

ISSN 2339-0883

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL KE-III
HASIL-HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN
SEMARANG, 2 NOVEMBER 2013

VOLUME 4



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

Jl. Prof. Soedarto, SH. Tembalang, Semarang 50275

Tlp/Fax 024-7474698

Web:fpik.undip.ac.id

Perpustakaan Nasional RI : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Seminar Nasional Ke-III : Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan (2013 : Semarang)

Prosiding Seminar Nasional Ke-II Hasil-Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan

Semarang, 10 Juni 2014

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, 2014

xiii+541 hlm : 21 x 29.7 cm

ISSN 2339-0883

@Hak Cipta dilindungi Undang-undang
All rights reserved

Editor : Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Prof.Dr.Ir.Muhammad Zainuri, DEA
Pembantu Dekan I
Dr. Ir. Suradi W Saputra, MS

Tim Penyusun : Dr. Ir. Haeruddin, M.Si
Dr. Ir. Suryanti, M.Si
Churun A'in S.Pi, M.Si
Ir. Widianingsih, M.Sc
Taufik Yulianto, S.Pi, M.Si

Desain Sampul : Alfabetian H. Condro, S.Pi, M.Si
Layout dan Tata Letak : Robertus Triaji M, S.Kel

Diterbitkan oleh :
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Semarang, 2014

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa ijin dari Panitia

OSEANOGRAFI DAN MITIGASI BENCANA; KEANEKARAGAMAN HAYATI PERAIRAN DAN KONSERVASINYA

Kode	Judul	Hal
B1	Kandungan Polisiklik Aromatik Hidrokarbon (PAH) Poliklorobifenil (PCB) dan Pestisida Organoklorin (POC) dalam Air Laut di Teluk Jakarta <i>Edward Kewe dan A. Sediadi</i>	106 - 113
B2	Sebaran Jenis Substrat Sedimen Permukaan Di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan <i>Moh. Yusuf Budiharjo dan Aries Dwi Siswanto</i>	114 - 118
B3	Variabilitas Pola Sebaran Suhu dan Salinitas Secara Horizontal di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan, Madura <i>Eko Bayu Prasetyo dan Aries Dwi Siswanto</i>	119 - 123
B4	Studi Karakteristik Arus di Perairan Selat Madura <i>Aries Dwi Siswanto dan Achmad Facrudin Syah</i>	123 - 126
B5	Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pandansari Kecamatan Sayung Kabupaten Demak <i>Zulfiandi, Muhammad Zainuri dan Retno Hartati</i>	127 - 131
B6	Konsentrasi Letal ($LC_{50-96 \text{ jam}}$) Logam Berat Kadmium Pada <i>Penaeus monodon</i> . <i>Heny Budi Setyorini, Sutrisno Anggoro, Bambang Yulianto</i>	132 - 138
B7	Biodiversitas Copepoda di Perairan Teluk Piru, Kabupaten Seram Bagian Barat <i>Hanung Agus Mulyadi</i>	139 - 145
B8	Keanekaragaman Dan Status Burung Laut/Pantai Di Taman Nasional Wakatobi: Kombinasi Metode Pengamatan Transek Dan Jelajah Untuk Inventarisasi Burung Laut/Pantai Di Pulau Kecil <i>Achmad Sahri, Hendro Mulyono, dan Sumaraja</i>	146 - 155

- B9** Sebaran Setasea Berdasarkan Pengamatan Insidental Jangka Panjang di Taman Nasional Wakatobi: *Apakah informasi yang diperoleh cukup berarti untuk pengelolaan dan konservasi?* 156 - 164
Achmad Sahri, Hari Santosa dan Purwanto
- B10** Kelimpahan Bulu Babi (*Sea Urchin*) pada subtract yang berbeda di Legon Boyo Karimunjawa Jepara 165 - 172
Suryanti dan Churun A'in
- B11** Simulasi Pola Sebaran Horizontal Telur Karang *Acropora* sp. di Perairan Tejakula, Bali Utara dalam Rangka Penentuan Zona Konservasi 173 - 177
Aulia Seto Sandhi Sanova, Johaness Hutabarat dan Muslim
- B12** Efek Limitasi Nutrisi Nitrogen dan Fosfor Mikroalga Diatom: *Skeletonema marinoi* Terhadap Aktivitas Fotosintesis Menggunakan Fluorometri PAM (*Pulse Amplitude Modulated*) 178 - 185
Ragil Susilowati, Sebastien Lefebvre, Fabien Dufosse
- B13** Eksplorasi Distribusi Spasial Undur-Undur Laut Famili Hippidae Di Perairan Indonesia 186 - 191
Ali Mashar dan Yusli Wardiatno
- B14** Biokonsentrasi Beberapa Spesies Logam (Pb, Cd, Zn, Ni) dalam Jaringan Lunak Kerang Darah (*Anadara granosa* Linn) 192 - 196
Haeruddin
- B15** Keberadaan Populasi Ikan di Ekosistem Mangrove dan Estuaria di Daerah Mangunharjo-Semarang dan Morosari-Demak 197 - 204
Ken Suwartimah, Muhammad Zainuri dan Rudhi Pribadi
- B16** Studi Pengaruh Kesehatan Terumbu Karang Terhadap Kelimpahan dan Biomassa Ikan Ekonomis dan Ikan Herbivora di Taman Nasional Komodo, Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur 205 - 215
Mochamad Iqbal Herwata Putra, Teo Andri Saputra, Julian Saputra

