

ANALYSIS OF SUBAYANG RIVER QUALITY BASED ON BIOTILIC INDEX AS ENRICHMENT OF AQUATIC ECOLOGY MODULE

Nur Ikhlas Syuhada¹, Suwondo², Yuslim Fauziah³

E-mail: nurikhlassyuhada@gmail.com +6282384186033, wondo_su@yahoo.co.id, yuslim.fauziah@gmail.com

**BIOLOGY EDUCATION
FACULTY OF TEACHER TRAINING AND EDUCATION
UNIVERSITY OF RIAU**

Abstract : *The study was conducted to determine the quality of the waters of the Subayang as enrichment Aquatic Ecology module in November 2015 - January 2016. Stages of the research is the analysis of water quality based on the Biotilic index Subayang River, the next stage of enrichment courses Aquatic Ecology modules using ADDIE models. The research found 25 familia divided into 8 orders in which the three orders of groups EPT is the order Ephemeroptera (4 familia), Plecoptera (2 familia), Trichoptera (6 familia), and 5 orders of the non-EPT is the order Odonata (4 familia), Coleoptera (3 familia), Hemiptera (3 familia), Diptera (4 familia), and Neotaeniglossa (1 familia). Familia number is highest for the number familia station I found that 16 familia familia and the amount was lowest for the VI station with 3 number familia. Familia number belonging to the highest station EPT group I with 8 familia EPT while the lowest was in the VI station with only one number familia belonging to the EPT group. EPT abundance ranged from 25% -100%, which is highest abundance in station V and the lowest at the station VI. Index sensitivity level is highest at V station with the lowest index value at station 4 and the third with an index value of 3.21. Based Biotilic index, the quality of river waters Subayang ranged from uncontaminated until being polluted. The results of the research can be used as enrichment Aquatic Ecology module.*

Keywords : *Water Quality, Biotilic Index, Module, Aquatic Ecology*

ANALISIS KUALITAS PERAIRAN SUNGAI SUBAYANG BERDASARKAN INDEKS BIOTILIK SEBAGAI PENGAYAAN MODUL MATA KULIAH EKOLOGI PERAIRAN

Nur Ikhlas Syuhada¹, Suwondo², Yuslim Fauziah³

E-mail: nurikhlassyuhada@gmail.com +6282384186033, wondo_su@yahoo.co.id,
yuslim.fauziah@gmail.com

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN UNIVERSITAS RIAU

Abstrak : Penelitian dilakukan untuk mengetahui kualitas perairan Sungai Subayang sebagai bahan pengayaan modul mata kuliah Ekologi Perairan pada bulan November 2015 - Januari 2016. Tahapan penelitian yaitu analisis kualitas perairan Sungai Subayang berdasarkan indeks Biotilik, selanjutnya tahap pengayaan modul mata kuliah Ekologi Perairan dengan menggunakan model ADDIE. Hasil penelitian ditemukan 25 familia yang terbagi ke dalam 8 ordo dimana 3 ordo dari kelompok EPT yaitu ordo Ephemeroptera (4 familia), Plecoptera (2 familia), Trichoptera (6 familia), dan 5 ordo dari kelompok non-EPT yaitu ordo Odonata (4 familia), Coleoptera (3 familia), Hemiptera (3 familia), Diptera (4 familia), dan Neotaeniglossa (1 familia). Jumlah familia paling tinggi terdapat di stasiun I dengan jumlah familia yang ditemukan yaitu 16 familia dan jumlah familia terendah terdapat pada stasiun VI dengan 3 jumlah familia. Jumlah familia yang tergolong ke dalam kelompok EPT tertinggi yaitu stasiun I dengan 8 familia EPT sedangkan terendah terdapat di stasiun VI dengan hanya 1 jumlah familia yang tergolong ke dalam kelompok EPT. Kelimpahan EPT berkisar dari 25%-100% dimana kelimpahan tertinggi terdapat di stasiun V dan terendah di stasiun VI. Indeks tingkat sensitivitas paling tinggi terdapat pada stasiun V dengan nilai indeks 4 dan terendah pada stasiun III dengan nilai indeks 3,21. Berdasarkan indeks Biotilik, kualitas perairan sungai Subayang berkisar antara tidak tercemar sampai tercemar sedang. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan pengayaan modul mata kuliah Ekologi Perairan.

Kata Kunci : Kualitas Perairan, Indeks Biotilik, Modul, Ekologi Perairan

PENDAHULUAN

Sungai Subayang merupakan sub DAS Sungai Kampar Kiri, Kabupaten Kampar yang berada di kawasan SM Rimbang Baling. Sungai ini mengalir beberapa desa dengan panjang hingga 90 km dan lebar kurang lebih 25 meter serta kedalaman 1-5 meter. Sungai ini merupakan tempat berbagai aktivitas masyarakat di desa-desa tersebut seperti aktivitas MCK, pertanian, perkebunan, dan jalur utama transportasi antar desa.

