

**PENYUSUNAN BUKU PENGAYAAN KELAS X BERBASIS PENELITIAN
IDENTIFIKASI MAKRO INVERTEBRATE SEBAGAI BIOINDIKATOR
KUALITAS AIR SUNGAI CATUR
MADIUN**

¹⁾Ageng Kurniawati, ²⁾Joko Widiyanto, ³⁾Pujiati
^{1,2,3)}Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas PGRI Madiun
Madiun, Jawa Timur

¹⁾Agengkurniawati933@gmail.com, ²⁾pujiati@unipma.ac.id, ³⁾jokowidiyanto@unipma.ac.id

Abstract

This study aims to determine the diversity of macroinvertebrate species and the quality of the CaturMadiun River by using macroinvertebrates as bioindicators. Researchers used a qualitative descriptive study. The method used in this study was macroinvertebrate bioindicators, the technique used in taking samples was purposive random sampling technique, sampling was carried out at three stations, namely the upstream middle part and the downstream part, sampling was carried out every 2 weeks for one month. The data analysis used was the Family Biotic Index (FBI) which was supported by physical and chemical parameters. Based on the research exploratory variety of macroinvertebrates in the Catur River, 7 orders from 8 macroinvertebrate families were found. At station I, it was found that FBI = 4,76 with a good category, polluted with some organic matter, FBI station II = 6.44 with a bad category, very much polluted, and FBI station III = 6.50 with a bad category, very much polluted. The assessment of the feasibility of the enrichment book from the material expert validator was obtained with a percentage of 72,91% with the criteria "Enough", and from the media expert validator obtained a percentage of 65% with the criteria "Enough".

Keywords: *Enrichment book preparation, bioindicators, macroinvertebrates*

PENDAHULUAN

Buku pengayaan sering dikenal dengan istilah buku bacaan atau buku kepastakaan. Buku pengayaan diartikan sebagai buku yang memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan IPTEKS dan ketrampilan membentuk kepribadian peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan, dan masyarakat lainnya. Menurut Istiqomah (2015) karakteristik dari buku non teks, yaitu (1) bukan merupakan buku pegangan utama bagi peserta didik dalam pembelajaran, (2) tidak dilengkapi dengan instrument evaluasi seperti pertanyaan, tes, LKS, atau bentuk yang lain, (3) tidak disajikan serial sesuai tingkat kelas, (4) terkait dengan sebagian atau salah satu SK/KD dalam standart isi, (5) bisa dimanfaatkan semua pembaca dalam semua jenjang atau tingkatan pendidikan, (6) bisa digunakan sebagai buku pengayaan, rujukan dan panduan pendidik.

Buku ini dapat menjadi bacaan bagi peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan, dan masyarakat lainnya. Penyusunan buku pengayaan dimaksudkan untuk menambah buku pengayaan yang sudah ada, memberikan wawasan pengetahuan baru untuk semua kalangan dari mulai anak-anak, remaja hingga dewasa dan menjadikan buku pengayaan sebagai buku bacaan yang memiliki banyak manfaat dalam berbagai bidang. Buku pengayaan akan memuat tentang makro invertebrate pada sungai yang diduga tercemar limbah pabrik tahu, dimana keberadaan hewan makro invertebrate tersebut dapat menjadi bioindikator dalam penentuan kualitas air sungai.

Tujuan dari penelitian ini yaitu ingin mengetahui tingkat kualitas air yang ada di kali catur kabupaten Madiun. Telah banyak diketahui bahwa untuk mengamati kualitas air, analisis secara kimia dan fisika lebih sering digunakan. Meskipun demikian, selain kedua

jenis analisis tersebut, pengamatan kualitas air dan nilai indeks kualitas air dapat ditentukan berdasarkan kondisi biota yang ada. Biota yang digunakan dalam analisis kualitas air, salah satunya adalah makroinvertebrata.

Makroinvertebrata merupakan salah satu indikator biologi air yang telah banyak digunakan sebagai kajian yang terintegrasi tentang kualitas air sungai (Poltak, 2011). Penggunaan makroinvertebrata ini memiliki banyak manfaat karena dapat mengetahui perubahan lingkungan akibat kegiatan manusia dan merupakan salah satu bioindikator kesehatan lingkungan akuatik (Hasamah, 2019). Menurut Anonymous (1982), bahwa pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan oleh kegiatan manusia atau proses alam.

