poeciliidae</i>    | <i>Gambusia Affinis</i>        | <i>Cast Net</i>      | 0                   | 3  | 0   |
| 3.            | <i>Cichlidae</i>      | <i>Oreochromis Mossambicus</i> | <i>Cast Net</i>      | 0                   | 14 | 0   |
| 4.            | <i>Atyidae</i>        | <i>Caridina gracilirostris</i> | <i>Fishing Scoop</i> | 0                   | 12 | 4   |
| 5.            | <i>Gecarcinucidea</i> | <i>Parathelphusa convexa</i>   | <i>Fishing Scoop</i> | 0                   | 1  | 0   |
| 6.            | <i>Channidae</i>      | <i>Channa Striata</i>          | <i>Fishing Rod</i>   | 0                   | 1  | 2   |
| 7.            | <i>Cyprinidae</i>     | <i>Osteochilus Vittatus</i>    | <i>Fishing Net</i>   | 0                   | 7  | 0   |
| 8.            | <i>Clariidae</i>      | <i>Clarias Batrachus</i>       | <i>Fishing Net</i>   | 0                   | 15 | 0   |
| 9.            | <i>Loricariidae</i>   | <i>Hypostomus Plecostomus</i>  | <i>Fishing Rod</i>   | 0                   | 0  | 9   |
| 10.           | <i>Ampullariidae</i>  | <i>Pila Ampullacea</i>         | <i>Fishing Scoop</i> | 0                   | 0  | 37  |
| 11.           | <i>Trionychidae</i>   | <i>Amyda Cartilaginea</i>      | <i>Fishing Rod</i>   | 0                   | 0  | 6   |
| 12.           | <i>Thiaridae</i>      | <i>Melanoides Tuberculata</i>  | <i>Fishing Scoop</i> | 0                   | 0  | 48  |
| <b>JUMLAH</b> |                       |                                |                      | <b>195</b>          |    |     |

Pada stasiun I hanya terdapat satu spesies yaitu *Gerris Lacustris* sebanyak 11 buah. Keragaman spesies perairan mulai terlihat di stasiun II yang menunjukkan perbedaan data yang signifikan dari stasiun I, organisme perairan yang diperoleh yaitu 8 spesies. Sedangkan pada stasiun III diperoleh 6 jenis spesies perairan, namun hewan yang ditemukan cenderung berbeda dengan stasiun II. Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh nyata dari sedimen pasir yang terbawa aliran air dari aktivitas penambangan pasir di sekitar sungai Cibanjuran.

Aktivitas tambang pasir di perairan sungai memberikan dampak yang cukup besar terhadap keanekaragaman ikan. Penambangan pasir menyebabkan hilangnya substrat dasar sungai yang berfungsi sebagai media berkembang biak ikan, seperti tempat menempelkan telur dan habitat bagi berbagai spesies ikan (Shihah et al., 2024). Hilangnya substrat ini mengakibatkan berkurangnya lokasi ideal untuk pembuahan ikan, sehingga menurunkan keberhasilan reproduksi dan populasi ikan di wilayah terdampak.

Berdasarkan hasil tangkapan, spesies yang terdapat pada stasiun I memiliki jumlah spesies perairan yang sangat terbatas. Pada stasiun I kondisi fisik pada aliran sungai memiliki sedimentasi melimpah, terbukti dengan tingkat kekeruhan air sungai yang mencapai warna coklat kehitaman. Jarak lokasi proyek pertambangan dengan stasiun I yaitu kurang lebih 5,1 km. Dengan demikian pada stasiun I aliran air masih

mengandung oksidasi besi seperti magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Senyawa-senyawa ini bersifat mudah bereaksi dengan asam, terutama asam kuat seperti asam klorida ( $\text{HCl}$ ) dan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), yang sering digunakan dalam proses pelarutan dan aktivasi pasir besi (Kartika & Pratapa, 2014).