- B17** Struktur Komunitas Zooplankton di Perairan Segara Anakan Cilacap 216 - 224
Hadi Endrawati, Widianingsih, Retno Hartati
- B18** Kajian Pola Arus Permukaan Dan Sebaran Konsentrasi Total Suspended Solid (TSS) Di Perairan Selat Madura, Kabupaten Bangkalan, Madura 225 - 229
Evi Rina Shofiyanti, Aries Dwi Siswanto
- B19** Pemantauan Kandungan Logam Berat dalam Air Laut di Perairan Muntok, Bangka Barat 230 - 240
Agus Sediadi, Edward
- B20** Hubungan Antara Fluks Karbon Dioksida (CO₂) dan Pola Distribusi Salinitas Di Perairan Timur Sumatera 241 - 248
Didi Adisaputro, Lilik Maslukah dan Andreas A. Hutahaeen, dkk
- B21** Produksi CaCO₃ Pada Lambung *Echinometra mathaei* Sebagai Agen Bioerosi pada Rataan Terumbu Karang di Okinawa, Jepang 249 - 254
Cristiana Manullang, Makoto Tshuciya, Ambariyanto dan Diah Permata Wijayanti
- B22** Analisis Densitas Teripang (*Holothurians*) Berdasarkan Jenis Tutupan Karang Di Perairan Karimun Jawa, Jawa Tengah 255 - 263
Bambang Sulardiono
- B23** Pertumbuhan dan Laju Mortalitas Lobster Batu Hijau (*Panulirus homarus*) di Perairan Cilacap Jawa Tengah 264 - 273
Nurul Mukhlis Bakhtiar, Anhar Solichin, Suradi Wijaya Saputra
- B24** Hubungan Deposit Nutrien dengan Bakteri Nitrifikasi dalam Rangka Karang pada Berbagai Kedalaman di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa 274 - 282
Churun A'in, Suryanti dan Prijadi Soedarsono
- B25** Kualitas Perairan Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan Ditinjau Dari Konsentrasi TSS, BOD, COD dan Struktur Komunitas Fitoplankton 283 - 287
Kafin Aulia Mayagizna, Haeruddin, So Rudyanto

- B26** Pengaruh Laju Sedimentasi Terhadap Komunitas Rumput Laut Di Pantai Bandengan Jepara 288 - 293
Ruswahyuni, Niniek Widyorini, Supriharyono
- B27** Evaluasi Dan Optimasi Pemanfaatan Keruangan Habitat Bagi Pengelolaan Sumberdaya Air Rawapening Berkelanjutan 294 - 301
Pujiono WP, Prijadi S, Agus H, Haeruddin dan Churun A'in
- B28** Analisis Status Ekosistem Sungai Brengi Di Kabupaten Pekalongan 302 - 311
Siti Rudiyantri, Haeruddin, Frida Purwanti, Agung Suryanto dan Max R Muskananfolo
- B29** Kajian Distribusi Tekanan Parsial Karbon Dioksida (pCO_2) dan Hubungannya Dengan Parameter Fisik Kimia Perairan Di Estuari Siak, Sumatera 312 - 317
Lilik Maslukah, Didi Adisaputro, Andreas A. Hutahaean
- B30** Penentuan Lahan Potensial Bagi Pertumbuhan Mangrove Di Pesisir Kabupaten Tegal, Jawa Tengah 318 – 326
Rudhi Pribadi



**SEMINAR TAHUNAN KE III
HASIL - HASIL PENELITIAN PERIKANAN DAN KELAUTAN**

**TEMA
KONTRIBUSI SEKTOR PERIKANAN DAN KELAUTAN
DALAM PEMBANGUNAN BERBASIS "BLUE ECONOMY"**



Volume 4

PROSIDING

**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

Semarang, 2 November 2013



ANALISIS STATUS EKOSISTEM SUNGAI BREMI DI KABUPATEN PEKALONGAN

Siti Rudiyanti, Haeruddin, **Frida Purwanti**, Agung Suryanto dan
Max R Muskananfolo

Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang Semarang, 50275

Abstrak

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan sintetis. Perubahan yang terjadi pada ekosistem perairan karena masuknya bahan pencemar akan mengakibatkan terjadinya perubahan lingkungan dan struktur komunitas biota air. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status ekosistem Sungai Bremi berdasarkan tingkat pencemarannya. Pendekatan yang dilakukan adalah dengan pengukuran parameter biologi-kimia perairan, mengetahui karakteristik perairan berdasarkan pemeriksaan kandungan Fenol, Kromium, dan minyak serta mengetahui struktur komunitas hewan makrobentos dan fitoplankton sebagai bioindikator. Materi penelitian meliputi sampel air sungai, sampel hewan makrobentos, dan fitoplankton. Lokasi sampling dipertimbangkan berdasarkan aktivitas pembuangan limbah oleh masyarakat setempat yang mayoritas membuang limbah produksi batik. Stasiun sampling dibagi menjadi tiga titik lokasi berdasarkan perkiraan karakteristik limbah, yaitu lower stream, middle stream dan upper stream. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali dengan interval waktu pengambilan sampel selama tiga minggu. Hasil penelitian berdasarkan aspek biologi yang dilihat dari indeks keanekaragaman dan kelimpahan hewan makrobentos rendah dan fitoplankton sedang, menunjukkan bahwa perairan Sungai Bremi telah mengalami pencemaran tingkat sedang hingga berat. Berdasarkan aspek kimia ditinjau dari konsentrasi kromium, fenol, dan minyak juga menunjukkan bahwa Sungai Bremi telah mengalami pencemaran. Hal tersebut dapat dilihat dari konsentrasi kromium, fenol dan minyak yang melebihi ambang batas. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah Status ekosistem Sungai Bremi berdasarkan aspek biologis dan kimia perairan menunjukkan bahwa ekosistem Sungai Bremi dalam kondisi telah tercemar.

