

**ANALYSIS OF COMPOSITION AND STRUCTURE OF
MACROZOOBENTOS COMMUNITY AS A QUALITY
BIOINDICATOR FOR WATERS IN INDRAGIRI RIVER FOR
HANDOUT DESIGN IN BIOLOGY LEARNING**

Dhea Oktama Rivaldo, Yuslim Fauziah, Suwondo

Email: oktamarivaldo@gmail.com, yuslim.fauziah@gmail.com, suwondo17@gmail.com

Phone : +6285289887514

*Biology Education
Teacher Training and Education Faculty
Riau University*

Abstract: *Changes in the environment and human activity at this time is one of the causes of water pollution in various waters such as rivers, lakes, reservoirs and at sea. This study aims to determine the quality of the waters of the Indragiri River based on indicators of the macrozoobenthos community. The study was conducted in March - December 2019 along the Indragiri River in Kuantan Singingi Regency and was identified in the FKIP Biology laboratory of the University of Riau. Research results are integrated to design handouts. Determination of the research station by purposive random sampling by setting 5 stations and 3 random sampling times. Biological parameters observed were species composition, density, diversity index, species richness index, dominance index, and community similarity index. Physico-chemical parameters measured are temperature, pH, brightness, current strength, and DO. Data were analyzed descriptively. Based on the analysis, there were 6 types of macrozoobenthos composition. Based on the composition of the type of quality of the Indragiri River classified as moderate to severe. Based on the diversity index of macrozoobenthos, the quality of the waters of the Indragiri River is classified as heavily polluted to very heavy and the measurement results of the physical physics factors of the Indragiri River waters are classified as mild to severe. The results of research on the quality of the waters of the Indragiri River are used as material for the design of material handouts for environmental changes, specifically water pollution.*

Key Word : *Macrozoobenthos, Physic-Chemical Water Factor River Water Quality.*

ANALISIS KOMPOSISI DAN STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS SEBAGAI BIOINDIKATOR KUALITAS PERAIRAN SUNGAI INDRAGIRI UNTUK RANCANGAN *HANDOUT* PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA

Dhea Oktama Rivaldo, Yuslim Fauziah, Suwondo

Email: oktamarivaldo@gmail.com, yuslim.fauziah@gmail.com, suwondo17@gmail.com

Telfon : +6285289887514

Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Riau

Abstrak: Perubahan lingkungan dan aktivitas manusia saat ini merupakan salah satu penyebab terjadi pencemaran air di berbagai perairan seperti sungai, danau, waduk maupun di laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan Sungai Indragiri berdasarkan indikator komunitas makrozoobentos. Penelitian dilakukan pada bulan Maret – Desember 2019 di sepanjang aliran Sungai Indragiri di Kabupaten Kuantan Singingi dan diidentifikasi di laboratorium FKIP Biologi Universitas Riau. Hasil penelitian diintegrasikan untuk merancang *handout*. Penentuan stasiun penelitian secara *purposive random sampling* dengan menetapkan 5 stasiun serta 3 kali pengambilan sampel secara acak. Parameter Biologi yang diamati adalah komposisi jenis, kepadatan, indeks keanekaragaman, indeks kekayaan jenis, indeks dominansi, dan indeks kesamaan komunitas. Parameter fisika-kimia yang diukur yaitu suhu, pH, kecerahan, kuat arus, dan DO. Data dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan analisis diperoleh komposisi jenis makrozoobentos sebanyak 6 jenis. Berdasarkan komposisi jenis kualitas Sungai Indragiri tergolong tercemar sedang hingga berat. Berdasarkan indeks keanekaragaman jenis makrozoobentos, kualitas perairan Sungai Indragiri tergolong tercemar berat hingga sangat berat serta hasil pengukuran faktor fisika kimia perairan Sungai Indragiri tergolong tercemar ringan hingga berat. Hasil penelitian kualitas perairan Sungai Indragiri digunakan sebagai bahan rancangan *handout* materi perubahan lingkungan tepatnya pencemaran air.

Kata Kunci: Faktor Fisika-Kimia, *Handout*, Kualitas Perairan, Makrozoobentos.

PENDAHULUAN

Sungai Indragiri merupakan salah satu sungai yang terdapat di Provinsi Riau yang mengalir di Kabupaten Kuantan Singingi. Perairan Sungai Indragiri merupakan daerah perairan yang alamiah dan kaya dengan berbagai jenis biota air. Sungai Indragiri bagi masyarakat adalah sumber kehidupan karena Sungai Indragiri dimanfaatkan warga untuk aktifitas sehari-hari seperti sumber air minum, aktivitas rumah tangga, mencari ikan, penambangan batu dan pasir serta penambangan emas secara liar atau yang lebih dikenal dengan Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI).