Masuknya air yang berasal dari daratan ke dalam suatu perairan dengan membawa bahan-bahan terlarut yang berasal dari daratan, dapat mempengaruhi kualitas fisika-kimia air, yang pada akhirnya juga akan mempengaruhi sifat-sifat biologi dari perairan tersebut. Dalam keadaan yang demikian, hanya organisme yang mampu beradaptasi yang akan tetap bertahan hidup, sedangkan yang lainnya kemungkinan besar akan berpindah tempat atau akan mengalami kemusnahan. Aktivitas masyarakat yang sebagian besar memanfaatkan sungai Subayang tentunya akan berdampak terhadap biota dan kualitas sungai tersebut.

Degradasi dan penurunan kualitas daya dukung lingkungan ini dapat mengubah struktur dan fungsi dari komunitas yang ada, dan perubahan yang terjadi bergantung pada kemampuan toleransi masing-masing spesies penyusunnya. Tiap spesies organisme mempunyai ambang toleransi terhadap pencemaran yang berbeda dan akan berakibat pada kemampuan spesies untuk melakukan kompetisi pada suatu lingkungan. Polutan berpengaruh terhadap organisme melalui paparan langsung (misalnya bahan kimia polutan) dalam selang waktu tertentu dan berbagai interaksi di dalamnya (Pramila *et al.*, 2012).

Tingkat cemaran dapat diketahui dengan mengukur pH, DO dan BOD yang dilakukan dengan metode fisik dan kimia. Cara ini relatif sederhana, tetapi karena tidak dilakukan secara kontinyu hasilnya hanya memberikan data sesaat, sedangkan terjadinya pencemaran berlangsung secara kontinyu. Uji hayati dengan menggunakan spesies indikator lebih baik daripada metode fisik dan kimia sebab organisme terpapar secara terus-menerus sepanjang masa hidupnya (Sudaryanti *et al.* dalam Maramis, 2011).

Hewan air yang dapat digunakan sebagai indikator biologis adalah dari jenis ganggang (*algae*), bakteri, protozoa, makrozoobentos, dan ikan (*fish*). Namun demikian dari kelima jenis hewan air tersebut, yang paling baik dan cocok digunakan sebagai indikator biologis dan ekologis adalah dari kelompok makrozoobentos, karena adanya faktor preferensi habitatnya dan juga mobilitasnya yang relatif rendah sehingga dapat digunakan sebagai indikator yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh lingkungan perairan.

Modul adalah sebuah bahan ajar yang disusun secara sistematis dengan bahasa yang mudah dipahami oleh siswa sesuai tingkat pengetahuan dan usia mereka, agar mereka dapat belajar secara mandiri dengan bantuan atau bimbingan yang minimal dari pendidik (Prastowo dalam Rizqi *et al.*, 2012). Melalui modul peserta belajar mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung kepada orang lain. Seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi sampai sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara penuh. Modul memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dikatakan adaptif karena dapat melakukan penyesuaian dengan cepat dan fleksibel terhadap perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Ekologi perairan merupakan salah satu mata kuliah wajib yang ada di Pendidikan Bilogi FKIP Universitas Riau. Mata kuliah ini membahas mengenai interaksi makhluk hidup dengan lingkungan perairan.

Mata kuliah Ekologi sebelumnya telah memiliki modul dalam menunjang pembelajaran peserta didik, namun perlu diadakannya pengayaan bahan ajar untuk memperkaya pengetahuan peserta didik. Di dalam modul sebelumnya dijelaskan mengenai cara menentukan kualitas perairan berdasarkan keanekaragaman dan kelimpahannya. Akan tetapi cara penentuan kualitas perairan juga harus dilihat berdasarkan tingkat sensitivitas organisme terhadap perairan tersebut. Maka diperlukanlah pengayaan modul mengenai analisis kualitas perairan berdasarkan tingkat sensitivitas organisme terhadap perairan tersebut agar peserta didik mendapatkan sumber ilmu yang lebih luas. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Kualitas Perairan Sungai Subayang berdasarkan Indeks Biotilik sebagai Pengayaan Modul Mata Kuliah Ekologi Perairan”.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu tahap analisis kualitas perairan sungai Subayang berdasarkan indeks Biotilik dan tahap pengayaan modul mata kuliah Ekologi Perairan. Tahap pertama, analisis kualitas perairan sungai Subayang berdasarkan indeks biotilik dilakukan di sepanjang sungai Subayang yang berlokasi di kawan Rimbang Baling, Kabupaten Kampar. Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan November 2015-Januari 2016. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah jala Surber, tangguk, kantong plastik, kertas label, alat tulis, formalin 4%, pH meter, DO meter, bola pingpong, benang/tali, termometer, saringan dua tingkat, cawan petri, pinset, lup, dan mikroskop stereo.