Abstract

Analysis of Bremi River Ecosystem Status at Pekalongan Regency

Batik and textile industry is one of the largest wastewater from synthetic coloring process. Changes in aquatic ecosystems because of the influx of pollutants will result in changes in the environment and aquatic community structure. The research aim to analyze ecosystem status of Bremi river based on its contaminated level with approach to quantify biology, chemical parameter of the water, to identify waters' characteristic by its' phenol, chromium and oil contents; and to identify community structure of macrobenthos and phytoplankton as a bioindicator. Materials used were samples of the water river, macrobenthos and phytoplankton. Sampling location consider the resident activities to discharge their batik waste. Sampling station divided in three sampling points based on waste' characteristic that are at lower, middle and upper streams. Sampling conducted for twice with time interval in three weeks. Based on the biological aspect, from the macrobenthos and phytoplankton diversity index, quality of the Bremi river waters indicated in middle and heavy contaminated level. Based on the chemical aspect, phenol, chromium and oil contents indicate that the river has contaminated in which the chemical content has over the ambient value. The research conclude that Bremi river ecosystem status based on the biological and chemical aspects has contaminated

Pendahuluan

Pekalongan terkenal dengan sebutannya sebagai "Kota Batik" karena sebagian besar masyarakatnya berprofesi sebagai pengrajin batik. Salah satu daerah penghasil batik terletak di Desa Jeruk Sari, Kabupaten Pekalongan. Kabupaten Pekalongan memiliki beberapa sungai



salah satunya adalah Sungai Bremsi yang merupakan salah satu anak sungai dari Sungai Sengkareng yang terletak dalam wilayah Sungai Pemali-Juana.

Industri batik dan tekstil merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan sintetis. Selain kandungan zat warnanya tinggi, limbah industri batik dan tekstil juga mengandung bahan-bahan sintetis yang sukar larut atau sukar diuraikan. Setelah proses pewarnaan selesai, akan dihasilkan limbah cair yang berwarna keruh dan pekat yang dapat menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Biasanya air limbah mengandung banyak logam berat seperti Nikel (Ni), Magnesium (Mg), Timbal (Pb), Chromium (Cr), Cadmium (Cd), Zeng (Zn), Tembaga (Cu), Besi (Fe) dan air raksa (Hg) yang apabila jumlahnya berlebihan akan mempengaruhi perairan dan menimbulkan daya racun (Sugiharto, 1987).

Aktivitas masyarakat di sekitar aliran Sungai Bremsi yang hampir semuanya memiliki industri batik rumahan secara *illegal* menyebabkan Sungai Bremsi tersebut sudah mengalami penurunan kualitas perairan. Air limbah dari pewarnaan tekstil mengandung konsentrasi pewarna yang tinggi. Banyak dari pewarna tersebut berbahaya bagi lingkungan karena sifat racun yang melekat pada pewarna tersebut. Air limbah batik yang menggunakan bahan atau zat warna sintetis akan berdampak toksik pada lingkungannya.

Limbah tersebut secara langsung maupun tidak langsung dapat mengganggu keseimbangan ekosistem sungai. Perubahan yang terjadi pada ekosistem sungai akibat masuknya bahan pencemaran akan mengakibatkan terjadinya perubahan pada struktur komunitas biota air tersebut. Benthos memegang peranan penting dalam kehidupan di perairan karena dapat digunakan sebagai indikator biologis perubahan kualitas lingkungan perairan. Selain benthos, keberadaan fitoplankton juga dapat dijadikan sebagai bioindikator adanya perubahan kualitas lingkungan perairan yang disebabkan ketidakseimbangan suatu ekosistem akibat beban pencemaran. Fitoplankton memiliki batas toleransi tertentu terhadap faktor-faktor fisika kimia sehingga akan membentuk struktur komunitas fitoplankton yang berbeda. Hal tersebut dapat dilihat berdasarkan keanekaragaman jenis, komposisi dan keberadaan jenis fitoplankton yang mendominasi di perairan tersebut (Fachrul, 2007).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status ekosistem Sungai Bremsi berdasarkan tingkat pencemarannya. Pendekatan yang dilakukan adalah dengan pengukuran parameter biologi-kimia perairan, mengetahui karakteristik perairan berdasarkan pemeriksaan kandungan Fenol, Kromium, dan minyak serta mengetahui struktur komunitas hewan makrobentos dan fitoplankton sebagai bioindikator.

Bahan dan Metode

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air, sampel hewan makrobentos dan sampel fitoplankton yang diambil dari Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Ekman grab, saringan bentos, plankton net No. 25, ember, botol sampel, formalin 4%, *Rose bengale*, es batu, *lugol iodine*, *water quality checker*, *Secchi disk*, bola arus, *stopwatch*, *cool box*, buku identifikasi fitoplankton dan makrobentos, serta GPS.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-Juni 2013 di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan. Analisa Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei.

Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling* (pengambilan sampel berdasarkan tujuan). Penentuan titik pengambilan sampel ditentukan berdasarkan tingkat pencemaran yang dilihat dari kawasan yang diperkirakan tidak mengalami pencemaran berat, memiliki tingkat pencemaran berat dan daerah yang masih terkena dampak cemaran.

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali dengan interval waktu pengambilan sampel selama tiga minggu. Pengambilan sampel dilakukan di 3 stasiun dimana pada setiap stasiun terdiri dari 3 titik sampling yang memiliki tiga sub titik yang kemudian dilakukan pengambilan sampel secara komposit.

Stasiun I : Kawasan yang diperkirakan tidak terlalu banyak menerima buangan limbah batik dan domestik, yaitu di Desa Jenggut. Airnya berwarna coklat dan berjarak 4 Km dari stasiun II.



Stasiun II : Kawasan yang diperkirakan menerima masukan bahan pencemar lebih banyak daripada stasiun I, yaitu di Desa Pasir Sari. Airnya berwarna hitam pekat dan berjarak 3 Km dari stasiun III.

Stasiun III : Kawasan yang masih terkena dampak dari limbah batik dan domestik, yaitu di daerah hilir Sungai Brengi yang di sekitarnya terdapat kawasan pertambakan dan tanaman mangrove. Berjarak 1 Km dari muara.