Berdasarkan hasil survey berkembangnya kegiatan penduduk di daerah aliran Sungai Indragiri, seperti bertambahnya pemukiman penduduk, kegiatan pertambangan, kegiatan pertanian dan perkebunan. Berbagai kegiatan tersebut menghasilkan bahan pencemar berupa limbah organik maupun anorganik yang sulit diurai berupa sisa detergen, sampah plastik, dan lain-lain sehingga menyebabkan Sungai Indragiri menghitam dan berbau. Kegiatan pertanian dan perkebunan dapat menghasilkan berbagai jenis limbah organik, sisa pupuk kimia, sisa pestisida dan partikel tanah. Limbah tersebut terbawa oleh air permukaan (*run off*) kemudian masuk kedalam badan sungai yang dapat menyebabkan pengayaan perairan (*eutrofikasi*) sehingga mengganggu kelangsungan hidup organisme akuatik dan menurunkan kualitas air (Ubaidillah, *et al.*, 2003).

Permasalahan limbah memberikan kontribusi terhadap pembelajaran biologi di SMA kelas X khususnya materi mengenai perubahan lingkungan yang membutuhkan bahan ajar yang memuat contoh kasus dan data-data hasil penelitian dari konteks lokal di lingkungan sekitar untuk menunjang proses pembelajaran. Data hasil penelitian kualitas perairan sungai Indragiri berdasarkan bioindikator makrozoobentos dapat digunakan untuk menambah wawasan dan pengetahuan siswa untuk menganalisis perubahan lingkungan serta mengetahui penyebab serta dampak perubahan lingkungan yang terjadi saat ini. Untuk itu perlu dikembangkan *handout* yang berisi pengayaan materi yang disesuaikan dengan materi serta kompetensi dasar yang harus dicapai peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Desember 2019. Penelitian ini adalah penelitian eksploratif dengan 2 tahap yaitu tahap riset lapangan dan tahap perancangan *handout*. Tahap riset lapangan dilakukan dengan penelitian survey secara langsung di sepanjang aliran Sungai Indragiri di Kabupaten Kuantan Singingi dan tahap perancangan *handout* dilakukan di kampus FKIP Universitas Riau. Penentuan stasiun penelitian dengan teknik *purposive random sampling* dengan mempertimbangkan rona lingkungan dan karakteristik ekologis sungai seperti aktivitas penduduk, pemukiman, pertanian, perkebunan dan pertambangan. Lokasi pengambilan sampel sebanyak 5 stasiun dengan 3 titik pengambilan sampel secara acak pada setiap stasiun.

Parameter penelitian meliputi komposisi jenis, kepadatan, indeks keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis, indeks dominansi, dan indeks kesamaan komunitas. Parameter pendukung berupa faktor fisika-kimia perairan meliputi suhu, pH, kecerahan, kuat arus dan DO. Pengambilan bentos dengan menggunakan *eckman grab* lalu ditetesi

formalin 4% untuk pengawetan. Identifikasi sampel bentos dilakukan di laboratorium FKIP Universitas Riau mengacu pada buku Edmonson (1982). Analisis data penelitian secara deskriptif yakni dilihat berdasarkan komposisi jenis, kepadatan, indeks keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis, indeks dominansi, dan indeks kesamaan komunitas serta kriteria kualitas perairan sungai dilihat berdasarkan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener dan faktor fisika-kimia perairan. Selanjutnya dilakukan tahap perancangan *handout* dari hasil penelitian menggunakan model ADDIE dengan tahapan *analyze*, *design* dan *development*. Analisis yang dilakukan adalah analisis kurikulum, analisis perangkat pembelajaran berupa silabus dan RPP, analisis buku guru dan buku peserta didik, LKPD atau sumber belajar lainnya. Tahap perancangan terdiri dari dua rancangan yaitu rancangan perangkat pembelajaran berupa silabus dan RPP serta rancangan *handout*. Tahap pengembangan dilakukan penulisan konten atau isi *handout* dan perancangan grafis yang diperlukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis Makrozoobentos

Komposisi jenis makrozoobentos yang ditemukan pada perairan Sungai Indragiri disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Jenis dan Jumlah Makrozoobentos di Sungai Indragiri