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif dimana pengambilan data menggunakan metode survey. Data dianalisis dan dibahas secara deskriptif. Penentuan stasiun penelitian menggunakan teknik purposive random sampling dimana mempertimbangkan kondisi lingkungan perairan dan aktivitas yang ada di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS). Sampel diambil sebanyak 6 stasiun dan tiap stasiun terdapat 3 titik pengambilan sampel yang ditempatkan secara acak. Parameter dalam penelitian ini yaitu jumlah familia, jumlah familia EPT, kelimpahan EPT, Indeks tingkat sensitivitas dan parameter fisika-kimia seperti suhu, kecerahan air, pH, DO, dan kecepatan arus.

Jumlah familia ditentukan dengan menghitung familia yang ditemukan pada penelitian kemudian dikategorikan pada rentang skor 1-4. Jumlah familia EPT ditentukan dengan menghitung jumlah familia yang tergolong ke dalam kelompok EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera) dan dikategorikan ke dalam rentang skor 1-4. Kelimpahan EPT yaitu menghitung persentase kehadiran kelompok EPT dengan rumus:

$$\text{Kelimpahan EPT} = \frac{\text{Jumlah Individu EPT}}{\text{Jumlah seluruh individu dalam sampel}} \times 100\%$$

Indeks tingkat sensitivitas ditentukan dengan melihat tingkat sensitivitas makrozoobentos terhadap pencemaran. Indeks ini memiliki rentang skor 1-4 berdasarkan tingkat sensitivitas hewan tersebut. Adapun nilai skor masing-masing jenis familia berdasarkan tingkat sensitivitasnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Indeks tingkat sensitivitas ditentukan dengan rumus:

$$\text{Indeks tingkat sensitivitas} = \frac{\sum (n_i \times t_i)}{N}$$

Keterangan:

n_i = Jumlah individu familia ke i

t_i = Skor Biotilik familia ke i

N = Jumlah total individu

Adapun rentang skor untuk jumlah familia, jumlah familia EPT, kelimpahan EPT, dan indeks tingkat sensitivitas adalah:

Tabel 1. Rentang Skor Jumlah Familia, Jumlah Familia EPT, Kelimpahan EPT, dan Indeks Tingkat Sensitivitas

Parameter	Skor			
	4	3	2	1
Jumlah Familia	>13	10-13	7-9	<7
Jumlah Familia EPT	>7	3-7	1-2	0
Kelimpahan EPT	>40%	>15-40%	>0-15%	0
Indeks Tingkat Sensitivitas	3,3-4,0	2,6-3,2	1,8-2,5	0-1,7

Selanjutnya analisis kualitas perairan berdasarkan indeks Biotilik ditentukan dengan cara menghitung skor rata-rata dari keempat parameter tersebut. Selanjutnya kriteria kualitas perairan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Penilaian Kualitas Air Sungai dengan Biotilik

Skor Rata-rata	Kriteria kualitas Air
3,3-4,0	Tidak Tercemar
2,6-3,2	Tercemar Ringan
1,8-2,5	Tercemar Sedang
1,0-1,7	Tercemar Berat

Sumber: (Resh, 2010)

Parameter fisika dan kimia yang diukur baik secara insitu maupun eksitu dibandingkan dengan ketentuan nilai baku mutu yaitu Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

Kemudian untuk tahap kedua yaitu tahap pengayaan modul mata kuliah Ekologi Perairan yang mulai bulan Januari 2016 sampai dengan April 2016. Peengayaan modul

menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*), dimana pada penelitian ini hanya dilakukan pada tahap *Analysis, Design, dan Development*. Untuk tahap *Implementation* dan *Evaluation* tidak dilaksanakan pada penelitian ini. Modul yang telah dikembangkan sampai pada tahap *development* akan divalidasi oleh 3 orang validator yang terdiri dari 2 ahli materi dan 1 ahli kependidikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Perairan Sungai Subayang berdasarkan Indeks Biotilik

Data yang ditemukan di perairan Sungai Subayang dari stasiun I sampai stasiun VI adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Jumlah Familia, Jumlah Familia EPT, Kelimpahan EPT, dan Indeks Tingkat Sensitivitas di Perairan Sungai Subayang.