Pengambilan sampel hewan makrobentos menggunakan *Ekman Grab* dengan volume 20 x 20 x 20 cm. Sampel kemudian disaring dengan saringan bentos yang *mesh size* sebesar 0,5 mm. dan dimasukkan ke dalam botol sampel yang berisi larutan formalin 4% dan diberi *Rose bengale*. Hewan makrobentos yang diperoleh diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi Brinkhurst (1971), Burch (1989), Bolton (2012), dan Fauchald (1977). Pengambilan sampel fitoplankton menggunakan plankton net No. 25. Sampel fitoplankton yang tersaring kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel dan diberi *lugol iodine*. Fitoplankton yang diperoleh kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Toshihiko (1964). Pengukuran parameter kualitas air seperti suhu, kecerahan, kecepatan arus, DO, dan pH diukur di lapangan. Analisa data yang dilakukan adalah dengan menghitung Kelimpahan hewan makrobentos dan fitoplankton yang dihitung berdasarkan jumlah individu per satuan volume (ind/m^3), menentukan keanekaragaman jenis (H') hewan makrobentos dan fitoplankton dengan menggunakan persamaan Shannon-Wiener, menentukan nilai indeks keseragaman (E) hewan makrobentos dan fitoplankton dengan membandingkan indeks keanekaragaman dengan nilai maksimumnya, menentukan indeks dominansi (D) hewan makrobentos dan fitoplankton untuk mengetahui ada tidaknya spesies-spesies yang mendominasi dalam suatu wilayah.

Hasil dan Pembahasan

Sungai Brengi merupakan salah satu anak sungai dari Sungai Sengkarang yang terletak di Kecamatan Tirto yang memiliki panjang ± 9 km dan berada disekitar pemukiman penduduk yang kebanyakan warganya bekerja sebagai petani tambak, nelayan, pengrajin batik dan buruh batik. Desa-desa yang berdekatan dengan Sungai Brengi adalah Desa Pasirsari, Jeruksari, Pabean, Jenggut dan Kranding. Alur sungai ini juga melintasi wilayah Kotamadya Pekalongan yang padat. Dibandingkan Sungai Sengkarang dan Sungai Meduri, Sungai Brengi memiliki tingkat pencemaran yang lebih berat karena warna airnya yang berwarna hitam pekat dan baunya tak sedap. Posisi koordinat titik pengambilan sampel pada setiap stasiun pengamatan di perairan Sungai Brengi tersaji pada tabel berikut:

Tabel 1. Posisi Koordinat Pengambilan Sampel di Sungai Brengi

Stasiun	Posisi Koordinat		Lokasi
	Lintang Selatan	Bujur Timur	
I.	06°55'04.20"	109°40'08.00"	Desa Jenggut
II.	06°53'08.88"	109°39'21.98"	Desa Pasirsari
III.	06°51'34.40"	109°39'19.30"	Desa Jeruksari

Tabel 2. Kelimpahan Individu dan Kelimpahan Relatif Hewan Makrobentos

No	Jenis	Stasiun						Σ KI
		I		II		III		
		KI (ind/m ²)	KR (%)	KI (ind/m ²)	KR (%)	KI (ind/m ²)	KR (%)	
1.	<i>Chironomus</i> sp	86	8,46	0	0	0	0	86
2.	<i>Nereis</i> sp	42	4,13	0	0	0	0	42
3.	<i>Tubifex</i> sp	805	79,23	0	0	0	0	805
4.	<i>Lymnaea</i> sp	83	8,17	0	0	0	0	83
Total		505	100	0	0	0	0	1016
Keterangan :		KI = Kelimpahan Individu (ind/m ³)						
		KR = Kelimpahan Relatif (%)						



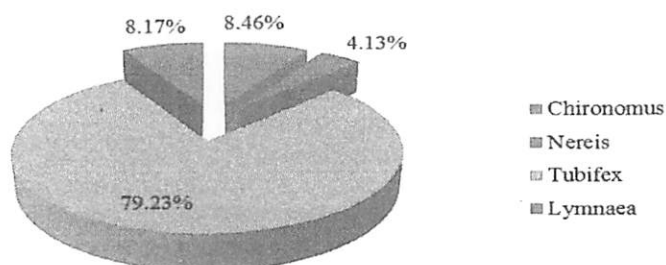
Hasil analisa variabel kualitas air

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Sungai Bremsi diperoleh nilai rata-rata parameter kualitas air yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Rata-rata Parameter Kualitas Air

Parameter	Stasiun			Referensi
	I	II	III	
Suhu Air (°C)	26,83	30,72	30,43	25 – 31°C (Wijayanti, 2007)
Kecepatan Arus (m/s)	0,019	0,048	0,074	Sangat lambat < 10 cm/s (Andriana, 2008)
pH	4,47	3,95	3,84	> 5 dan < 9 (Hynes, 1978 dalam Suwarno, 2000)
DO (mg/l)	2,45	1,93	2,03	> 5 mg/l (Kristanto, 2004 dalam Suparjo, 2009)
Kedalaman (m)	0,87	1,39	1,17	
Kecerahan (cm)	26,58	15,04	17,5	> 0,45 m (Asmawi (1983) dalam Suparjo, 2009)

Kelimpahan Spesies Makrobentos



Makrobentos hanya terdapat pada stasiun I. Kelimpahan hewan makrobentos yang ditemukan di Stasiun I terdiri dari empat spesies yaitu *Tubifex* Sp., *Nereis* Sp., *Chironomus* Sp., dan *Lymnaea* Sp.. Kelimpahan individu tertinggi adalah *Tubifex* Sp., yaitu sebesar 805 Ind/m² sedangkan kelimpahan individu terendah adalah *Nereis* Sp. Sebesar 42 Ind/m².

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di ketiga stasiun di Sungai Bremsi Kabupaten Pekalongan diperoleh nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi yang terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi

Stasiun	H'	E	D
I	0,726	0,526	0,643
II	-	-	-
III	-	-	-

Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi yang didapat yaitu pada stasiun I nilai Indeks Keanekaragamannya 0,726, Indeks Keseragaman sebesar 0,526, dan Indeks Dominansi sebesar 0,643. Stasiun II dan III tidak ditemukan hewan makrobentos.