No	Kelas	Spesies	Stasiun					Jumlah	Proporsi (%)
			I	II	III	IV	V		
1	Oligochaeta	<i>Tubifex-tubifex</i>	0	5	0	35	18	58	22,83
2	Polichaeta	<i>Nereis sp</i>	0	0	0	23	3	26	10,24
3	Gastropoda	<i>Bellamyja javanica</i>	4	5	0	5	0	14	5,51
		<i>Melanoides tuberculata</i>	65	0	48	0	0	113	44,49
4	Bivalvia	<i>Corbicula fluminea</i>	9	3	0	0	0	12	4,72
5	Insekta	<i>Chironomus sp</i>	5	0	5	16	5	31	12,20
Jumlah Jenis			4	3	2	4	3	16	
Jumlah Individu			83	13	53	79	26	254	100,00

Berdasarkan hasil pengamatan tabel diatas, menunjukkan bahwa komposisi jenis tertinggi di Sungai Indragiri adalah pada jenis *Melanoides tuberculata* sebanyak 44,49% dan *Tubifex-tubifex* sebanyak 22,83%. *Melanoides tuberculata* hanya ditemukan pada stasiun I dan III dengan jumlah terbanyak berada pada stasiun I. Stasiun I dan III merupakan bagian hulu dan hilir Sungai Indragiri. Kehadiran *Melanoides tuberculata* hingga 44,49% disebabkan jenis makrobentos tersebut memiliki sifat hidup yang mengelompok pada perairan. Pengelompokan jenis *Melanoides tuberculata* dikarenakan sifat hidup yang menggerombol, seragam dan menempel pada suatu tempat sepanjang

waktu (Suwondo *et al.*, 2004). Selain itu hal ini juga disebabkan karena kondisi substrat pada stasiun I dan III merupakan lumpur berpasir sehingga menunjang untuk kehidupan organisme ini. Nur El Fajri dan Adnan Kasry (2013) menyatakan bahwa *Melanoides tuberculata* menyukai habitat dengan kondisi substrat lumpur berpasir. Nilai DO pada stasiun I dan III masih dalam keadaan baik yaitu 5,1 mg/l dan 4,54 mg/l. Menurut Odum (1996) nilai DO yang baik terhadap kehidupan biota perairan adalah > 4 mg/l.

Secara keseluruhan komposisi jenis di Sungai Indragiri menggambarkan bahwa Sungai Indragiri berada dalam kondisi tercemar sedang hingga berat. Hal ini dapat dilihat dari keberadaan organisme makrozoobentos pada kelas Oligochaeta dan Gastrophoda yang paling banyak ditemukan. Menurut Izmiarti dan Vivi Savitri (2018) menyatakan spesies pada kelas gastrophoda berdasarkan kepekaannya terhadap bahan pencemar tergolong organisme fakultatif yang menggambarkan kondisi perairan dalam keadaan tercemar sedang sedangkan spesies yang berada pada kelas Oligochaeta, Polichaeta, dan Insecta organisme yang tergolong toleran yang menggambarkan kondisi perairan dalam keadaan tercemar berat.

Kepadatan Makrozoobentos

Analisis kepadatan dapat digunakan untuk menghubungkan kestabilan suatu organisme dengan fluktuasi lingkungannya. Berikut data hasil analisis kepadatan makrozoobentos disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Kepadatan Makrozoobentos pada masing-masing stasiun

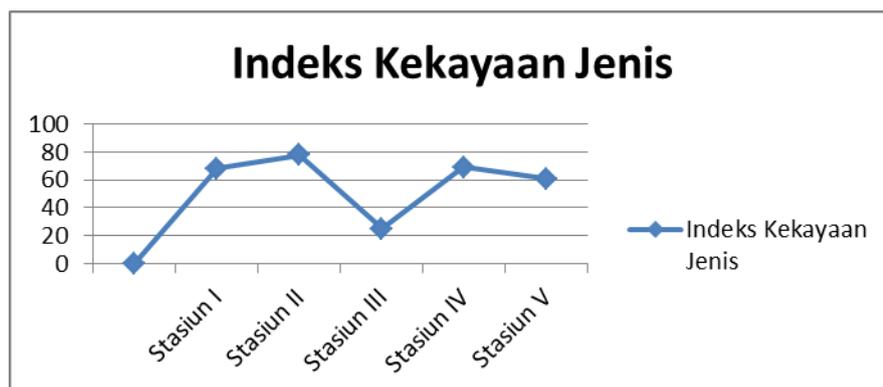
Organisme	Kepadatan Makrozoobentos pada masing-masing stasiun (Ind/cm ²)				
	I	II	III	IV	V
<i>Tubifex tubifex</i>		227		1591	818
<i>Nereis sp</i>				1045	136
<i>Bellamyia javanica</i>	182	227		227	
<i>Melanoides tuberculata</i>	2955		2182		
<i>Corbiculata fluminea</i>	409	136			
<i>Chironomus sp</i>	227		227	727	227
<i>Total</i>	3773	591	2409	3591	1182

