



**STUDI ANALISA PLANKTON UNTUK
MENENTUKAN TINGKAT PENCEMARAN DI MUARA
SUNGAI BABON SEMARANG**

Sahala Hutabarat, Prijadi Soedarsono, Ina Cahyaningtyas*

Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH. Tembalang Semarang 50275
Telp/Fax (024) 76480685

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon merupakan salah satu DAS yang sangat penting bagi kelangsungan ekosistem khususnya wilayah Semarang dan sekitarnya. Plankton merupakan organisme perairan yang keberadaannya dapat menjadi indikator perubahan kualitas biologi perairan sungai. Plankton memegang peran penting dalam mempengaruhi produktivitas primer perairan sungai. Perairan sungai Babon secara nyata telah menerima limbah yang berasal dari kegiatan industri yang berada di sekitar sungai Babon dan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga (domestik). Keadaan ini diduga menyebabkan menurunnya kualitas lingkungan muara Sungai Babon. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji bagaimana tingkat pencemaran di muara Sungai Babon. Pengamatan dilakukan berdasarkan analisis SI (Saprobik Indeks) dan TSI (Tropik Saprobik Indeks) untuk mengetahui sejauh mana tingkat pencemaran yang terjadi. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah fitoplankton dan zooplankton yang berada di muara Sungai Babon berikut parameter fisika dan kimia. Kelimpahan fitoplankton di muara Sungai Babon adalah 10.765 – 13.777 ind/L dengan 19 - 24 genera. Kelimpahan zooplankton adalah 218-241 ind/m³ dengan 9 genera. Berdasarkan kelimpahan plankton maka didapatkan nilai Saprobik Indeks (SI) berkisar 0,07 - 0,34 dan nilai Tropik Saprobik Indeks berkisar (-0,73) – (-0,98) kualitas perairan muara sungai Babon selama penelitian termasuk dalam tingkat α -Mesosaprobik atau dalam kondisi tercemar sedang hingga berat.

Kata kunci : Muara Sungai Babon, Plankton, Saprobik Indeks, Tropik Saprobik Indeks

Abstrak

Stream of Babon is one very important area for the survival of the ecosystem especially Semarang and surrounding area. Plankton are water organism whose existence can be an indicator changes in the quality of river water biology. Plankton plays an important role in affecting the primary productivity of river. In fact Babon's river received waste from industrial activities are located around the Babon's river and waste from household activities (domestic). This condition is predicted to cause environmental degradation Babon estuary. This research was held to observe present condition of Babon estuary. Observation was done on SI (Saprobic Index) and TSI (Trophic Saprobic Index) to find out how far the pollution occur. Materials used was phytoplankton and zooplankton from Babon estuary including physical and chemical parameters. Phytoplankton abundance of Babon estuary was 10.765 - 13.777 ind/L including 19 - 24 genera. Zooplankton abundance of Babon Estuary was 218 - 241 ind/m³ including 9 genera. Based on the obtained value for plankton abundance saprobic index (SI) ranging from 0.07 to 0.34, and values ranged Tropical saprobic index (-0.73) - (-0.98) water quality of the Babon estuary during the observation in the level of α -Mesosaprobik or in mid to heavy polluted condition

Key words : Babon River Estuary, Plankton, Saprobic Index, Trophic Saprobic Index

1. Pendahuluan

Sungai merupakan salah satu ekosistem yang memunculkan interaksi antara organisme didalamnya dengan kualitas perairan itu sendiri. Baik buruknya parameter kualitas air sangat mempengaruhi keanekaragaman dan struktur komunitas. Kualitas perairan sungai akan sangat dipengaruhi bahan-bahan pencemar yang ada didalamnya. Adanya bahan masukan limbah aktivitas industri perumahan, pertanian dan perikanan di sepanjang aliran sungai dapat memberikan efek bagi peningkatan bahan pencemar pada perairan.