Kelimpahan dan Indeks Biologi Fitoplankton di Sungai Bremsi

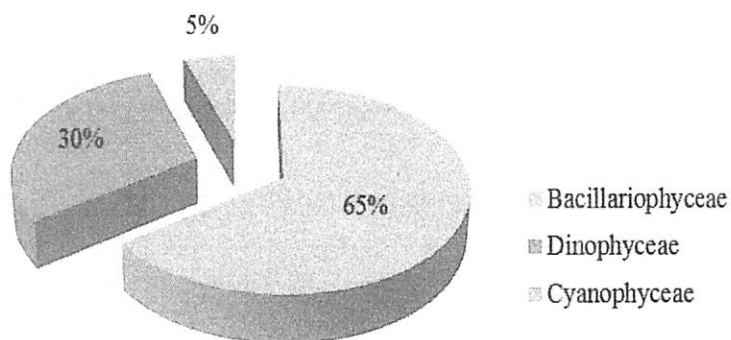
Kelimpahan dan Indeks Biologi Fitoplankton di Sungai Bremsi tersaji pada Tabel 5.



Tabel 5. Data Kelimpahan dan Indeks Biologi Fitoplankton di Sungai Brengi

Fitoplankton	Kelas	St. I (Sel/l)	St. II (Sel/l)	St. III (Sel/l)
<i>Bacillaria paradoxa</i>	Bacillariophyceae	102	51	51
<i>Coscinodiscus lineatus</i>	Bacillariophyceae	76	51	51
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	Bacillariophyceae	-	25	25
<i>Gymnodinium gracile</i>	Dinophyceae	-	25	-
<i>Navicula leptostriate</i>	Bacillariophyceae	-	-	25
<i>Navicula radiosa</i>	Bacillariophyceae	25	25	51
<i>Nitzschia filiformis</i>	Bacillariophyceae	229	25	25
<i>Nitzschia lancelata</i>	Bacillariophyceae	51	25	25
<i>Nitzschia sigma</i>	Bacillariophyceae	1478	790	942
<i>Nitzschia vitrea</i>	Bacillariophyceae	76	51	-
<i>Oscillatoria agardhii</i>	Cyanophyceae	127	561	382
<i>Peridinium compactum</i>	Dinophyceae	25	-	178
<i>Peridinium depressum</i>	Dinophyceae	51	25	-
<i>Peridinium minusculum</i>	Dinophyceae	25	25	-
<i>Prorocentrum micans</i>	Dinophyceae	-	-	25
<i>Prorocentrum triangulatum</i>	Dinophyceae	51	-	-
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	Bacillariophyceae	51	-	-
<i>Synedra famelica</i>	Bacillariophyceae	-	-	25
<i>Thalassiosira rotula</i>	Bacillariophyceae	-	-	25
<i>Thalassiothrix longissima</i>	Bacillariophyceae	178	76	102
Kelimpahan (sel/l)		2545	1755	1932
Jumlah spesies		13	13	14
H' (Indeks keanekaragaman)		1,658	1,597	1,731
E (Indeks keseragaman)		0,754	0,727	0,832
D (Indeks dominansi)		0,372	0,309	0,290

Komposisi Kelas Fitoplankton



Dari tabel di atas menunjukkan bahwa kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun I dengan jumlah sebanyak 2545 sel/L, pada stasiun II sebanyak 1755 sel/L dan pada stasiun III sebanyak 1932 sel/L. Spesies fitoplankton yang didapat terdiri atas 20 spesies dari 3 kelas fitoplankton yaitu Bacillariophyceae, Dinophyceae dan Cyanophyceae. Kelas Bacillariophyceae terdiri atas 13 spesies, kelas Dinophyceae terdiri atas 6 spesies, dan kelas Cyanophyceae terdiri atas 1 spesies. Indeks biologi yang dihitung adalah indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (D). Berdasarkan tabel di atas nilai indeks keanekaragaman (H') tertinggi terdapat pada stasiun III dengan nilai sebesar 1,731, nilai indeks keseragaman (E) tertinggi terdapat pada stasiun III dengan nilai sebesar 0,832, dan indeks dominansi (D) tertinggi terdapat pada stasiun I dengan nilai sebesar 0,372.



Pada perhitungan komposisi kelas fitoplankton didapatkan komposisi kelas yang tertinggi yaitu Kelas Bacillariophyceae sebesar 65%, komposisi kelas Dinophyceae sebesar 30%, dan komposisi kelas yang terendah adalah Cyanophyceae sebesar 5%.

Konsentrasi Fenol, Kromium, dan Minyak dalam air Sungai Brei

Berdasarkan hasil pengujian fenol, kromium, dan minyak dalam air sungai di laboratorium diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Rata-rata Konsentrasi Fenol (mg/l), Kromium (mg/l) dan Minyak (mg/l) dari Limbah Batik dalam Air Sungai Brei Kabupaten Pekalongan

Parameter	Stasiun		
	I	II	III
Fenol (mg/l)	0,019167	0,0085	0,009667
Kromium (mg/l)	0,0005*	0,0005*	0,0005*
Minyak (mg/l)	5,466667	13,05	14,86667

Keterangan: * : Hasil bagi dari ketelitian alat (0,001) dibagi 2.

Rata-rata konsentrasi fenol tertinggi terdapat pada Stasiun I yaitu 0,019167 mg/l dan terendah terdapat di stasiun II sebesar 0,0085 mg/l. Konsentrasi kromium heksavalen Cr (VI) pada air Sungai Brei Kabupaten Pekalongan adalah 0,0005 mg/l. Konsentrasi minyak pada air Sungai Brei Kabupaten Pekalongan tertinggi terdapat pada stasiun III sebesar 14,86667 mg/l dan terendah terdapat pada stasiun I sebesar 5,466667 mg/l.