Tabel 2 menunjukkan bahwa kepadatan makrozoobentos adalah berkisar antara 591-3773 ind/m². Kepadatan tertinggi terletak pada stasiun I yaitu 3773 ind/m². Tingginya kepadatan jenis makrozoobentos pada stasiun I karena stasiun ini terletak didaerah bagian hulu sungai dan jauh dari jangkauan aktivitas masyarakat sehingga dapat mendukung kelangsungan makrozoobentos yang ada pada stasiun I. Tingginya kepadatan makrozoobentos pada stasiun ini disebabkan oleh DO yang tinggi yaitu 5,1 mg/l dan substrat dasar lumpur berpasir sehingga dapat mendukung untuk kelangsungan hewan makrozoobentos terutama dari kelas gastrophoda. Sedangkan kepadatan

makrozoobentos terendah terletak pada stasiun II yaitu 591 ind/m². Rendahnya kepadatan jenis makrozoobentos pada stasiun II stasiun ini terletak dibagian tengah sungai yang mendapat masukan limbah dari aktivitas masyarakat yang ada pada desa-desa di hulu sungai yang memungkinkan terjadi penumpukan berbagai buangan masyarakat. Stasiun ini terdapat aktivitas warga yang dapat mengganggu ekosistem seperti pertambangan pasir. Hal ini menyebabkan kepadatan makrozoobentos pada bagian tengah tergolong rendah. Kepadatan makrozoobentos sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan tersebut meliputi faktor fisika dan kimia perairan (Jahangir *et al.*, 2016).

Indeks Kekayaan Jenis Makrozoobentos (R)

Berdasarkan grafik pada gambar 1 menunjukkan bahwa Indeks kekayaan jenis makrozoobentos di Sungai Indragiri berkisar antara 0,25- 0,78. Nilai indeks kekayaan tertinggi terletak pada stasiun II dan indeks kekayaan terendah terletak pada stasiun III. Kondisi ini menggambarkan bahwa status ekosistem dalam kondisi tidak stabil yang berarti bahwa komponen-komponen penyusun komunitas makrozoobentos mulai mengalami gangguan lingkungan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Satria *et al* (2016) yang menyatakan bahwa rendahnya kekayaan jenis makrozoobentos disebabkan oleh tidak meratanya sebaran jumlah individu tiap spesies dalam suatu komunitas yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan maupun aktivitas antropogenik. Berikut adalah data hasil penelitian kekayaan jenis makrozoobentos yang disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 2.



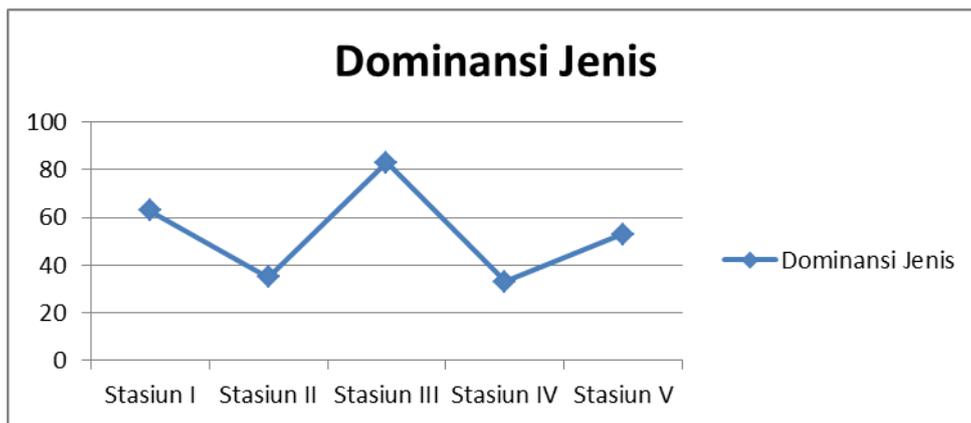
Gambar 1. Indeks Kekayaan jenis Makrozoobentos

Dominansi Jenis (C)

Berdasarkan gambar 3 Dapat dilihat bahwa Indeks dominansi jenis makrozoobentos di perairan Sungai Indragiri tergolong tinggi. Indeks dominansi di perairan Sungai Indragiri pada seluruh stasiun yaitu berkisar antara 0,33 - 0,83. Jenis yang mendominasi perairan Sungai Indragiri adalah jenis *Tubifex-tubifex* yang ditemukan pada stasiun II, III, dan V. Selain itu, tingkat dominansi suatu jenis dalam ekosistem dapat menggambarkan tingkat kompetisi yang terjadi antar individu yang ada di perairan

tersebut. Semakin tinggi tingkat dominansi maka kompetisi antar individu akan semakin tinggi (Kartikasi *et al.*,2013).