Parameter	Stasiun					
	I	II	III	IV	V	VI
Jumlah Jenis Famili	16	11	7	7	4	3
Jumlah Jenis EPT	8	7	6	2	4	1
Kelimpahan EPT (%)	74,5	91,5	96,6	33,3	100	25
Indeks Tingkat Sensitivitas	3.23	3.32	3.21	3.33	4	3.25

Keterangan:

Stasiun I : Desa Terusan

Stasiun IV: Desa Batu Sanggan

Stasiun II : Desa Aur Kuning

Stasiun V : Desa Tanjung Belit

Stasiun III: Desa Tanjung Beringin

Stasiun VI: Desa Gema

Total keseluruhan familia yang ditemukan di perairan Sungai Subayang adalah 25 familia. Dapat dilihat terdapat 8 ordo dimana 3 ordo dari kelompok EPT yaitu ordo Ephemeroptera (4 familia), Plecoptera (2 familia), Trichoptera (6 familia), dan 5 ordo dari kelompok non-EPT yaitu ordo Odonata (4 familia), Coleoptera (3 familia), Hemiptera (3 familia), Diptera (4 familia), dan Neotaeniglossa (1 familia).

Jumlah familia paling tinggi terdapat di stasiun 1 dengan jumlah familia yang ditemukan yaitu 16 familia. Familia yang diemukan yaitu Heptagenidae, Baetidae, Perlidae, Leptoceridae, Psychomyiidae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Rhyacophilidae,, Coenagrionidae, Gomphidae, Noteridae, Mesovellidae, Tabanidae, Tanideridae, Chironomidae-merah, dan Pleuroceridae. Stasiun I yang berlokasi di desa Terusan memiliki rona lingkungan yang masih bersih sehingga banyak ditemukan kelompok makrozoobentos.

Familia Hydropsychidae merupakan familia yang organismenya paling banyak ditemukan. Hydropsychidae memiliki proleg anal yang dilengkapi dengan kait, yang memungkinkan organisme ini dapat hidup di bebatuan sungai. Seperti kebanyakan larva Trichoptera, Hydropsychidae sensitif terhadap perubahan kadar oksigen terlarut dan

polusi organik. Hydropsychidae telah banyak digunakan sebagai biomonitoring melalui indeks kualitas air (Hilsenhoff dalam Burington, 2011).

Sama seperti Hydropsychidae, Baetidae dan Heptageniidae adalah biondikator terbaik yang menunjukkan kondisi lingkungan yang masih baik. Kelompok ini menunjukkan preferensi yang kuat untuk stratum berbatu di perairan sungai. Beberapa faktor yang mempengaruhi distribusi keragaman dan kelimpahan makrozoobentos dalam ekosistem perairan, adalah suhu air, kecepatan arus, ketersediaan makanan, dan sebagainya.

Jumlah familia paling rendah ditemukan di stasiun VI yaitu di desa Gema. Pada stasiun 6 hanya ditemukan 3 familia makrozoobentos yaitu familia Leptophlebidae, Corduliidae, dan Tipulidae. Di daerah ini terdapat penambangan pasir dan perkebunan kelapa sawit yang berhubungan langsung ke sungai sehingga menyebabkan sedikitnya hewan-hewan yang dapat hidup di stasiun ini.

Jumlah familia EPT tertinggi terdapat di stasiun I dengan 8 familia yang tergolong kedalam kelompok EPT yaitu Heptagenidae, Baetidae, Perlidae, Leptoceridae, Psychomyiidae, Hydropsychidae, Philopotamidae, dan Rhyacophilidae. Serangga EPT merupakan hewan yang hidup di daerah bersih dan terdapat sumber makanan di dalamnya. Kehadiran serangga ini juga bergantung pada ketersediaan makanan dari vegetasi sepanjang sungai (Bispo *et al.*, 2006). Serangga ini merupakan kelompok makrozoobentos yang peka terhadap pencemaran (Heliovaara dan Vaisanen dalam Marmita *et al.*, 2013).

Jumlah familia EPT terendah terdapat di stasiun VI dimana hanya ditemukan 1 familia yaitu familia Leptophlebidae. Berkurangnya hewan dari kelompok EPT dikarenakan terjadinya penurunan kualitas air. Di stasiun VI terdapat penambangan pasir yang menyebabkan pencemaran di dalam air sungai sehingga hewan dari kelompok EPT berkurang dari stasiun sebelumnya.