Spesies yang bertahan pada kondisi perairan stasiun I hanya *Gerris Lacustris* atau anggang-anggang, pada stasiun ini juga banyak ditemukan spesies capung (Hidayat et al., 2024). Anggang-anggang (*Ptilomera dromas Breddin*) adalah serangga akuatik yang hidup di permukaan air seperti sungai, kolam, dan danau. Serangga ini termasuk dalam famili Gerridae dan dikenal sebagai predator bagi serangga dan hewan kecil yang terperangkap di perairan (Setiawan et al., 2022b). Anggang-anggang (*Ptilomera dromas*) memiliki kemampuan adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi perairan yang sangat dekat dengan aktivitas tambang pasir dibandingkan dengan spesies ikan lain. Salah satu faktor utama adalah kemampuan anggang-anggang untuk hidup dan bergerak di permukaan air, sehingga tidak terlalu bergantung pada substrat dasar yang sering rusak akibat penambangan pasir. Struktur tungkai dan rambut-rambut halus pada tubuh anggang-anggang memungkinkan mereka untuk meluncur dan bertahan di atas permukaan air yang keruh dan terganggu, sehingga mereka dapat menghindari dampak langsung dari sedimentasi dan erosi yang terjadi di dasar perairan.

Pada Stasiun II dan spesies perairan mengalami peningkatan yang signifikan dari stasiun I, terdapat delapan spesies perairan, sementara pada stasiun III terdapat lima spesies perairan. Selain dari pengaruh kondisi fisik, debit aliran air dan penampang sungai. Kelimpahan yang sangat bervariasi bisa disebabkan karena karakteristik lingkungannya. Pada stasiun II lokasi berada tepat di bawah bendungan DI Cibanjuran. Jarak stasiun I dan II sekitar 3.5 km, diperkirakan berdasarkan pengaruh residu aktivitas tambang pasir yang tidak terlalu besar. Pada stasiun II terdapat substrat sedimen berupa pasir dan kerikil batuan andesit, serta penampang luas dengan aliran tenang. Sementara pada stasiun III lokasi berada tepat pada muara sub sungai Cibanjuran yang mengarah ke situ gede. Jarak antara stasiun II dan tiga sekitar 5.2 km, diperkirakan berdasarkan lokasi netral yang tidak terdapat pengaruh aktivitas tambang pasir.

Pada stasiun III ragam spesies berkurang dari stasiun sebelumnya. Kondisi fisik dan debit sungai sangat cocok untuk kehidupan ikan dan spesies perairan lain. Jenis substrat berupa lumpur dan lempung dengan batuan berdiameter 10-40 cm pada dasar sungai. Penurunan jumlah spesies pada stasiun III dibandingkan stasiun II kemungkinan disebabkan oleh perubahan karakteristik substrat dan kondisi aliran sungai yang berbeda, meskipun kondisi fisik dan debit sungai tetap cocok untuk kehidupan ikan dan spesies perairan lainnya. Substrat lumpur dan lempung cenderung lebih halus dan dapat mempengaruhi habitat dan kelimpahan spesies dibandingkan substrat pasir dan kerikil di stasiun II yang berada tepat di bawah Bendungan Cibanjuran dengan aliran yang lebih tenang dan penampang sungai yang luas.

Bendungan dapat mengubah aliran sungai menjadi lebih tenang dan mengancam keanekaragaman hayati dengan menjebak sedimen serta mengubah habitat dasar sungai (Irma Suryanti & Wijayanti, 2024). Hal ini sejalan dengan kondisi di stasiun II yang berada tepat di bawah bendungan DI Cibanjuran, sehingga substrat berupa pasir dan kerikil andesit dengan aliran tenang memungkinkan kelimpahan spesies perairan meningkat. Sebaliknya, di stasiun III yang berlokasi pada muara sub sungai Cibanjuran dengan substrat