Berdasarkan paparan diatas, maka perlu diadakan buku pengayaan berbasis identifikasi keanekaragaman makroinvertebrata di Sungai Catur. Hal tersebut bertujuan untuk menambah alternatif sumber belajar berupa buku pengayaan dalam pembelajaran biologi, sehingga keberadaan buku pengayaan tersebut dapat memudahkan siswa dalam memahami konsep-konsep biologi agar lebih kontekstual. identifikasi keanekaragaman makroinvertebrata digunakan sebagai Bioindikator kualitas Sungai Catur.

METODE

Jenis penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif yaitu mendiskripsikan tentang makroinvertebrata yang disungai Catur. Pendekatan kualitatif adalah suatu proses penelitian dan pemahaman yang berdasarkan pada metodologi yang menyelidiki suatu fenomena dan menghasilkan data. Sumber data dalam penelitian ini adalah seluruh makroinvertebrata yang berasal dari Sungai Catur Madiun.

Metode Purposive Random Sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan bioindikator makroinvertebrata, teknik yang digunakan dalam mengambil sampel adalah dengan teknik purposive random sampling, sampling dilakukan di 3 plot, dilakukan 2 kali seminggu selama 2 minggu. Selain itu juga dilakukan pengukuran parameter fisikakimia untuk mengetahui kualitas perairan di Sungai Catur pada saat pengambilan sampel penilaian. Analisis data yang dilakukan dalam penelitian kualitas air dengan metode Family Biotic Index (FBI).

$$FBI = \frac{(Xi \times ti)}{n}$$

Ketrangan :

- Xi = jumlah individu yang ditemukan pada tiap famili
- ti = nilai toleransi dari famili
- n = jumlah organisme yang ditemukan pada satu plot

Tabel 1. Klasifikasi Kualitas Air Berdasarkan Family Biotik Indeks

| FAMI LI BIOTI K INDE KS | KUALIT AS AIR | TINGKAT PENCEMAR AN |
|--|------------------|--|
| 0,00 – 3,75 | Sangat baik | Tidak terpolusi bahan organic |
| 3,76 – 4,25 | Baik sekali | Sedikit terpolusi bahan organic |
| 4, 26 – 5,00 | Baik | Terpolusi beberapa bahan organic |
| 5,01 – 5,75 | Cukup | Terpolusi agak banyak |
| 5,76 – 6,50 | Agak buruk | Terpolusi banyak |
| 6,51 – 7,25 | Buruk | Terpolusi sangat banyak |
| 7,26 – 10,00 | Buruk sekali | Terpolusi berat bahan organic |

Penilaian buku pengayaan dilakukan oleh validator. Validasi dilakukan oleh dua validator ahli yaitu validator ahli media pembelajaran dan validator ahli materi. Komponen buku pengayaan yang akan divalidasi terdiri dari empat aspek, yaitu : format penulisan, aspek bahasa., aspek kebenaran isi dan aspek kelayakan sebagai sumber pembelajaran dan penyajian gambar. Data yang digunakan dalam validasi buku tersebut merupakan data kualitatif dengan menggunakan 4 tingkatan penilaian. Data terlebih dahulu diubah kedalam data kuantitatif sesuai bobot skor. hasil penilaian dari validator akan dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum(\text{Seluruh skor jawab angket})}{n \times \text{tertinggi}} \times 100\%$$

Setelah dilakukan perhitungan hasil penilaian dari validator, hasil perhitunga tersebut dapat dikategorikan berdasarkan tingkat kelayakan sebagai berikut.

Tabel 2. Konversi Tingkat Kelayakan

| Interval | Kualitatif | Keterangan |
|------------------|----------------|------------|
| 0 %- 54 % | Tidak valid | Direvisi |
| 55 % -64 % | Kurang | Direvisi |

| | | |
|-------------------|--------------|-----------------------|
| 65 % -74 % | Cukup | Direvisi |
| 75 % -89 % | Valid | Tidak perlu revisi |
| 90 % -100 % | Sangat valid | Tidak perlu revisi |

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Keragaman Makroinvertebrata di Sungai Catur

Berdasarkan hasil penelitian eksplorasi ragam makroinvertebrata di Sungai Catur, peneliti menemukan beberapa jenis makroinvertebrata di daerah aliran Sungai Catur, Kabupaten Madiun. Temuan tersebut kemudian diidentifikasi dan didapatkan 7 ordo dari 8 famili. Hasil identifikasi pengamatan makroinvertebrata dipaparkan dalam bentuk tabel 3 yang berisikan klasifikasi singkat seperti yang terlihat pada Tabel berikut ini .