Pembahasan

Struktur komunitas hewan makrobentos

Tubifex dan *Chironomus* merupakan spesies yang paling banyak ditemukan pada stasiun I. Spesies tersebut merupakan penanda bahwa perairannya dalam kondisi tercemar berat. Dessy (2006) dalam Rosyadi, et al. (2009) menyatakan bahwa *Tubifex* Sp merupakan indikator pencemaran berat, terutama pencemaran organik. Sastrawijaya (2009) menjelaskan bahwa indikator pencemaran berat pada perairan ditandai dengan adanya organisme makrozoobentos jenis *Nais*, *Chironomus*, *Tubifex*, dan *Eristalis*.

Jumlah *Nereis* Sp Yang ditemukan pada stasiun I paling rendah, hal tersebut dikarenakan hanya sedikit spesies yang dapat hidup di air tawar. Menurut Foster (1972), jumlah spesies polychaeta air tawar di dunia sangat sedikit dibandingkan dengan jumlah spesies yang hidup di laut. Terdapat 60 famili polychaeta, namun hanya tujuh famili yang baru dapat dilaporkan dapat hidup di air tawar, diantaranya adalah Nereidae, Nephthyidae, Lumbrineridae, Spionidae, Capitellidae, Ampharetidae, Sabellidae and Serpulidae. Nereidae, dengan jumlah spesies air tawar terbanyak, dikenal akan kemampuan mereka dapat bertahan terhadap perubahan salinitas yang ekstrim dan sering dijadikan hewan percobaan untuk menguji ketahanan terhadap salinitas.

Derajat keasaman di Sungai Brei yang tergolong rendah diduga merupakan salah satu penyebab rendah dan bahkan tidak ditemukannya hewan makrobentos. Menurut Setyaningsih (2001), nilai pH menunjukkan tingkat keasaman lingkungan yang mempengaruhi metabolisme makrozoobentos, apabila pH terlalu ekstrim (terlalu rendah/asam maupun terlalu tinggi/basa) maka akan mengganggu kelancaran proses metabolisme dan akan terjadi seleksi alam terhadap komunitas hewan makrobentos yang dapat beradaptasi pada kondisi lingkungan seperti di atas.

Hasil penelitian yang telah dilakukan di Sungai Brei, dapat diketahui nilai indeks keanekaragaman di stasiun I yaitu 0,726 dengan jumlah spesies terbanyak adalah *Tubifex* Sp. Sebesar 805 ind/m², artinya bahwa keragaman jenisnya rendah. Menurut Odum (1971) dalam Fajriansyah (2011), bahwa jika indeks keanekaragaman jenis (H') < 1 berarti menunjukkan bahwa keanekaragaman jenisnya rendah, jumlah individu tidak seragam dan ada salah satu jenis yang mendominasi.

Nilai indeks keseragaman (E) pada stasiun I sebesar 0,526. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pada stasiun I keseragaman spesiesnya sedang. Menurut Setyaningsih (2001), apabila didapatkan nilai indeks keseragaman lebih dari atau sama dengan 0,4 dan kurang dari 0,6 (0,4 ≤ E < 0,6), maka keseragaman spesiesnya termasuk dalam kategori keseragaman sedang.



Indeks Dominansi pada stasiun I adalah sebesar 0,643. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ada spesies yang mendominasi. Berdasarkan pernyataan tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat spesies yang mendominasi di Stasiun I Sungai Brengi, yaitu *Tubifex* Sp. Dominansi dari suatu spesies ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti yang disampaikan Odum (1996) dalam Setyaningsih (2001), kategori Indeks Dominansi $> 0,5$ artinya terdapat spesies yang mendominasi di suatu perairan. Fajriansyah, *et al.* (2011), juga menyatakan bahwa perhitungan nilai indeks dominansi (C) dilakukan untuk melihat ada tidaknya organisme makrozoobentos yang mendominasi dalam suatu ekosistem. Hal ini berkaitan erat dengan daya tahan tubuh dan adanya persaingan antara jenis yang satu dengan jenis yang lain.

Rendahnya komposisi struktur makrobentos di Sungai Brengi menunjukkan telah terjadinya sesuatu terhadap ekosistem sehingga menyebabkan tekanan terhadap lingkungan. Menurut Daeur (1987) dalam Sudaryanto (2001), tekanan bahan pencemar yang akut seringkali mengakibatkan kematian dan spesies yang sangat sensitif secara mudah akan hilang dari komunitas.

Kelimpahan dan Indeks Biologi Fitoplankton di Sungai Brengi

Komposisi jumlah fitoplankton yang diperoleh dari hasil identifikasi menunjukkan bahwa fitoplankton yang paling mendominasi pada ketiga stasiun adalah kelas Bacillariophyceae. Hal tersebut karena kelas Bacillariophyceae memiliki ketahanan hidup yang paling baik di perairan yang tercemar. Menurut pendapat Arinardi *et al.* (1997), kelas Bacillariophyceae lebih mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada, kelas ini bersifat kosmopolitan serta mempunyai toleransi dan daya adaptasi yang tinggi. Hal ini juga yang menyebabkan fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae paling banyak ditemukan. Kelas Dinophyceae memiliki nilai komposisi kelas sebesar 30%. Kelas ini ditemukan terbanyak setelah kelas Bacillariophyceae (diatom). Hal ini sesuai dengan pendapat Nontji (2006) yang menyatakan bahwa, Dinoflagelata (kelas Dinophyceae) adalah grup fitoplankton yang sangat umum ditemukan setelah diatom (kelas Bacillariophyceae). Selanjutnya komposisi jenis fitoplankton dari kelas Cyanophyceae memiliki nilai sebesar 5%.