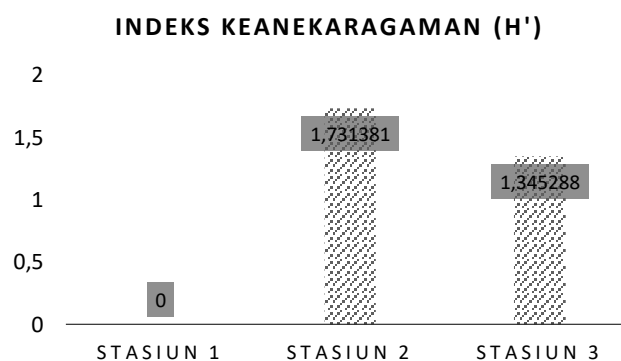
lumpur dan lempung, ragam spesies menurun meskipun kondisi fisik dan debit sungai masih mendukung kehidupan perairan Inoy (Trisnaini et al., 2018). Karakteristik substrat dan kondisi fisik sungai sangat mempengaruhi distribusi dan kelimpahan spesies ikan serta organisme perairan lainnya (Mushthofa et al., 2019). Variasi substrat dari pasir dan kerikil di stasiun II ke lumpur dan lempung di stasiun III menjadi faktor utama penurunan ragam spesies perairan yang diamati.

## Indeks Keanekaragaman Spesies

**Tabel 4.** Nilai Indeks Keanekaragaman

| No.   | Famili                | Spesies                        | Nilai $Pi.Ln Pi$ |                 |                 |
|---|-----------------------|--------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|
|   |                       |                                | Stasiun          |                 |                 |
|   |                       |                                | I                | II              | III             |
| 1.  | <i>Gerridae</i>       | <i>Gerris Lacustris</i>        | 0                | -0.36469        | 0               |
| 2.  | <i>Poeciliidae</i>    | <i>Gambusia Affinis</i>        | 0                | -0.12531        | 0               |
| 3.  | <i>Cichlidae</i>      | <i>Oreochromis Mossambicus</i> | 0                | -0.3083         | 0               |
| 4.  | <i>Atyidae</i>        | <i>Caridina gracilirostris</i> | 0                | -0.28797        | -0.15233        |
| 5.  | <i>Gecarcinucidea</i> | <i>Parathelphusa convexa</i>   | 0                | -0.05586        | 0               |
| 6.  | <i>Channidae</i>      | <i>Channa Striata</i>          | 0                | -0.05586        | -0.09394        |
| 7.  | <i>Cyprinidae</i>     | <i>Osteochilus Vittatus</i>    | 0                | -0.21635        | 0               |
| 8.  | <i>Clariidae</i>      | <i>Clarias Batrachus</i>       | 0                | -0.31705        | -0.24917        |
| 9.  | <i>Loricariidae</i>   | <i>Hypostomus Plecostomus</i>  | 0                | 0               | 0               |
| 10.   | <i>Ampullariidae</i>  | <i>Pila Ampullacea</i>         | 0                | 0               | -0.35377        |
| 11.   | <i>Trionychidae</i>   | <i>Amyda Cartilaginea</i>      | 0                | 0               | -0.1973         |
| 12.   | <i>Thiaridae</i>      | <i>Melanoides Tuberculata</i>  | 0                | 0               | -0.29877        |
| <b>Indek Keanekaragaman (<math>H'</math>)</b> |                       |                                | <b>0</b>         | <b>1.731381</b> | <b>1.345288</b> |

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman jenis ( $H'$ ) menunjukkan perbedaan yang jelas antara tiga stasiun. Stasiun I, yang berdekatan dengan lokasi penambangan pasir, memiliki nilai indeks keanekaragaman terendah yaitu 0, sedangkan Stasiun II memiliki nilai tertinggi sebesar 1,731, dan Stasiun III sebesar 1,345. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa aktivitas penambangan pasir berpengaruh signifikan terhadap keanekaragaman spesies di lokasi terdekat dengan aktivitas pertambangan pasir (Stasiun I), yang mengalami penurunan keanekaragaman akibat kondisi lingkungan yang terdegradasi.