Tabel 3. Hasil Temuan Hewan Makroinvertebrata di Aliran Sungai Catur Madiun

| No. | Family | Stasiun | | | |
|-----|------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | I | II | III | Total |
| 1. | Gerridae | 19 | 28 | 21 | 68 |
| 2. | Nepidae | 9 | 18 | 15 | 42 |
| 3. | Rhyacophilidae | 34 | - | 6 | 40 |
| 4. | Hydropsychidae | 26 | - | - | 26 |
| 5. | Chironomidae | - | 14 | 9 | 23 |
| 6. | Thiaridae | 98 | 11 | 12 | 339 |
| | | | 4 | 7 | |
| 7. | Parathelphusidae | - | 4 | 2 | 6 |
| 8. | Perlidae | 19 | 3 | 5 | 27 |
| | Total | 205 | 181 | 185 | 571 |
| | | 5 | 1 | 5 | |

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang Penyusunan Buku Pengayaan Ragam Makroinvertebrata Kelas X Berbasis Penelitian Identifikasi Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Catur Madiun, diperoleh hasil bahwa terdapat 8 spesies 7 ordo di 3. Hasil identifikasi dan perhitungan hewan makroinvertebrata di 3 stasiun menunjukkan bahwa jumlah spesies total yang ditemukan adalah 571 spesies. Jumlah spesies terbanyak terdapat pada stasiun I, yakni sebanyak 205 spesies jika dibandingkan pada stasiun II yang hanya 181 spesies dan stasiun III sebanyak 185 spesies. Hal ini dikarenakan pada stasiun I merupakan bagian dekat hulu sungai dimana pada lokasi ini kondisi perairan masih alami dan belum begitu tercemar oleh polutan. Semakin bersih kualitas air, maka akan banyak hewan makroinvertebrata yang hidup pada lingkungan tersebut. Spesies yang paling banyak ditemukan adalah dari ordo Sorbeoconcha family Thiaridae yang termasuk kedalam kelas gastropoda (siput), dengan jumlah total spesies 382 spesies. Setiap stasiun terdapat beberapa spesies yang sama, tetapi juga ditemukan di stasiun lain. Spesies-spesies tersebut terbagi ke dalam 8 family, diantaranya

ialah *Gerridae*, *Nepidae*, *Rhyacophilidae*, *Hydropsychidae*, *Chironomidae*, *Thiaridae*, *Parathelphusidae*, *Perlidae*.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun 1 Berdasarkan Family Biotic Indeks (FBI)

| N o. | FAMIL I | JUM LAH (Xi) | TOLE RANSI (ti) | Xi *ti |
|---------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------|
| 1 | Gerridae | 19 | 5 | 95 |
| 2 | Nepidae | 9 | 8 | 72 |
| 3 | Rhyacop hillidae | 34 | 0 | 0 |
| 4 | Hydrops ychidae | 26 | 4 | 104 |
| 5 | Thiarida e | 98 | 7 | 686 |
| 6 | Perlidae | 19 | 1 | 19 |
| | Jumlah | 205 | | 976 |
| | | | | 6 |

Berdasarkan data tabel di atas nilai perhitungan Family Biotic Indeks (FBI) pada stasiun I adalah sebagai berikut :

$$FBI = \frac{Xi \times ti}{n} = \frac{976}{205} = 4,76$$

Tabel 5. Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun II Berdasarkan Family Biotic Indeks (FBI)

| N o. | FAMILI | JUM LAH (Xi) | TOLE RANSI (ti) | Xi *ti |
|---------|----------------------|--------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | Gerridae | 28 | 5 | 140 |
| 2 | Nepidae | 18 | 8 | 144 |
| 3 | chirono midae | 14 | 8 | 112 |
| 4 | Thiarida e | 114 | 7 | 798 |
| 5 | Parathelp husidae | 4 | 6 | 24 |
| 6 | Perlidae | 3 | 1 | 3 |
| | Jumlah | 181 | | 1167 |
| | | | | 67 |