Hasil perhitungan kelimpahan fitoplankton berkisar antara 1755 ind/l -2545 ind/l yang berarti bahwa kelimpahan fitoplankton termasuk dalam kategori kelimpahan yang sedang. Hal ini sesuai dengan Sugianto (1994) dalam Budiardi *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa kelimpahan dengan nilai < 1.000 ind/l termasuk rendah, kelimpahan antara 1.000-40.000 ind/l tergolong sedang, dan kelimpahan > 40.000 ind/l tergolong tinggi. Kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada stasiun I. Kelimpahan fitoplankton di stasiun I lebih tinggi daripada stasiun lain diduga karena nilai fenol yang sebesar 0,019167 mg/l mendukung untuk pertumbuhan fitoplankton, karena fenol merupakan salah satu bahan organik yang digunakan fitoplankton untuk pertumbuhannya.

Hal lain yang diduga menyebabkan kelimpahan fitoplankton di stasiun I lebih tinggi daripada stasiun lain dikarenakan konsentrasi oksigen terlarut pada stasiun I lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun lain. Hal ini sesuai dengan Effendi (2003) bahwa semakin tinggi suhu, maka kelarutan oksigen pun semakin berkurang sumber utama oksigen dalam perairan adalah dari proses fotosintesis. Semakin subur suatu perairan akan semakin banyak fitoplankton yang hidup di dalamnya dan akhirnya akan meningkatkan pasokan oksigen terlarut dalam air.

Kelimpahan fitoplankton juga dipengaruhi oleh pH perairan. Hasil pengukuran pH Sungai Brengi berkisar antara 3,83-4,46. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perairan Sungai Brengi dalam kondisi asam. Menurut Pescod (1973) dalam Asriyana dan Yuliana (2012) menyatakan bahwa pH yang ideal untuk kehidupan fitoplankton di perairan adalah 6,5-8,0. Pada perairan yang berkondisi asam dengan pH kurang dari 6, fitoplankton tidak akan hidup dengan baik. Hal tersebut mengakibatkan kelimpahan fitoplankton di Sungai Brengi rendah.

Konsentrasi minyak pada Sungai Brengi berkisar antara 5,3-14,85 mg/l. Konsentrasi minyak tersebut telah melampaui ambang batas. Menurut Effendi (2003), kadar minyak yang melebihi 0,3 mg/l akan bersifat toksik terhadap ikan air tawar dan perairan. Konsentrasi minyak yang tinggi tersebut akan menimbulkan film pada permukaan air sungai yang mengakibatkan terhalangnya cahaya matahari untuk menembus perairan, sehingga fitoplankton tidak dapat melakukan fotosintesis dengan baik, dan hal tersebut dapat menyebabkan jumlah pasokan oksigen terlarut menjadi rendah juga menyebabkan jumlah fitoplankton menurun. Menurut Fardiaz (1992), konsentrasi oksigen terlarut rendah atau menurun dengan adanya minyak



dalam perairan. Hal ini dikarenakan lapisan film minyak menghambat pengambilan oksigen oleh air.

Jumlah fitoplankton yang rendah juga dipengaruhi oleh konsentrasi kromium yang cukup tinggi. Konsentrasi kromium yang diperoleh pada ketiga stasiun adalah sebesar 0,0005 mg/l. Menurut Effendi (2003) konsentrasi kromium yang ada di perairan lebih berpengaruh pada keberadaan fitoplankton daripada ikan. Fitoplankton masih dapat mentoleransi konsentrasi kromium di perairan yang melebihi 2 µg/L namun apabila konsentrasi kromium melebihi 500 µg/L maka mengakibatkan perairan tersebut menjadi beracun dan tidak baik bagi kehidupan fitoplankton.

Indeks keanekaragaman (H') pada setiap stasiun tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Indeks keanekaragaman berkisar antara 1,597-1,731. Berdasarkan Basmi (1999) dalam Fachrul (2007) menyatakan bahwa nilai keanekaragaman $1 < H' < 3$ menunjukkan stabilitas komunitas biota sedang dan keanekaragaman biotanya juga sedang. Penyebab kurang stabilnya nilai indeks keanekaragaman fitoplankton ini diduga karena adanya pencemaran dari limbah rumah tangga dan limbah batik di sekitar Sungai Breksi.

Nilai indeks keseragaman (E) di ketiga stasiun berada di bawah 1, yaitu berkisar antara 0,727-0,832. Hal ini menunjukkan bahwa pemerataan antar spesies relatif seragam. Hal ini sesuai dengan Michael (1994) dalam Hariyati dan Wijaya (2009), bila nilai E berkisar antara 0,6-1 artinya pemerataan antar spesies relatif seragam atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama. Pola persebaran spesies-spesies tersebut yang menunjukkan bahwa tingkat ketahanannya tinggi terhadap lingkungan yang tercemar.

Indeks dominansi (D) pada ketiga stasiun tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Hasil indeks dominansi yang diperoleh yaitu berkisar 0,290 - 0,372. Berdasarkan Odum (1971) dalam Fachrul (2007) nilai indeks dominansi $< 0,5$ berarti tidak ada jenis yang mendominasi sedangkan apabila indeks dominansi $> 0,5$ berarti ada jenis tertentu yang mendominasi. Indeks dominansi yang rendah diduga disebabkan karena indeks keseragaman perairan tersebut merata sehingga berbanding terbalik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hartati dan Awaluddin (2007), bahwa semakin besar nilai keseragaman menunjukkan keseragaman jenis yang besar, artinya kelimpahan tiap jenis dapat dikatakan sama dan cenderung tidak didominasi oleh jenis tertentu.

Konsentrasi Fenol, Kromium, dan Minyak dalam air Sungai Breksi

Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 nilai fenol yang terdapat pada perairan Sungai Breksi masih tergolong aman untuk biota, namun pada stasiun 1 nilai fenol melebihi batas baku mutu yaitu 0,01 mg/l. Menurut Effendi (2003) kadar fenol yang melebihi 0,01 mg/l akan bersifat toksik bagi biota perairan.