Plankton merupakan organisme perairan yang keberadaannya dapat menjadi indikator perubahan kualitas biologi perairan sungai. Plankton memegang peran penting dalam mempengaruhi produktivitas primer perairan sungai. Rosenberg dalam Ardi (2002) menyebutkan bahwa beberapa organisme plankton bersifat toleran dan mempunyai respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas perairan. Salah satu pendekatan yang dilakukan adalah dengan menggunakan indeks saprobik, dimana indeks ini digunakan untuk mengetahui tingkat ketergantungan atau hubungan suatu organisme dengan senyawa yang menjadi sumber nutrisinya, sehingga dapat diketahui hubungan kelimpahan plankton dengan tingkat pencemaran suatu perairan (Dahuri, 1995).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Babon merupakan salah satu DAS yang sangat penting bagi kelangsungan ekosistem di Propinsi Jawa Tengah, khususnya wilayah Semarang dan sekitarnya. Adanya kegiatan industri, permukiman, pertanian serta pertambangan pada umumnya menimbulkan masalah-masalah lingkungan seperti pencemaran air, menurunnya kualitas sumberdaya alam, kekritisian lahan, gangguan kesehatan, penurunan potensi sumberdaya hayati, bencana tanah longsor, banjir serta sedimen pada DAS bagian hilir (Suparjo, 2009).

Perairan sungai Babon secara nyata telah menerima limbah yang berasal dari kegiatan industri yang berada di sekitar sungai Babon dan limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga (domestik). Limbah yang berasal dari kegiatan industri secara fisik selain mengeluarkan bau yang tidak sedap juga menyebabkan air sungai menjadi berubah warna kemerahan atau kehitam-hitaman dan mengandung bahan beracun seperti deterjen, ammonia dan logam berat. Limbah kegiatan domestik dapat meningkatkan kandungan bahan organik, lemak-minyak di dalam perairan serta bahan non organik yang sulit terdegradasi seperti sampah plastik (Yusuf, 2006).

Sungai Babon menerima limbah dari kegiatan rumah tangga dan limbah yang berasal dari 6 industri besar. Limbah-limbah yang dibuang di sungai Babon berasal dari industri pembuatan moto, industri tekstil, kertas dan pengalengan udang (BLH Kota Semarang, 2005). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran dan mengetahui struktur komunitas plankton di perairan Sungai Babon Semarang. Kelimpahan plankton inilah yang digunakan untuk menentukan nilai saprobitas di Sungai Babon dengan melihat nilai Tropik Saprobitik Indeks.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis fitoplankton dan zooplankton yang terdapat di perairan muara Sungai Babon serta menentukan tingkat pencemaran perairan muara Sungai Babon dengan Saprobitik Indeks (SI) dan Tropik Saprobitik Indeks (TSI). Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Maret - April 2013 di perairan muara Sungai Babon dan laboratorium Hidrobiologi jurusan perikanan FPIK, Universitas Diponegoro

2. Materi Dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari beberapa alat dan bahan. Adapun alat yang digunakan meliputi alat untuk sampling lapangan dan identifikasi plankton. Alat yang digunakan untuk sampling plankton adalah *plankton net* bernomor 25 untuk menjaring fitoplankton sedangkan *plankton net* dengan ukuran 150 mikron untuk menjaring zooplankton, botol sampel, pipet tetes, kertas label, *stopwatch*, kamera digital, termometer, *Secchi disk*, bola arus, DO meter, refraktometer dan pH paper. Alat yang digunakan untuk identifikasi plankton di laboratorium adalah mikroskop, *Sedgwick-rafter* untuk mencacah fitoplankton dan *bogorov* untuk mencacah zooplankton dalam pengamatan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel plankton dan air yang didapat dari perairan muara Sungai Babon serta "*lugol's iodine*" untuk pengawetan sampel.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yang bersifat studi kasus. Yang dimaksud studi kasus adalah studi yang mempelajari objek secara mendalam pada waktu, tempat dan populasi yang terbatas sehingga memberikan tentang situasi dan kondisi secara lokal dan hasilnya tidak berlaku untuk tempat dan waktu yang berbeda. Penelitian bersifat deskriptif yaitu usaha mengungkapkan suatu penelitian dan keadaan sebagaimana adanya sehingga hanya merupakan penyingkapan fakta (Hermawan, 2007).

Untuk teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian sampel "*(Sample Survey Method)*". Metode penelitian sampel adalah metode pengambilan sampel dengan mengambil data hanya sebagian dari populasi yang nantinya diharapkan dapat menggambarkan sifat populasi dari obyek penelitian (Hadi, 1998).