**Gambar 6.** Nilai Indeks Keanekaragaman

Pada Stasiun I, kondisi fisik air sangat keruh dengan sedimentasi pasir dan lempung berwarna kehitaman yang mengendap, serta debit air 0,439 m<sup>3</sup>/s. Kondisi ini menyebabkan dominasi satu jenis spesies, yaitu anggang-anggang, yang menurunkan nilai indeks keanekaragaman. Keruhnya air dan tingginya sedimentasi mengurangi kualitas habitat dan menekan keragaman spesies akuatik. Peningkatan sedimentasi akibat penambangan pasir secara langsung menurunkan keanekaragaman dan kesehatan ekosistem perairan (Huda, 2022b). Nilai H' pada stasiun I yaitu 0, sehingga keanekaragaman spesies tergolong sangat rendah.

Stasiun II yang berada tepat di bawah bendungan Cibanjuran memiliki substrat berupa kerikil batu andesit dan debit air lebih tinggi (0,869 m<sup>3</sup>/s) dengan warna air coklat bening. Kondisi substrat yang lebih keras dan debit air yang stabil menciptakan habitat yang lebih beragam dan mendukung keanekaragaman spesies yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan teori bahwa substrat beragam dan debit air yang cukup tinggi meningkatkan keragaman komunitas perairan (Amri et al., 2020b). Nilai H' pada stasiun II yaitu 1.731381, sehingga keanekaragaman spesies tergolong sedang.

Stasiun III terletak di muara sub sungai dengan substrat lumpur, debit air lambat (0,107 m<sup>3</sup>/s), dan warna air bening kehijauan. Kondisi ini menghasilkan keanekaragaman sedang (H' = 1,345). Substrat lumpur yang kaya bahan organik mendukung komunitas bentik tertentu meski debit air rendah (Taqwa, Muskananfolo, & Ruswahyuni, 2014). Habitat dengan substrat halus dan debit lambat mendukung komunitas bentik yang berbeda namun keanekaragaman cenderung sedang.

Perbedaan kondisi fisik di ketiga stasiun, terutama sedimentasi dan debit air, menjadi faktor utama yang mempengaruhi struktur komunitas dan indeks keanekaragaman. Penambangan pasir di Stasiun I menyebabkan sedimentasi berlebih dan keruhnya air yang menurunkan keanekaragaman, sementara kondisi di Stasiun II dan III yang lebih jauh dari aktivitas penambangan menunjukkan keanekaragaman yang lebih tinggi hingga sedang. Hal tersebut terjadi akibat. Gangguan fisik seperti penambangan pasir dapat menyebabkan penurunan biodiversitas akuatik.

Dominasi spesies anggang-anggang di Stasiun I mencerminkan homogenisasi komunitas akibat kondisi lingkungan yang buruk. Sedimentasi dan keruhnya air akibat penambangan pasir menyebabkan spesies yang toleran mendominasi, sementara spesies sensitif menurun drastis. Peningkatan sedimentasi dan polusi air dari aktivitas penambangan mengakibatkan penurunan keanekaragaman dan perubahan struktur komunitas perairan (Prianto & Husnah, 2017).

Debit air yang berbeda di ketiga stasiun juga mempengaruhi keanekaragaman. Debit tinggi di Stasiun II mendukung oksigenasi dan sirkulasi air yang baik sehingga habitat lebih sehat dan beragam (Ayu, 2016). Debit rendah di Stasiun III memungkinkan akumulasi bahan organik dan habitat stabil, mendukung keanekaragaman sedang. Debit sedang di Stasiun I dengan sedimentasi tinggi menyebabkan habitat kurang ideal. Penelitian menunjukkan bahwa perubahan debit air akibat gangguan lingkungan mempengaruhi keanekaragaman dan fungsi ekosistem perairan.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa aktivitas penambangan pasir di Sungai Cibanjuran memberikan dampak nyata terhadap keanekaragaman spesies perairan yang diukur di tiga stasiun berbeda menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener dan jumlah spesies per stasiun. Nilai indeks keanekaragaman di stasiun I (dekat tambang) sebesar 0, menunjukkan keanekaragaman sangat rendah, dengan hanya satu spesies yang ditemukan yaitu anggang-anggang (*Gerris lacustris*) sebanyak 11 individu. Di stasiun II (bawah bendungan, masih terpengaruh sedimentasi tetapi lebih jauh dari tambang), indeks keanekaragaman mencapai 1,731 dengan delapan spesies dan peningkatan jumlah individu, antara lain *Oreochromis mossambicus* (14 individu), *Clarias batrachus* (15), dan *Gerris lacustris* (25). Sementara di stasiun III (muara, paling jauh dari tambang), indeks keanekaragaman diperoleh sebesar 1,345 dengan enam jenis spesies seperti *Melanoides tuberculata* (48), *Pila ampullacea* (37), *Loricariidae* (9), dan *Amyda cartilaginea* (6).