Pada Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa nilai kromium heksavalen pada semua titik bernilai 0,0005 mg/l, yang dimaksud adalah konsentrasi kromium heksavalen yang terdapat dalam perairan tersebut kurang dari 0,003 mg/l. Rendahnya nilai kromium yang terdapat dalam sampel air sungai tersebut, mengakibatkan jumlah konsentrasi kromium heksavalen tidak dapat terbaca oleh alat. Nilai 0,0005 mg/l sendiri didapat dari hasil bagi dari nilai ketelitian alat dibagi 2. Batas minimum kromium yang dapat dibaca oleh alat sebesar 0,003 mg/l.

Menurut hasil analisis laboratorium, nilai kromium yang ada dalam perairan masih dalam batas normal yaitu 0,0005 mg/l. Menurut Effendi (2003), kromium maksimum untuk air minum 0,05 mg/l sedangkan pada perairan tawar lebih dari 0,001 mg/l akan menimbulkan toksik bagi perairan. Menurut PP No 82 batas maksimum kromium untuk keempat kelas adalah 0,05 mg/l. Rendahnya nilai kromium bisa juga disebabkan karena sebagian besar kromium mengendap dalam sedimen. Menurut Erlangga (2007), limbah dari aktifitas pabrik yang membuang limbah cairnya ke sungai umumnya berupa limbah cair yang mengandung logam berat. Diketahui bahwa sifat logam berat mudah mengendap di dasar perairan dan berkaitan dengan komponen kimia lainnya, sehingga kemungkinan terjadinya pengakumulasi logam berat tersebut di dasar perairan juga menjadi lebih besar.

Berdasarkan baku mutu PP No.82 Tahun 2001 konsentrasi minyak pada Sungai Breksi telah melampaui ambang batas. Menurut Effendi (2003), kadar minyak yang melebihi 0,3 mg/l akan bersifat toksik terhadap ikan air tawar dan perairan



Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah Status ekosistem Sungai Brei berdasarkan aspek biologis dan kimia perairan menunjukkan bahwa ekosistem Sungai Brei dalam kondisi telah tercemar sedang sampai berat.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada para mahasiswa 'Tim Brei 2013' (Tiara, Imah, Kafin, Yustiara dan Menur) yang telah membantu pelaksanaan penelitian,

Daftar Pustaka

- Andriana, W. 2008. Keterkaitan Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Keberadaan Bahan Organik di Perairan Hulu Sungai Cisadane Bogor, Jawa Barat [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 94 hal.
- Arinardi, O.H., A.B. Sutomo, S.A. Yusuf., Trimaningsih, Asnaryanti, dan S.H. Riyono. 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. Produktivitas Perairan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Bolton, M. J. 2012. *Ohio EPA Supplemental Keys to the Larvar Chironomidae (Diptera) of Ohio and Ohio Chironomid Checklist*. Environmental Protection Agency. Ohio. 111 p.
- Brinkhurst, R. O. 1971. *A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta*. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* Volume 22. University of Toronto. Toronto. 58 p.
- Budiardi, T., I. Widyaya, dan D. Wahjuningrum. 2007. Hubungan Komunitas Fitoplankton dengan Produktivitas Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) di Tambak Biocrete. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Akuatik Indonesia*, 6 (2): 119 – 125.
- Burch, J. B. 1989. *North American Freshwater Snails*. *The University of Michigan*. United States of America. 186 p.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas air. Managemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Erlangga. 2007. Efek Pencemaran Perairan Sungai Kampar di Provinsi Riau Terhadap Ikan Baung (*Hemibragus nemurus*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fachrul, M. F. 2007. Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta.
- Fajriansyah, M. I., S. Nasution, dan J. Samiaji. 2011. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Desa Dompas Kecamatan Bukit Batu Kabupaten Bengkalis. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air Dan Udara*. Bogor: Penerbit Kanisius.
- Fauchald, K. 1977. *The Polychaete Worms Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera*. Natural History Museum of Los Angeles County in Conjunction with The Allan Hancock Foundation. University Of Southern California. 192 p.
- Foster, N. 1972. *Biota of Freshwater Ecosystem Identification Manual Number 4 Freshwater Polychaetes (Annelida) of North America*. U.S. Government Printing Office. Washington D.C. 36 p.
- Hartati, T. S., dan Awaluddin. 2007. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Teluk Jakarta. Ilmu Kelautan.
- Nontji, A. 2006. *Tiada Kehidupan di Bumi Tanpa Keberadaan Plankton*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah RI No.82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
http://psdajatengprov.go.id/peraturan/pp82_2001.html. Diakses tanggal 10 September 2013.
- Rosyadi, S. Nasution, dan Thamrin. 2009. *Distribusi Dan Kelimpahan Makrozoobentos Di Sungai Singingi Riau*. *Journal of Environmental Science*. 3 (1): 58 - 74.
- Sastrawijaya, A. T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Rineka Cipta: Jakarta.

- Setiyaningsih, I. A. 2001. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sedimen Dasar Sungai Cileungsi – Bekasi, Kabupaten Bogor, Jawa Barat [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 65 hal.
- Sudaryanto, A. 2001. Struktur Komunitas Makrozoobentos dan Kondisi Fisiko Kimiawi Sedimen di Perairan Donan, Cilacap-Jawa Tengah. Jurnal Teknologi Lingkungan. 2 (2): 119 – 123.
- Suparjo, M. N. 2009. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. Jurnal Saintek Perikanan. 4 (2): 38 – 45.
- Suwarno, L. 2000. Struktur Komunitas Makrozoobentos Sebagai Indikator Kualitas Lingkungan di Hulu Sungai Cimanuk, Garut, Jawa Barat [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 95 hal.
- Toshihiko, M. 1964. *Illustrations of The Freshwater Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co, Ltd. Japan.
- Wijaya, T. S. dan R. Hariyati. 2009. Struktur Komunitas Fitoplankton Sebagai Bio Indikator Kualitas Perairan Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wijayanti, H. 2007. Kajian Kualitas Perairan di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobentos [Tesis]. Universitas Diponegoro. Semarang. 89 hal.