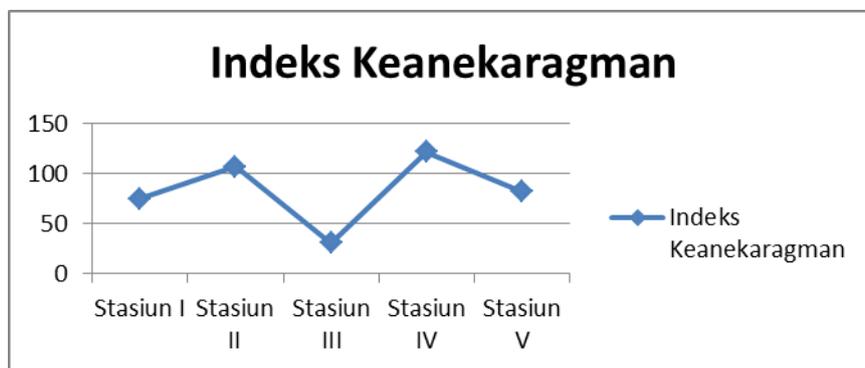
Tingginya indeks dominansi disebabkan banyaknya jumlah individu dari kelompok gastropoda, oligochaeta dan polychaeta yang mengelompok di beberapa stasiun. Hal ini disebabkan oleh kondisi perairan di daerah ini sesuai dengan kehidupan organisme tersebut. Selain itu sifat hidup gastropoda oligochaeta dan polychaeta yang mengelompok pada kondisi perairan yang sesuai juga mendukung tingginya indeks dominansi (Suwondo *et al.*, 2004). Tingginya dominansi ini sangat berkaitan dengan keanekaragaman bentos yang rendah. Semakin rendah keanekaragaman maka dominansi akan semakin tinggi (Odum, 1996). Indeks dominansi jenis dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Dominansi jenis Makrozoobentos

Indeks Keanekaragaman (H')

Berikut adalah data hasil analisis indeks keanekaragaman makrozoobentos diperairan Sungai Indragiri yang disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 4.



Gambar 3. Indeks Keanekaragaman Jenis Makrozoobentos

Indeks keanekaragaman makrobentos dari seluruh stasiun berkisar antara 0,31-1,22. Nilai ini menunjukkan bahwa tingkat keanekaragaman makrobentos di perairan Sungai Indragiri adalah sangat rendah. Rendahnya indeks keanekaragaman bentos di

Sungai Indragiri membuktikan bahwa perairan Sungai Indragiri telah mengalami penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air Sungai Indragiri disebabkan oleh masukan limbah dari aktivitas rumah tangga maupun pertambangan disepanjang Sungai Indragiri. Menurut Xiadong et al (2017) Masukan limbah yang disebabkan aktivitas antropogenik sebagai sumber pencemar menyebabkan terganggunya kelangsungan hidup jenis-jenis organisme bentos, khususnya kelompok bentos intolerans sehingga mengalami penurunan jenis-jenis bentos. Semakin rendah kehadiran jenis bentos maka tingkat keanekaragaman akan semakin rendah (Effendi Perlindungan Sagala, 2012).

Berdasarkan indeks keanekaragaman jenis Makrozoobentos kualitas perairan Sungai Indragiri tercemar berat hingga sangat berat. Hasil interpretasi data kualitas perairan dapat di lihat oada tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Perairan Sungai Indragiri berdasarkan indeks keanekaragaman Sahnon-Wiener

Stasiun	Pencemaran Sungai Indragiri berdasarkan Parameter		
	Indeks Keanekaragaman	Tingkat Pencemaran	Kualitas Air Sungai Indragiri
I	Sangat Rendah	Berat	Sangat Buruk
II	Rendah	Sedang	Buruk
III	Sangat Rendah	Berat	Sangat Buruk
IV	Rendah	Sedang	Buruk
V	Sangat Rendah	Berat	Sangat Buruk

Secara keseluruhan kualitas perairan Sungai Indragiri tergolong buruk hingga sangat Buruk hal ini disebakan karena aktivitas manusia telah terjadi diseluruh badan perairan. Aktivitas pertambangan yang dilakukan merupakan faktor utama yang menyebabkan rendahnya organisme bentos di Sungai Indragiri. Pertambangan emas dan pertambangan pasir yang masih menjadi aktivitas rutin di sekitar aliran sungai menjadi penentu utama menurunnya kualitas perairan di Sungai Indragiri.