Berdasarkan data tabel di atas nilai perhitungan Family Biotic Indeks (FBI) pada stasiun I adalah sebagai berikut :

$$FBI = \frac{Xi \times ti}{n} = \frac{1167}{181} = 6,44$$

Tabel 6. Hasil Pengamatan Makroinvertebrata Pada Stasiun III Berdasarkan Family Biotic Indeks (FBI)

| N o. | FAMILI | JUM LAH (Xi) | TOLE RANSI (ti) | Xi *ti |
|---------------|----------------------|--------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | Gerridae | 21 | 5 | 105 |
| 2 | Nepidae | 15 | 8 | 120 |
| 3 | Rhyarop sychidae | 6 | 0 | 0 |
| 4 | choironn omidae | 9 | 8 | 72 |
| 5 | Thiarida e | 127 | 7 | 889 |
| 6 | Parathelp husidae | 2 | 6 | 12 |
| 7 | Perlidae | 5 | 1 | 5 |
| Jumlah | | 185 | | 1203 |

Berdasarkan data tabel di atas nilai perhitungan Family Biotic Indeks (FBI) pada stasiun III adalah sebagai berikut :

$$FBI = \frac{Xi \times ti}{n} = \frac{1203}{185} = 6,50$$

Bedasarkan hasil temuan hewan makroinvertebrata yang didapatkan dari kegiatan ini menandakan bahwa kondisi kualitas air di Sungai Catur dalam perhitungan FBI untuk stasiun I termasuk dalam kategori kualitas air baik, karena lokasi stasiun ini lumayan jauh dari penduduk dan lokasi ini dekat dengan hulu. Selain itu lokasi stasiun I belum tercemar oleh polutan-polutan lain. Untuk stasiun II termasuk kategori agak buruk karena di Stasiun II terdapat pabrik tahu yang limbah pengolahannya dibuang langsung di sungai, limbah tahu tersebut di alirkan ke sungai dalam keadaan masih panas dan berwarna putih pekat. Sedangkan stasiun III termasuk dalam kategori air buruk karena selain pengaruh dari limbah stasiun II, stasiun III juga sering dijadikan tempat pembuangan sampah oleh masyarakat sekitar dan untuk membuang limbah rumah tangga. Kondisi lingkungan sangat berpengaruh terhadap keberadaan hewan makroinvertebrata pada ekosistem sungai. Parameter lingkungan pada saat pengambilan sampel dari data Fisiko-Kimia dapat dilihat pada Tabel 4.6. berikut ini:

Tabel 7. Parameter Fisiko-Kimia Aliran Sungai Catur

| Paramete r | Stasiu n I | Stasiu n II | Stasiu n III |
|-----------------------|---------------|----------------|-----------------|
| Kekeruh an | 33 cm | 17 cm | 20 cm |
| Suhu | 24°C | 32°C | 28°C |
| DO | 10,2 Mg/L | 7,3 Mg/L | 8,1 Mg/L |
| pH | 5,7 | 6,4 | 6,0 |

Pada stasiun I memiliki pH 5,7, pH pada stasiun I termasuk pada pH yang normal karena memang pada stasiun I sangat minim pencemaran, sehingga pH tercatat normal. Pada stasiun II sebesar 6,4, karena disebabkan terdapat limbah tahu dan sampah yang tertahan dibadan sungai maka terjadilah pembusukkan. Proses pembusukkan ini mempengaruhi tingkat pH dalam air sungai tersebut. Sedangkan pada stasiun III sebesar 6,0, pH pada stasiun III lebih sedikit daripada stasiun III karena pada stasiun III pencemarannya tidak sebanyak stasiun II. Parameter lain yakni suhu air, pada saat penelitian dilakukan adalah sebesar 24°C di stasiun I, untuk stasiun II sebesar 32°C, dikarenakan pada stasiun II limbah pabrik tahu tersebut dialirkan langsung ke sungai dengan kondisi limbah yang masih panas, maka mempengaruhi suhu air sungai stasiun II. Sedangkan untuk stasiun III yaitu 28°C. selain suhu, tingkat kekeruhan juga diukur menggunakan suatu alat yang dapat dibuat secara mandiri, alat tersebut disebut secchi disk, pada stasiun I tingkat kekeruhannya sedalam 33 cm pada stasiun I adalah yang paling jernih karena tidak terlalu banyak masyarakat yang beraktivitas di sungai yang dekat hulu ini. Untuk stasiun II sedalam 17cm, untuk stasiun II ini terkategori keruh karena memang banyak pencemaran dan aktivitas masyarakat yang melibatkan sungai stasiun II. Sedangkan stasiun III sedalam 20cm, pada stasiun III juga tergolong keruh karena tercemar limbah rumah tangga dan sampah.