Mekanisme ekologis teridentifikasi melalui data parameter fisik yang mendukung perubahan struktur komunitas spesies di setiap lokasi. Stasiun I memiliki sedimentasi tinggi, debit air rendah (0,439 m<sup>3</sup>/s), dan pH air asam (5) sehingga sangat menekan spesies sensitif dan hanya memungkinkan bertahan bagi serangga air toleran seperti anggang-anggang. Stasiun II didominasi substrat kerikil dengan debit air lebih tinggi (0,856 m<sup>3</sup>/s) dan pH tetap asam, namun keragaman spesies meningkat karena habitat yang lebih stabil dan air yang relatif lebih jernih dibandingkan stasiun I. Stasiun III, dengan substrat lumpur, debit air lambat (0,107 m<sup>3</sup>/s), dan pH tetap asam, mendukung komunitas bentik tertentu, walaupun keragaman sedikit menurun karena habitat mengarah pada spesies toleran yang mampu hidup pada substrat halus dan air lambat.

Sedimentasi tinggi di lokasi tambang menjadi faktor utama menurunnya keanekaragaman karena meningkatkan kekeruhan air dan mengganggu habitat makrozoobentos serta ikan yang membutuhkan substrat stabil untuk berkembang biak. pH air asam secara konsisten di seluruh stasiun (pH 5) juga mempengaruhi keberlangsungan spesies sensitif. Sebagian besar spesies ikan air tawar memerlukan pH minimal 6,5 hingga 8,5 untuk pertumbuhan optimal, sehingga spesies sensitif seperti Cyprinidae dan Cichlidae lebih banyak ditemukan di stasiun II, sementara di stasiun I terjadi penurunan tajam spesies ikan.

Penambangan pasir di Sungai Cibanjuran tidak sepenuhnya menghilangkan keanekaragaman spesies tetapi mengubah struktur komunitas melalui mekanisme peningkatan sedimentasi, penurunan pH, serta modifikasi substrat dasar sungai. Keberlangsungan spesies sensitif terancam dan komunitas didominasi spesies toleran, terbukti dari hanya satu spesies di lokasi tambang dan dominasi lebih banyak jenis di area yang lebih jauh dari aktivitas penambangan. Data kuantitatif indeks keanekaragaman ( $H=0$ , 1,731, 1,345), jumlah spesies dan individu pada tiap stasiun memperkuat kesimpulan bahwa intervensi lingkungan secara fisik dan kimia oleh penambangan pasir berpengaruh nyata terhadap biodiversitas dan kesehatan ekosistem sungai Cibanjuran.

Penelitian ini memiliki beberapa kelemahan yang perlu diperhatikan guna meningkatkan kualitas dan akurasi yang lebih baik kedepannya, kelemahan dalam penelitian ini yaitu adanya keterbatasan waktu