Serangga EPT merupakan serangga yang bersifat sensitif terhadap bahan pencemar sehingga tidak ditemukan pada kondisi perairan tercemar. Organisme ini biasanya menghindari kontak langsung dengan limbah atau bahan pencemar (Latifa dalam Wijayanti, 2013). Sedikitnya jumlah serangga EPT yang ditemukan juga disebabkan karena terjadinya peningkatan debit air sungai yang disebabkan karena curah hujan yang tinggi. Di daerah tropis, hujan merupakan faktor utama yang menjadi pertimbangan dalam mempelajari distribusi dan penyebaran serangga EPT dimana serangga ini memiliki respon yang tinggi terhadap perubahan lingkungan (Flecker dan Feifarek dalam Suhaila *et al.*, 2014).

Kelimpahan EPT tertinggi terdapat di stasiun V dengan persentase kelimpahan yaitu 100%. Hal ini disebabkan keseluruhan hewan yang ditemukan merupakan kelompok serangga EPT. Kelimpahan EPT ditentukan dengan melihat jumlah individu serangga EPT terhadap keseluruhan individu yang ditemukan di perairan tersebut. Kelimpahan EPT terendah terdapat di stasiun VI dengan kelimpahan EPT hanya 25%. Hal ini karena ditemukan hanya satu jenis kelompok serangga EPT pada stasiun ini. Kelimpahan EPT berguna untuk melihat bagaimana kelimpahan atau jumlah kehadiran EPT pada suatu perairan.

Serangga air seperti Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera merupakan komponen penting dalam ekosistem perairan dan umumnya banyak ditemukan di dalam lingkungan perairan tersebut. Serangga ini sensitif terhadap lingkungan yang tercemar sehingga dapat menjadi indikator kualitas perairan. Penurunan jumlah larva serangga

EPT disebabkan karena adanya pencemaran dan jumlah oksigen (DO) di dalam air (Rosenberg dan Resh, dalam Marmitt *et al.*, 2014).

Indeks tingkat sensitivitas merupakan nilai dalam bentuk skoring yang dibuat atas dasar tingkat sensitivitas organisme terhadap pencemaran. Nilai indeks dari suatu stasiun dapat diketahui dengan menghitung skor dari semua kelompok hewan dalam sampel.

Indeks tingkat sensitivitas paling tinggi terdapat pada stasiun V dengan nilai indeks 4 dan terendah pada stasiun III dengan nilai indeks 3,21. Tingginya nilai indeks disebabkan banyaknya jumlah individu hewan yang sensitif terhadap pencemaran dibanding hewan yang rendah sensitivitasnya terhadap pencemaran.

Selanjutnya untuk menilai kualitas perairan ditentukan dengan menghitung rerata dari keempat parameter. Adapun kualitas perairan tiap stasiun di perairan Sungai Subayang adalah sebagai berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Kualitas Perairan Sungai Subayang berdasarkan Indeks Biotilik

Stasiun	Skor Parameter			Indeks Tingkat Sensitivitas	Skor	Kualitas
	Jumlah Familia	Jumlah Familia EPT	Kelimpahan EPT			
I	4	4	4	3	3,75	Tidak Tercemar
II	3	3	4	4	3,5	Tidak Tercemar
III	2	3	4	3	3	Tercemar Ringan
IV	2	2	3	4	2,75	Tercemar Ringan
V	1	3	4	4	3	Tercemar Ringan
VI	1	2	3	4	2,5	Tercemar Sedang

Keterangan:

Stasiun I : Desa Terusan

Stasiun II : Desa Aur Kuning

Stasiun III: Desa Tanjung Beringin

Stasiun IV: Desa Batu Sanggan

Stasiun V : Desa Tanjung Belit

Stasiun VI: Desa Gema

Pengukuran kualitas perairan Sungai Subayang dapat dihitung dari rerata nilai parameter biologi yaitu jumlah familia, jumlah familia EPT, kelimpahan EPT, dan indeks Biotilik. Dapat dilihat pada tabel 4.2, kualitas perairan Sungai Subayang dari stasiun I sampai stasiun VI yaitu tidak tercemar sampai tercemar sedang. Kualitas perairan Sungai Subayang pada stasiun I dan stasiun II adalah tidak tercemar. Daerah hulu sungai merupakan daerah dengan kondisi sungai yang masih bersih, pada daerah ini belum banyak terdapat aktivitas penduduk. Sungai digunakan hanya untuk sarana transportasi menuju ke desa-desa yang lain. Pada stasiun II yaitu di desa Aur Kuning memiliki kondisi yang sama dengan stasiun I dimana sungai digunakan hanya sebagai sarana transportasi. Aktivitas MCK terdapat di cabang sungai yang berada di samping sungai utama sehingga limbah dari aktivitas masyarakat tidak masuk ke sungai utama.