Indeks Kesamman Komunitas

Persentase kesamaan atau perbedaan komunitas antar Stasiun di Sungai Indragiri dapat dilihat dari indeks kesamaan komunitas yang disajikan pada Tabel dibawah ini. Hasil pengukuran indeks kesamaan komunitas di Sungai Indragiri dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Indeks Kesamaan Komunitas di Sungai Indragiri

Stasiun (%)	I	II	III	IV	V
I		29	67	50	29
II			40	57	33
III				33	80
IV					86
V					

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa indeks kesamaan komunitas antar stasiun berkisar dari 29 – 86 %. Indeks kesamaan terendah adalah antara stasiun I dengan stasiun II. Hal ini menunjukkan bahwa komunitas pada stasiun I dengan II berbeda. Kendeigh (1980) menyatakan bahwa bila indeks kesamaan dari dua komunitas yang dibandingkan ≥ 50 % dikatakan komposisi komunitas tersebut sama, sebaliknya bila <50 % dikatakan berbeda.

Faktor Fisika-Kimia Perairan

Hasil pengukuran faktor fisika-kimia perairan Sungai Indragiri pada setiap stasiun menunjukkan hasil pengukuran suhu di Sungai Indragiri berdasarkan baku mutu PP No. 82 tahun 2001 kelas II. Hasil pengamatan suhu yang di temukan suhu air di Sungai Indragiri berkisar antara 24,1– 29,4°C. suhu tertinggi terletak pada stasiun II yaitu 29,4°C sedangkan Suhu terendah terletak pada stasiun IV dengan suhu 24,1°C. Berdasarkan baku mutu PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menjelaskan bahwa suhu normal untuk kehidupan organisme berkisar 28–30°C. Hasil pengukuran faktor fisika kimia dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Faktor Fisika Kimia di Peraian Sungai Indragiri

No	Parameter Baku mutu	(Normal)	Stasiun				
			I	II	III	IV	V
1	Suhu	28-30	26,5	29,4	28,8	24,1	27,1
2	Kecepatan arus(m/s)	-	0,68	0,60	0,58	0,64	0,62
3	Kecerahan (cm)	-	14	10	26	12	9
4	pH	6-9	7,58	7,63	7,50	7,46	7,50
5	DO (mg/l)	> 4	5,1	3,85	4,54	3,45	3,63
6	Kondisi substrat	-	Pasir ber Lumpur	Bebatuan kecil	Lumpur	Lumpur berpasir	Lumpur berpasir

Keterangan : Baku mutu berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Kecepatan arus Sungai Indragiri dikategorikan tinggi yaitu berkisar antara 0,54– 0,68 m/s. Kecepatan arus tertinggi terletak pada stasiun I dan terendah pada stasiun III. Penggolongan kecepatan arus menurut Macon Welch and Lindell (dalam Herdina Putra 2013), yaitu sangat deras (lebih dari 100 cm/detik), deras (50-100 cm/detik), sedang (25-50 cm/detik), lambat (10-25 cm/detik). Barus (dalam Misran Hasudungan Siregar, 2010) menjelaskan bahwa bagian hulu sungai memiliki karakteristik dengan kecepatan

arus lebih deras dibandingkan bagian tengah dan muara. Semakin ke hilir kecepatan arus sungai akan semakin rendah. Kecepatan arus sangat dipengaruhi oleh (a) topografi, (b) kecepatan angin, (c) pasang surut dan (d) vegetasi tepian sungai yang menghalangi kecepatan angin.

Nilai pH di setiap stasiun pengamatan berbeda-beda yaitu berkisar antara 7,46–7,63. Berdasarkan data yang didapat bahwa pH di Sungai Indragiri tergolong sedang hingga tinggi. Berdasarkan baku mutu PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menjelaskan bahwa pH normal untuk mendukung kelangsungan hidup biota air berkisar antara 6-9. Tingginya pH di Sungai Indragiri disebabkan oleh topografi yang berupa tanah mineral dan sedikitnya limbah atau buangan masyarakat yang masuk kedalam sungai. Derajat keasaman (pH) dapat mempengaruhi biota perairan seperti respirasi, kandungan nutrisi, produktivitas dan daya tahan organisme (Nur El Fajri dan Adnan Kasry, 2013).