dan lokasi, penggunaan metode sampling yang mungkin tidak sepenuhnya representatif dari keseluruhan spesies yang terpengaruh oleh penambangan, lokasi yang sulit dijangkau, serta alat-alat yang digunakan yang masih kurang memadai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Laboratorium Geografi Universitas Siliwangi yang telah meminjamkan peralatan laboratorium untuk analisis kondisi fisik sungai. Kami juga berterima kasih kepada pihak Kecamatan Sukaratu yang telah memberikan izin untuk pelaksanaan penelitian ini. Bantuan dan dukungan tersebut sangat berarti bagi kelancaran penelitian kami.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adawiah, W., Hanindraputri, E. K., & ... (2024). Dinamika Sistem Penghidupan Masyarakat dalam Perubahan Lingkungan di Kawasan Tambang Pasir Gunung Galunggung, Kabupaten Tasikmalaya. ... *Seminar Nasional Ilmu* ..., 1239–1248. <https://proceeding.unesa.ac.id/index.php/sniis/article/view/3786%0Ahttps://proceeding.unesa.ac.id/index.php/sniis/article/download/3786/1230>
- Adawiah, W., Kartika Hanindraputri, E., Dwi, P., Indah, P., & Surabaya, U. N. (2024). Dinamika Sistem Penghidupan Masyarakat dalam Perubahan Lingkungan di Kawasan Tambang Pasir Gunung Galunggung, Kabupaten Tasikmalaya. In *Seminar Nasional Universitas Negeri Surabaya*.
- Akhrianti, I., & Gustomi, A. (2018). Identifikasi Keanekaragaman dan Potensi Jenis-Jenis Ikan Air Tawar Pulau Bangka. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 12(1), 74–80. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v12i1.694>
- Amri, K., Ma'mun, A., Priatna, A., Suman, A., Prianto, E., & Muchlizar. (2020a). SEBARAN SPASIAL, KELIMPAHAN DAN STRUKTUR KOMUNITAS ZOOPLANKTON DI ESTUARI SUNGAI SIAK SERTA FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), 2621–7252.
- Amri, K., Ma'mun, A., Priatna, A., Suman, A., Prianto, E., & Muchlizar. (2020b). Spacial Distribution , Abundance and Community Structure of Zooplankton in Siak River Estuary and Related Factors That Influence It. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 5(1), 2621–7252.
- Anggraeni, T. R., & Kharis, M. (2021). ANALISIS MODEL PREDATOR-PREY DENGAN DINAMIKA POPULASI REKRUTMEN-DEATH, PERLINDUNGAN PREY DAN FUNGSI RESPON HOLLING TIPE III. *UNNES Journal of Mathematics*, 10(2), 56–65.
- Ayu, B. (2016). *ANALISIS KESEHATAN LINGKUNGAN PERAIRAN BERDASARKAN PROFIL HEMOSIT PADA GASTROPODA Pomacea canaliculata DI ALIRAN SUNGAI BRANTAS KOTA SURABAYA JAWA TIMUR* (Vol. 4, Issue 1).
- Azhari, D., & Tomaso, A. M. (2018). Kajian Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Yang Dibudidayakan Dengan Sistem Akuaponik. *Akuatika Indonesia*, 3(2), 84–90.
- Badan Informasi Geospasial. (2014). Peraturan BIG Nomor 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Pengumpulan dan Pengolahan Data Geospasial Mangrove. *Badan Informasi Geospasial*, 14.
- Budiman, Syafrialdi, & Hertati, R. (2021). Keanekaragaman Jenis Ikan Di Perairan Sungai Batang Uleh Kabupaten Bungo Provinsi Jambi. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 5(1), 1–10.
- Delfia, V. I., & Yulminarti. (2024). Dampak Penambangan Emas Terhadap Keanekaragaman