Pada stasiun III, IV, dan V hasil pengukuran kualitas perairan adalah tercemar ringan. Di stasiun III terdapat perkebunan kelapa sawit yang berbatasan langsung dengan sungai. Stasiun IV dan V terdapat aktivitas masyarakat di perairan sungai tersebut. Hasil Pengukuran kualitas perairan sungai di stasiun VI adalah tercemar sedang. Di stasiun ini terdapat penambangan pasir dimana hal ini sangat berpengaruh

terhadap kualitas perairan. Stasiun VI merupakan daerah paling hilir yang mendapatkan masukan dari daerah hulu sehingga terjadi penumpukan zat-zat buangan.

Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya peningkatan debit air sungai. Selama terjadinya peningkatan debit air, arus sungai dari arah hulu akan menjadi cepat sehingga arus dapat berubah dari tenang menjadi deras dalam selang waktu yang cepat. Selama terjadi peningkatan debit air tersebut, hewan-hewan yang terdapat di dalam sungai akan mengalami penurunan (Dudgeon dalam Suhaila *et al.*, 2014). Oliveira dan Bispo (dalam Suhaila *et al.*, 2014) mengkaji penurunan kehadiran Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera selama terjadi hujan disebabkan karena serangga yang hidup di antara bebatuan terbawa oleh arus yang cepat. Cepatnya arus sungai akan menyebabkan terbawanya hewan-hewan oleh arus sehingga sedikit ditemukan pada daerah perairan tersebut.

Pengukuran Faktor Fisika-Kimia Perairan Sungai Subayang

Faktor abiotik yang mempengaruhi kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH, dan kecepatan arus sangat berpengaruh terhadap kehadiran makrozoobentos. Faktor lingkungan lain yang mempengaruhi adalah kecerahan, DO, dan kondisi substrat.

Tabel 5. Pengukuran Faktor Fisika-Kimia Perairan Sungai Subayang

No	Parameter	Baku mutu (Normal)	Stasiun					
			I	II	III	IV	V	VI
1	Suhu	28-30	24,3	24,8	25,2	25,4	25,5	25,4
2	Kecepatan Arus	-	1,5	0,99	1,39	1,5	1,42	0,91
3	Kecerahan	-	20	25	18	19	25	15
4	pH	6-9	8,3	7,9	7,9	8,33	7,8	7,7
5	DO	> 4	5,2	4,8	3,6	3,9	3,1	2,8
6	Kondisi Substrat	-	Berbatu	Berbatu	berbatu	berbatu	Batu berpasir	Batu berpasir

Keterangan:

Stasiun I : Desa Terusan

Stasiun IV: Desa Batu Sanggan

Stasiun II : Desa Aur Kuning

Stasiun V : Desa Tanjung Belit

Stasiun III: Desa Tanjung Beringin

Stasiun VI: Desa Gema

Tabel 5. menunjukkan kondisi perairan Sungai Subayang berdasarkan faktor fisika-kimia. Suhu perairan Sungai Subayang berkisar dari 24,3-25,5 °C. suhu tertinggi terdapat di stasiun V dan suhu terendah terdapat di stasiun I. Berdasarkan nilai baku mutu yang terdapat pada Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, suhu normal berkisar antara 28-30°C. Berdasarkan nilai tersebut, suhu perairan sungai Subayang berada dibawah batas normal. Hal ini terjadi karena pada saat pengambilan data terjadi peningkatan debit air yang disebabkan karena hujan sehingga menyebabkan terjadinya penurunan suhu di sepanjang sungai Subayang. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Suhu air akan mempengaruhi kelarutan oksigen, dan kelarutan oksigen akan mempengaruhi kehidupan organisme (Effendi, 2008). Suhu dapat dipengaruhi oleh

musim, kedalaman badan air, komposisi substrat, kekeruhan dan cahaya yang masuk ke perairan.

Kecepatan arus yang diukur berkisar dari 0,91 m/s sampai 1,5 m/s dimana kecepatan arus tertinggi terdapat di stasiun I dan IV dan kecepatan arus terendah terdapat di stasiun VI. Kecepatan arus akan melambat dari hulu ke hilir. Hal ini terjadi karena adanya faktor seperti faktor gravitasi, lebar sungai, dan material yang dibawa oleh air (Siahaan *et al.*, 2011). Kecepatan arus menunjukkan kandungan dasar. Apabila kecepatan arus sungai tinggi maka kandungan dasar sungai adalah batu. Jika arus sungai kurang deras, maka dasar sungai mengandung kerikil dan pasir. Jika air hampir diam maka dasar sungai atau kolam adalah lumpur. Dasar perairan yang berbatu dan partikel tanah halus akan memiliki keanekaragaman yang tinggi, dibandingkan dengan dasar perairan berpasir yang merupakan substrat miskin karena kedudukannya tidak stabil.