Kandungan oksigen terlarut pada Sungai Indragiri berkisar antara 3,45-5,1 mg/l. Stasiun I dan III memiliki DO >4 mg/l. Sementara stasiun II, IV, dan V memiliki DO <4 mg/l. Berdasarkan baku mutu PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menjelaskan bahwa DO normal untuk kelangsungan hidup biota air adalah >4. Rendahnya nilai DO pada stasiun II, IV dan V di akibatkan oleh tingkat kecerahan yang rendah sehingga cahaya tidak masuk hingga kedasar sungai. Hal ini akan menyebabkan biota yang berada didalam tidak dapat melakukan fotosintesis sehingga kandungan oksigen terlarut pada stasiun tersebut sangat rendah. Dari data yang di dapatkan DO Sungai Indragiri mengindikasikan Sungai Indragiri telah mengalami penurunan kualitas dibagian hilir.

Hasil pengamatan substrat dasar perairan Sungai Indragiri adalah lumpur ,lumpur berpasir serta bebatuan kecil. Substrat merupakan faktor utama yang mempengaruhi kehidupan, perkembangan dan keanekaragaman hewan makrozoobentos. Substrat dasar suatu perairan dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu a) dominasi lumpur, jika substrat dasar disusun oleh partikel yang ukurannya kurang dari 2 mm. b) dominasi pasir, jika ukuran partikel antara 2-200 mm. c) dominasi batuan, jika ukuran partikelnya lebih dari 200 mm.

Rancangan *Handout* Perubahan Lingkungan

Potensi hasil penelitian mengenai kualitas perairan sungai Indragiri berdasarkan bioindikator komunitas makrozoobentos sebagai sumber rancangan *handout* pada materi perubahan lingkungan. Rancangan *handout* terdiri dari 2 hasil, yaitu :

Hasil Analisis

Data yang diperoleh yakni tentang pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air yang terjadi di Sungai Indragiri yang dapat dijadikan sebagai bahan untuk membuat *handout* yang berisi berbagai informasi untuk memperoleh pengetahuan siswa tentang pencemaran lingkungan yang terjadi berdasarkan peristiwa yang sebenarnya terjadi di lingkungan sekitarnya (kontekstual). Selanjutnya, dilakukan analisis potensi hasil penelitian dengan kurikulum 2013 yaitu KI dan KD kelas X, XI, dan XII dan perangkat pembelajaran. Kemudian diperoleh KD yang sesuai untuk

pengayaan materi berdasarkan data hasil penelitian. Berdasarkan hasil analisis, kompetensi dasar yang berpotensi dalam merancang *handout* sesuai dengan hasil kajian yaitu KD 3.11 Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab dan dampaknya bagi kehidupan kelas X. Setelah tahap analisis selanjutnya dilakukan tahap perancangan.

Hasil Rancangan

Berdasarkan hasil analisis KI dan KD maka diperoleh KD yang sesuai dengan hasil penelitian yaitu KD 3.11 yaitu “menganalisis data perubahan lingkungan dan penyebab, serta dampak perubahan-perubahan tersebut bagi kehidupan”, struktur komunitas dan kualitas perairan Sungai Rantau dapat digunakan sebagai bahan rancangan *handout* dalam materi perubahan lingkungan khususnya tentang pencemaran air.

Selanjutnya dilakukan penyusunan atau rekonstruksi silabus dan rancangan pelaksanaan pembelajaran (RPP) yang dilakukan berdasarkan hasil analisis KD, indikator dan tujuan pembelajaran. RPP dan Silabus yang digunakan sesuai dengan Permendikbud 2013. Silabus merupakan acuan penyusunan kerangka pembelajaran untuk setiap bahan kajian mata pembelajaran. Silabus menjadi langkah awal untuk membuat *handout*. RPP dikembangkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran peserta didik dalam upaya mencapai Kompetensi Dasar (KD). Materi yang sesuai dengan hasil penelitian yakni tentang pencemaran lingkungan tepatnya pencemaran air.

Komposisi jenis dapat digunakan untuk melihat spesies makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Indragiri. Indikator pencemaran air digunakan untuk mengetahui sifat fisika, kimia dan biologi Sungai Indragiri. Serta hasil analisis indeks keanekaragaman yang dapat digunakan sebagai parameter untuk melihat kualitas perairan Sungai Indragiri. Setelah dilakukan perancangan silabus dan RPP maka dapat dirancang *handout* sesuai data hasil kajian penelitian. Kompetensi dasar yang dipilih untuk merancang *handout* yakni KD. 11 yakni tentang menganalisis data perubahan lingkungan. Desain *handout* yang akan dirancang merupakan modifikasi dari Depdiknas 2008 oleh Enggia Pradipta, dkk (2014). Setelah itu dilakukan pengembangan struktur isi *handout* di mana isi *handout* ini secara garis besar memuat materi tentang pencemaran air di mana struktur isi yang terdapat di dalam *handout* mengacu pada format yang telah dirancang pada tahap *design*.