Lokasi pengambilan sampel dilakukan secara purposif yaitu pengambilan data dengan alasan dan pertimbangan tertentu dengan sengaja untuk mendapatkan sampel yang mewakili baik area maupun kelompok sampel sehingga didapat gambaran lokasi penelitian secara keseluruhan. Lokasi sampling ditentukan menjadi 3 stasiun, jarak antar stasiun sekitar 500 meter dimana setiap stasiun mewakili keadaan suatu lokasi tersebut. Stasiun I adalah daerah aliran sungai yang dekat dengan permukiman dan aktivitas masyarakat sekitar, stasiun II adalah pertengahan dari muara sungai Babon yang samping kanan kirinya berjajar mangrove sedangkan stasiun II merupakan ujung dari muara sungai Babon

yang berbatasan langsung dengan laut. Pada masing-masing stasiun pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari sekitar pukul 06.00 WIB dan siang hari sekitar pukul 12.00 WIB dengan pertimbangan bahwa untuk pagi hari plankton belum melakukan aktivitas fotosintesis. Pertimbangan lainnya dikarenakan pagi hari belum terdapat aktivitas industri sedangkan pada siang hari terdapat aktivitas industri yang dapat mempengaruhi keberadaan organisme plankton. Pengambilan sampel plankton dilakukan dua minggu sekali pada bulan Maret hingga April 2013.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Analisis Data

Identifikasi organisme plankton dilakukan dengan menggunakan mikroskop binokuler perbesaran 10x10. Pengamatan dan perhitungan organisme dilakukan dengan bantuan *Sedgwick-rafter* dan *bogorov*. Pengidentifikasian plankton dengan menggunakan buku identifikasi Sachlan (1982). Setelah dilakukan identifikasi jenis-jenis plankton dilakukan perhitungan untuk mencari nilai kelimpahan jenis, Indeks Keanekaragaman, Indeks Kemerataan, Indeks Dominansi, Saprobik Indeks dan Tropik Saprobik Indeks.

Kelimpahan Plankton

Perhitungan kelimpahan fitoplankton per liter dilakukan dengan menggunakan formulasi APHA (1992), yaitu: Keterangan :

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{W}$$

- N = jumlah plankton per liter
- T = luas total petak *Sedgwick-rafter* (1000mm²)
- L = luas lapang pandang mikroskop (mm²)
- P = jumlah plankton tercacah
- p = jumlah lapang pandang yang diamati

- V = volume sampel plankton yang tersaring (ml)
- v = volume sampel plankton dalam *Sedgwick-rafter* (ml)
- W = volume sampel air yang tersaring (L)

Karena sebagian dari unsur-unsur rumus tersebut telah diketahui pada *sedgwick-rafter*, seperti T = 1000 mm², v= 1 ml, dan L= 0,25 πmm² (dimisalkan satu lingkaran sama dengan luas lapang pandang pada mikroskop dengan r=0,5 mm), sehingga formulasinya dapat berupa sebagai berikut

$$N \text{ (ind/L)} = \frac{100 (P \times V)}{0,25 \pi W}$$

Sedangkan untuk perhitungan zooplankton dilakukan dengan formula (Wardhana 2003) :

$$D = (l/p) q (1/v)$$

Keterangan :

- D = jumlah plankton per m³ (ind/m³)
- q = jumlah plankton dalam *bogorov*
- p = volume sampel plankton dalam *bogorov* (ml)
- l = volume sampel plankton yang tersaring (ml)
- v = volume air yang tersaring (m³)

Analisa Indeks Keanekaragaman

Analisa ini digunakan untuk mengetahui keanekaragaman jenis biota perairan. Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah persamaan Shanon-Wiener:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

- H' = indeks diversitas Shanon-Wiener
- P_i = n_i/N
- n_i = jumlah individu jenis ke-i
- N = jumlah total individu

Kriteria:

H' < 1 = komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat, 1 < H' < 3 = stabilitas komunitas sedang atau kualitas air tercemar sedang, H' > 3 = stabilitas komunitas biota dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas bersih