Kecerahan berkisar antara 15-25 cm dimana kecerahan tertinggi terdapat di stasiun II dan V sedangkan terendah terdapat di stasiun VI. Pada penelitian yang dilakukan, kecerahan untuk tiap stasiun tergolong rendah karena terjadi kekeruhan di sepanjang sungai yang disebabkan karena tingginya debit air yang menyebabkan adanya penumpukan partikel suspensi sehingga menyebabkan air menjadi keruh (Cech dalam Siahaan *et al.*, 2011). Kekeruhan yang tinggi akan mempengaruhi penetrasi cahaya matahari dan dapat membatasi proses fotosintesis sehingga produktivitas primer perairan akan berkurang. Kekeruhan terutama disebabkan oleh bahan-bahan tersuspensi yang bervariasi dari ukuran koloid sampai disperse kasar. Air akan sangat keruh pada musim penghujan karena aliran air maksimum dan adanya erosi dari daratan.

Salah satu faktor yang mempengaruhi sifat kimia perairan sungai adalah derajat keasaman atau pH. Berdasarkan nilai baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kisaran pH normal adalah 6-9. Adapun pH yang diukur pada perairan tiap stasiun adalah berkisar antara 7,7-8,33. Hal ini dapat disimpulkan bahwa pH dari tiap stasiun berada pada kisaran nilai baku mutu. Organisme akuatik (makroinvertebrata) sensitif terhadap perubahan pH dan lebih menyukai pH dengan kisaran 7-8,5 (Effendi, 2003). Pada musim hujan, nilai pH cenderung lebih tinggi diakibatkan karena akumulasi senyawa karbonat dan bikarbonat sehingga air sungai lebih basa (Novotny dan Olem dalam Siahaan *et al.*, 2011).

DO (Disolved Oxygen) Disolved Oxygen (DO) merupakan banyaknya oksigen terlarut dalam suatu perairan. Oksigen terlarut merupakan suatu faktor yang sangat penting didalam ekosistem perairan, terutama sekali dibutuhkan untuk proses respirasi bagi sebagian besar organisme air. (Effendi dalam Anzani *et al.*, 2013). Pada perairan sungai Subayang, hasil pengukuran DO berkisar dari 2,8-5,2. DO tertinggi terdapat di stasiun I, sedangkan DO terendah terdapat di stasiun VI. Berdasarkan nilai baku mutu, DO dengan kisaran normal terdapat pada stasiun I dan II, sedangkan stasiun III hingga stasiun VI berada dibawah kisaran normal berdasarkan nilai baku mutu yaitu >4. Rendahnya nilai DO disebabkan karena rendahnya fotosintesis yang terjadi di dalam perairan. Preoses fotosintesis ini terganggu karena terhambatnya penetrasi cahaya yang masuk yang diakibatkan oleh kekeruhan selama musim hujan terjadi.

Kondisi substrat pada perairan sungai Subayang adalah berbatu pada stasiun I sampai stasiun IV dan berpasir pada stasiun V sampai stasiun VI. Dasar substrat dipengaruhi oleh kecepatan arus sungai. Tingginya kecepatan arus menunjukkan bahwa kondisi substrat sungai adalah berbatu sedangkan apabila kecepatan arus rendah menunjukkan kondisi substrat berpasir. Kondisi substrat menentukan kehadiran dari

hewan makrozoobentos. Dasar perairan yang berbatu akan memiliki keanekaragaman yang tinggi, dibandingkan dengan dasar perairan berpasir yang merupakan substrat miskin karena kedudukannya tidak stabil. Substrat dasar yang berupa batu-batu pipih dan batu kerikil merupakan lingkungan hidup yang baik bagi makrozoobentos. Pada umumnya kondisi substrat berbatu banyak dihuni oleh serangga air, terutama serangga EPT. Serangga dari kelompok ini biasanya hidup dan berkembang biak pada bebatuan yang terdapat di dalam perairan. Oleh karena itu banyak ditemukan serangga EPT pada stasiun I karena sangat mendukung kehidupan serangga tersebut. Kondisi substrat berpasir biasanya banyak dihuni dari golongan oligochaeta dan gastropoda.

Pengayaan Modul Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian analisis kualitas perairan ini kemudian dikembangkan sebagai pengayaan unit modul mata kuliah ekologi perairan. Pengayaan modul ini mengacu pada model ADDIE yang dilaksanakan pada 3 tahap yaitu *Analysis, Design, dan Development*.