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Simpulan

Kualitas perairan Sungai Indragiri berdasarkan bioindikator makrobentos berada pada tingkat tercemar sedang hingga berat. Semakin ke bagian hilir, kualitas perairan Sungai Indragiri semakin buruk. Berdasarkan komposisi jenis dan kepadatan makrobentos tingkat pencemaran perairan Sungai Indragiri adalah sedang hingga berat. Berdasarkan indeks keanekaragaman makrobentos adalah tercemar berat, dan berdasarkan faktor fisika kimia perairan tergolong tercemar ringan hingga berat.

Berdasarkan hasil penelitian kualitas air Sungai Indragiri telah dirancang *handout* pada materi perubahan lingkungan sebagai sumber pengayaan bagi peserta didik

Rekomendasi

Data hasil penelitian ini dapat di jadikan sebagai data awal untuk penelitian lebih lanjut terkait penentuan kualitas perairan Sungai Indragiri serta bahan ajar *handout* yang dihasilkan dari penelitian ini selanjutnya disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut pada tahap implementasi bahan ajar *handout* dalam materi perubahan lingkungan kelas X biologi SMA.

DAFTAR PUSTAKA

- D. Kartikasari, C. Retnaningdyah, and E. Arisoesilaningsih. 2013. Application of water quality and ecology indices of benthic macroinvertebrateon evaluate water quality of tertiary irrigation in Malang district. *The Journal of Tropical Life Science*. 1(1) : 193-201.
- Edmondson, W.T. 1966. *Freshwater Biology*. Second Edition. University of Washington. Seattle.
- Enggia Pradipta, Helendra dan Meliya Wati. 2014. Pengembangan *Handout* Bergambar Dilengkapi Peta pada Materi Alat Indera untuk SMP. *Jurnal Pendidikan*. 1(1), 6-8.
- Herdina Putra. 2013. *Komunitas Bentos Di Sungai Batang Ombilin Sumatra Barat*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas. Padang
- Izmiarti dan Vivi Savitri. 2018. Komunitas Makrozoobentos sebagai Indikator Biologis Kualitas Air Sungai Masang Kecil yang Menerima Limbah Cair Industri Minyak Kelapa Sawit di Kinali Pasaman Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*. 6(1) :36-44.
- Jahangir Sarker ,Shamsul Alam Patwary , Borhan Uddin , Monjurul Hasan, Mehedi Hasan Tanmay, Indrani Kanungo, and Mohammed Rashed Parvej. 2016 . Macro-benthic Community Structure - An Approach to Assess Coastal Water Pollution in Bangladesh. *Fisheries and Aquaculture Journal*. 7 (1): 2-10.
- Kendeigh, S. C. 1980. *Ecology With Special Refrence to Animal and Mans*. Pretince-Hall of India Private Limited. New Delhi

- Nur El Fajri dan Adnan Kasry. 2013. Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau dari Sifat Fisik-Kimia dan Makrozoobentos. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. 41 (1) : 37-52.
- Odum, E.P. 1996. *Dasar-dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Terjemahan Tjahjo Samingan dan Srigandono. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Satria Rizka, Zainal A. Muchlisin, Qurrata Akyun, Nur Fadli1, Irma Dewiyati, Agus Halim. 2016. Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Estuaria Rawa Gambut Tripa Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah* 1 (1) : 134-145
- Suwondo, Elya Febrita, Dessy dan Mahmud Alpusari. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago dan Sail di Kota Pekanbaru Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. *Jurnal Biogenesis*. 1(1): 15-20.
- Ubaidillah, R., I. Maryanto, M. Amir, M. Noerditjo, E. B. Prasetyo dan R. Polosakan. 2003. Manajemen bioregional Jabodetabek: tantangan dan Harapan. Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor.
- Xiaodong Qu, Ze Ren, Haiping Zhang, Min Zhang, Yuhang Zhang, Xiaobo Liu, and Wenqi Peng. 2017. Influences of anthropogenic landuse on microbial community structure and functional potentials of stream benthic biofilms. *Scientific reports*. 7 (1): 11-17.