Faktor fisiko-kimia yang terakhir ialah DO. Kandungan oksigen terlarut atau DO pada setiap stasiun menunjukkan nilai kisaran yang memenuhi syarat untuk keberlangsungan hidup hewan makroinvertebrata, yaitu sebesar 10,2 Mg/L pada stasiun I, kadar oksigennya yang paling tinggi karena minim pencemaran. Untuk stasiun II yaitu 7,3 Mg/L lebih rendah dibandingkan stasiun I, dan 8,11 Mg/L pada stasiun III. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan. Tingginya DO pada stasiun I berkaitan dengan rendahnya suhu perairan pada stasiun I. suhu mempunyai pengaruh besar terhadap kelarutan oksigen, jika suhu naik maka oksigen didalam air akan menurun. Selain suhu, jenis sedimen suatu perairan juga berpengaruh pada tingginya DO. Pada stasiun I tersebut sedimennya berpasir karena pada sedimen berpasir kandungan oksigen relative besar dibanding sedimen yang halus seperti stasiun II dan III.

2. Kelayakan Buku Pengayaan Berbasis Identifikasi Keanekaragaman Makroinvertebrata Di Sungai Catur Kabupaten Madiun

Berdasarkan penilaian yang diperoleh dari validator ahli materi yaitu 35 dan validator ahli media yaitu 26. Selanjutnya, total skor dikonversi ke dalam prosentase penilaian dengan rumus sebagai berikut:

Validator 1 (ahli materi)

$$P = \frac{\sum(\text{Seluruh skor jawab angket})}{n \times \text{tertinggi}} \times 100 \%$$

$$P = \frac{35}{12 \times 4} \times 100 \% = 72,91 \%$$

Validator 2 (ahli media)

$$P = \frac{\sum(\text{Seluruh skor jawab angket})}{n \times \text{tertinggi}} \times 100 \%$$

$$P = \frac{26}{10 \times 4} \times 100 \% = 65 \%$$

Rata – rata prosentase

$$P = \frac{P1+P2}{2}$$

$$P = \frac{72,91+65}{2} = 69 \%$$

Keterangan:

P = Prosentase penelitian

n = jumlah seluruh item angket

Berdasarkan hasil konversi uji validasi tersebut, Buku Pengayaan Makroinvertebrata memiliki prosentase 69%. Kemudian prosentase penilaian tersebut dicocokkan dengan kriteria kelayakan Buku Pengayaan pada tabel . Hasilnya nilai prosentase masuk dalam kualifikasi cukup baik dengan kriteria layak digunakan dan dengan revisi. Buku Pengayaan Makroinvertebrata ini layak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya memuat materi yang dapat memperkaya buku teks pendidikan dasar, menengah, dan perguruan tinggi. Selain itu buku pengayaan memuat materi yang dapat memperkaya dan meningkatkan penguasaan ipteks dan keterampilan, membentuk kepribadian peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan, dan masyarakat pembaca lainnya. Informasi yang disajikan dengan bahasa dan pemilihan kata yang mudah dipahami sehingga mempermudah peserta didik memahami isi materi dalam buku pengayaan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dijabarkan, maka dapat disimpulkan bahwa penelitian Identifikasi Makroinvertebrata Sebagai Bioindikator Kualitas Air ini menyimpulkan bahwa :

1. Tingkat pencemaran pada Sungai Catur tergolong agak buruk kecuali lingkungan air yang berada di dekat hulu masih tergolong baik.
2. Total spesies hewan Makroinvertebrata sebanyak 571 spesies yang terbagi dalam 3 stasiun. Makroinvertebrata yang ditemukan di aliran Sungai Catur Madiun sebanyak 8 Famili, yaitu *Gerridae*, *Nepidae*, *Rhyacophilidae*, *Hydropsychidae*, *Chironomidae*, *Thiaridae*, *Parathelphusidae*, *Perlidae*.
3. Hasil penilaian kelayakan buku pengayaan dari validator ahli materi diperoleh dengan presentase sebesar 72, 91% dengan kriteria “Cukup”, dan dari validator ahli media diperoleh presentase sebesar 65% dengan kriteria “Cukup”.

DAFTAR PUSTAKA

- Husamah, S. M. (2019). *BIOINDIKATOR (Teori dan Aplikasi dalam Biomonitoring)*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Istiqomah. (2015). *Pengembangan Buku Pengayaan Menyusun Teks Eksplanasi Bermuatan Kearifan Lokal Untuk Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Poltak BP. Panjaitan1, S. E. (2011). Pemantauan Kualitas Air Di Bagian Hulu Sungai Cisadane Dengan Indikator Makroinvertebrat. Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa Vol. 1, No. 1, Januari 2011, 58 – 72 , 58-72.