Pada tahapan *analysis*, Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) yang tercantum pada Rencana Kegiatan Program Pembelajaran (RKPP) dan Rencana Pembelajaran (RP) mata kuliah Ekologi Perairan dianalisis untuk memperoleh SK KD yang sesuai dengan penelitian. Selanjutnya tahapan *design* yaitu merancang materi konsep yang berhubungan hasil data dan fakta yang ditemukan pada penelitian yang dilakukan, merancang indikator dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai serta merancang butir soal sebagai alat evaluasi peserta didik. Tahapan ketiga yaitu tahapan *development* dimana merupakan tahap pengayaan modul. Modul disusun dan dikembangkan berdasarkan Depdiknas (2008) meliputi judul/identitas, petunjuk penggunaan, peta konsep, standar kompetensi, kompetensi dasar, materi pembelajaran, latihan, tugas, langkah kerja dan penilaian. Modul ini juga dilengkapi dengan soal latihan, rangkuman, tes formatif, kunci jawaban tes formatif, umpan balik dan tindak lanjut yang dikaitkan berdasarkan hasil penelitian.

Selanjutnya modul yang telah dikembangkan divalidasi oleh validator yang terdiri dari validator ahli materi dan ahli kependidikan. Dari beberapa aspek penilaian, didapat nilai rerata penilaian modul yaitu 3,89 dengan kategori valid sehingga modul Makrozoobentos dan Analisis Biotilik untuk Pengukuran Kualitas Perairan Sungai ini dapat digunakan oleh mahasiswa pada mata mata kuliah Ekologi Perairan. Adapun saran-saran yang diberikan oleh validator antara lain informasi pendukung sesuai hasil penelitian dan analisis berdasarkan penelitian perlu ditambahkan lagi, serta tampilan gambar sebaiknya ditambah dengan nama spesies hewan yang ditemukan.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan indeks Biotilik, kualitas perairan sungai Subyang berkisar antara tidak tercemar sampai tercemar sedang. Hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan pengayaan modul mata kuliah Ekologi Perairan.

Modul yang dihasilkan dari penelitian ini sebaiknya dilakukan penelitian ke tahapan yang lebih lanjut yaitu tahap Implementasi dan Evaluasi modul mata kuliah Ekologi Perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzani, Yunita Magrima, Hefni Effendi, dan Yusli Wardiatno. 2013. Makrozoobenthos sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Sungai Ciambulawung, Lebak, Banten. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI I. Cibinong.
- Bispo, PC., Oliveira, LG., Bini, LM. dan Sousa, KG. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of central Brazil: Environmental Factors Influencing the Distribution and Abundance of Immatures. *Brazilian Journal of Biology*. 66(2b):611-622.
- Burington, Zachary. 2011. Larval Taxonomy, Phylogeny and Historical Biogeography of The Genuscheumatopsyche (Trichoptera: Hydropsychidae) In North America. *All Theses*.1077.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Maramis, R.T.D., Henny V.G. Makal. 2011. Keanekaragaman Jenis dan Kelimpahan Populasi Serangga Air sebagai Indikator Biologis Cemaran Air pada Das di Langowan. *Eugenia*. 17(2).
- Marmita, R. dan Sihaan R. 2013. Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis dalam Menentukan Kualitas Air Sungai Ranoyapo Minahasa Selatan Sulawesi Utara. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Marmitt, Braun, Mateus Marques Pires, Carla Bender Kotzian dan Marcia Regina Spies. 2014. Diversity and Ecological Aspects of Aquatic Insect Communities from Montane Streams in Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 26(2):186-198.
- Pramila, Sharma, Fulekar M.H, Pathak Bhawana. 2012. E-Waste- A Challenge for Tomorrow. *Res.J.Recent Sci*.1(3):86-93.
- Resh, H. Vincent. 2010. Biomonitoring Methods for the Lower Mekong Basin. *Mekong River Commission*. 18-20.
- Rizqi, Akmalia Ma'rifathur, Parmin, dan Sri Nurhayati. 2013. Pengembangan Modul IPA Terpadu Berkarakter Tema Pemanasan Global untuk Siswa SMP/MTS. *Unnes Science Education Journal*. 2(1):203-208.

Siahaan, Ratna, Andry Wirawan, Dedi Soedharma, dan Lilik B. Prasetyo. 2011. Kualitas Air Sungai Cisadane, Jawa Barat-Banten. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.

Suhaila A.H., Che Salmah M.R. dan Nurul Huda A. 2014. Seasonal Abundance and Diversity of Aquatic Insects in Rivers in Gunung Jerai Forest Reserve, Malaysia (Kelimpahan Bermusim dan Kepelbagaian Serangga Akuatik di Sungai-Sungai di Hutan Simpan Gunung Jerai, Malaysia). *Sains Malaysiana*. 43(5):667-674.

Wijayanti. 2013. Analisis Larva Akuatik Insekta sebagai Indikator Kualitas Perairan di Hulu Sungai Gajah Wong. Skripsi. UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.