- Makrozoobentos di Sungai Batang Kuantan. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(3). <https://doi.org/10.62383/polygon.v2i3.65>
- Fadillah, I., Ramadhani, T. S., & Tiftazani, Z. A. (2024). Pendugaan Suhu Dan Ph Budidaya Ikan Air Tawar Menggunakan Support Vector Regression (Svr). *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 11(2), 85–91. <https://doi.org/10.31294/jki.v11i2.16177>
- Hidayat, A. M., Ningrum, E. A., & Suherman, J. R. (2024). Keanekaragaman Jenis Capung di Kawasan Setu Cileunca Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. 5(2), 96–109.
- Huda, M. (2022a). *PENINGKATAN KESEHATAN LAUT MELALUI PENGENDALIAN SEDIMENTASI LAUT GUNA MENUNJANG PRODUKTIVITAS EKONOMI KELAUTAN NASIONAL*. LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL REPUBLIK INDONESIA.
- Huda, M. (2022b). *PENINGKATAN KESEHATAN LAUT MELALUI PENGENDALIAN SEDIMENTASI LAUT GUNA MENUNJANG PRODUKTIVITAS EKONOMI KELAUTAN NASIONAL*. LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL REPUBLIK INDONESIA, IVc.
- Husamah, & Rahardjanto, A. (2019). *Bioindikator (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)* (Cetakan Pe). UMM PRESS : Universitas Muhammadiyah Malang. <http://ummpress.umm.ac.id>
- Irma Suryanti, & Wijayanti, P. R. (2024). Peran Serta Masyarakat Pemeliharaan Bendungan terhadap Sedimentasi di Bendungan Benel dan Palasari Kabupaten Jembrana. *International Journal of Community Service Learning*, 7(4), 407–414. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v7i4.64573>
- Kadir, M. R. (2025). MODEL RANTAI MAKANAN TIGA SPESIES DENGAN PERLINDUNGAN DAN PEMANENAN SEMUA SPESIES MENGGUNAKAN FUNGSI RESPON BERBEDA [Universitas Sulawesi Barat]. In *Universitas Sulawesi Barat*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28459981/%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.resenv.2025.100208%0Ahttp://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://ww>
- Karila, R. J., Fadilah, M., Darrusyamsu, R., Farma, S. A., Fitri, R., & Selaras, G. H. (2022). Mini Riset Uji Fisik Sederhana Keefektifan Eco-enzyme untuk Pencemaran Air. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 3(2), 83–89. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v3i2.75>
- Kartika, D. L., & Pratapa, S. (2014). Sintesis Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dari Pasir Besi dengan Metode Logam Terlarut Asam Klorida. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 3(2), B33–B35.
- Kurnia, I., Hidayat, A. M., Ningrum, E. A., Suherman, J. R., Putri, D. A., & Erwahyudi, H. G. (2024). Keanekaragaman Jenis Capung di Kawasan Setu Cileunca Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. *Symbiotic: Journal of Biological Education and Science*, 5(2), 96–109. <https://doi.org/10.32939/symbiotic.v5i2.133>
- Mushthofa, A., Muskananfolo, M. R., & Rudyanti, S. (2019). Analisis Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1), 81–88.
- Mushthofa, A., Rudyanti, S., & Muskanonfolo, M. R. (2014). Analisis Struktur Komunitas Makrozoobenthos Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 81–88. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4289>
- Parulian, D., Widodo, B., Stepanus, & Tobing, T. (2023). Sistem Pengendalian Dan Monitoring Kualitas Air Tawar Serta Pemberian Pakan Otomatis Pada Budi Daya Ikan Nila Menggunakan Nodemcu Esp-12F. *Lektrokom : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 4(1). <https://doi.org/10.33541/lektrokom.v4i1.4201>

- PERATURAN DAERAH No. 4 Tahun 1991 Tentang Perizinan Usaha Pertambangan Bahan Galian Golongan C Dalam Provinsi Daerah Tingkat I, 8 Perda Provinsi Lampung 55 (1991).
- Prianto, E., & Husnah, H. (2017). Penambangan Timah Inkonvensional: Dampaknya Terhadap Kerusakan Biodiversitas Perairan Umum Di Pulau Bangka. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 2(5), 193. <https://doi.org/10.15578/bawal.2.5.2009.193-198>
- Pribadi, A. S., Syahrir, M. R., & Ghitari, G. (2022). Produksi Dan Konsumsi Oksigen Zona Atas Dan Bawah Secchi Disk Di Waduk Benanga Samarinda. *Tropical Aquatic Sciences*, 1(2), 7–15. <https://doi.org/10.30872/tas.v1i2.634>
- Rahma, N. D., Rizka, Y., Nufus, W., Saraswati, N. A., & Chairani, S. (2022). Dampak Pertambangan Batu Bara Pada Kesehatan Lingkungan: A Systematic Review. *Health Safety Environment Journal*, 2(2), 1–19.
- Rosmawati. (2011). *Ekologi Perairan*. Hilliana Press.
- Satiyarti, R. B., Pawhestri, S. W., Merliyana, M., & Widiani, N. (2019). Penentuan Tingkat Pencemaran Sungai Berdasarkan Komposisi Makrobentos sebagai Bioindikator. *Al-Kimiya*, 5(2), 57–61. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i2.3690>
- Septarini, B. A. (2021). *Analisis Kesehatan Lingkungan Perairan Berdasarkan Profil Hemosit Pada Gastropoda Pomacea canaliculata Di Aliran Sungai Brantas Kota Surabaya Jawa Timur*. 2588–2593.
- Setiawan, B., Atmowidi, T., & Sulistijorini. (2022a). The abundance of water strider Ptilomera dromas Breddin (Hemiptera: Gerridae) in Ciliwung River related to water quality. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.5994/jei.19.1.1>
- Setiawan, B., Atmowidi, T., & Sulistijorini, S. (2022b). Kemelimpahan anggang-anggang Ptilomera dromas Breddin (Hemiptera: Gerridae) di Sungai Ciliwung dalam kaitannya dengan kualitas air. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.5994/jei.19.1.1>
- Shihah, A., Amandari, D., & Anggraini, R. G. (2024). Investigasi Kualitatif Terhadap Dampak Penambangan Pasir Di Sungai Sematang Borang ., *Semnasbio*, 540–554.
- Simatupang, C. M., Agussalim, A., & Surbakti, H. (2016). Analisis Data Arus Di Perairan Muara Sungai Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan Analysis Of Flow Data On Estuarine Banyuasin River In South Sumatera. *Maspari Jurnal*, 8(1), 15–24.
- Sofian, Humairani, & Andrian Saputra. (2024). Keanekaragaman Jenis Ikan Di Perairan Pasang Surut Sungai Musi Kecamatan Muara Telang Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan Dan Budidaya Perairan*, 19(1), 55–65. <https://doi.org/10.31851/jipbp.v19i1.16002>
- Suherman, D. W., Suryaningtyas, D. T., & Mulatsih, S. (2015a). AIR DI KECAMATAN SUKARATU KABUPATEN TASEK MALAYA Impact of Sand Mining to the Land and Water Conditions at Sukaratu Sub District ., *Jurnal Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 5(2), 99–105. <https://doi.org/10.19081/jpsl.5.2.99>
- Suherman, D. W., Suryaningtyas, D. T., & Mulatsih, S. (2015b). Dampak Penambangan Pasir Terhadap Kondisi Lahan dan Air di Kecamatan Sukaratu Kabupaten Tasikmalaya. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), 99–105. <https://doi.org/10.19081/jpsl.5.2.99>
- Suherman, D. W., Suryaningtyas, D. T., & Mulatsih, S. (2015c). Impact of Sand Mining to the Land and Water Conditions at Sukaratu Sub District, Tasikmalaya District. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 5(2), 99–105. <https://doi.org/10.19081/jpsl.5.2.99>
- Taqwa, R. N., Muskananfolah, M. R., Program, R., Manajemen, S., Perairan, S., Perikanan, J., Perikanan,

- F., & Kelautan, I. (2014). Studi Hubungan Substrat Dasar dan Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen Dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos Di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(1), 125–133. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Taqwa, R. N., Muskananfolo, M. R., & Ruswahyuni, -. (2014). Studi Hubungan Substrat Dasar Dan Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen Dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos Di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 125–133. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4429>
- Trisnaini, I., Kumala Sari, T. N., & Utama, F. (2018). Identifikasi Habitat Fisik Sungai dan Keberagaman Biotilik Sebagai Indikator Pencemaran Air Sungai Musi Kota Palembang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 17(1), 1. <https://doi.org/10.14710/jkli.17.1.1-8>
- Wulandari, A., Yuantina, Y., Wardani, D. K., & Sholihah, F. N. (2023). Keanekaragaman Makrozoobentos pada Ekosistem Air Tawar Lentik di Desa Gumulan Kecamatan Kesamben. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, 5(3), 35–40. <https://doi.org/10.32764/epic.v5i3.991>