Analisa Indeks Keseragaman

Indeks ini menunjukkan pola sebaran biota, yaitu merata atau tidak. Jika nilai indeks keseragaman relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam kondisi merata. Analisa indeks keseragaman fitoplankton dan zooplankton menggunakan rumus sebagai berikut (Odum, 1998):

$$e = \frac{H'}{H_{maks}}$$

Keterangan:

- e = Indeks keanekaragaman
- H maks = ln S (S adalah jumlah genera)
- H' = Indeks keanekaragaman

Analisa Indeks Dominansi

Menurut Odum (1998), untuk mengetahui adanya dominasi tertentu di perairan dapat digunakan indeks dominansi dengan persamaan berikut:

$$D = \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

- D = Indeks dominansi
- n_i = jumlah individu tiap spesies
- N = Total individu

Analisa Saprobik Indeks (SI) dan Tropik Saprobik Indeks (TSI)

Untuk menghitung saprobitas perairan digunakan analisis TROSAP yang nilainya ditentukan dari hasil formulasi Persone dan De Pauw (1983) dalam Anggoro (1988):

$$SI = \frac{1C + 3D + 1B - 3A}{1A + 1B + 1C + 1D}$$

Keterangan:

- SI = Saprobik Indeks
- A = Jumlah Spesies Organisme Polisaprobik
- B = Jumlah Spesies Organisme α-Mesosaprobik
- C = Jumlah Spesies Organisme β-Mesosaprobik
- D = Jumlah Spesies Organisme Oligosaprobik

$$TSI = \frac{1(nC) + 3(nD) + (nE) - 3(nA)}{1(nA) + 1(nB) + 1(nC) + 1(nD)} \times \frac{nA + nB + nC + nD + nE}{nA + nB + nC + nD}$$

Keterangan:

- N = Jumlah individu organisme pada setiap kelompok saprobitas
- nA = Jumlah individu penyusun kelompok Polisaprobik
- nB = Jumlah individu penyusun kelompok α-Mesosaprobik
- nC = Jumlah individu penyusun kelompok β-Mesosaprobik
- nD = Jumlah individu penyusun kelompok Oligosaprobik
- nE = Jumlah individu penyusun selain A, B, C dan D

3. Hasil dan Pembahasan

Gambaran umum lokasi penelitian

Lokasi penelitian berada di perairan muara Sungai Babon yang terletak di wilayah Kelurahan Trimulyo, Kecamatan Genuk Semarang. Kelurahan Trimulyo memiliki luas area $\pm 332,364$ Ha dengan jumlah penduduk sekitar 3702 jiwa, mempunyai areal pertambakan ± 15 Ha sebagai salah satu lahan mata pencarian penduduk. Secara geografis, kelurahan Trimulyo dibatasi oleh:

1. Sebelah Utara adalah Laut Jawa
2. Sebelah Selatan adalah Kelurahan Genuk
3. Sebelah Timur adalah Kecamatan Sayung
4. Sebelah Barat adalah Kelurahan Terboyo Wetan

Lokasi penelitian ini mempunyai kedalaman kurang dari 2 m dengan lebar kurang lebih 20 m. Perairan muara sungai Babon secara nyata telah menerima limbah yang berasal dari kegiatan industri dan kegiatan rumah tangga (domestik) yang berada di sekitar muara sungai Babon. Limbah yang berasal dari kegiatan industri secara fisik selain mengeluarkan bau yang tidak sedap juga menyebabkan air sungai berubah menjadi warna kemerahan atau kehitam-hitaman dan mengandung bahan beracun seperti deterjen, ammonia dan logam berat. Limbah kegiatan domestik dapat meningkatkan kandungan bahan organik, lemak-minyak di dalam perairan serta bahan non organik yang sulit terdegradasi seperti sampah plastik.

Sekitar perairan muara Sungai Babon terdapat berbagai aktivitas pabrik/ industri. Limbah-limbah yang dibuang di muara sungai Babon berasal dari industri pembuatan moto, industri kertas, pengalengan udang serta pabrik-pabrik di wilayah kawasan industri Terboyo yang berlokasi di pinggir muara sungai Babon. Beberapa diantaranya membuang limbahnya ke perairan baik langsung maupun tidak langsung. Dengan keadaan tersebut maka beban dan tekanan lingkungan semakin bertambah berat dengan adanya kegiatan seperti pertambakan, industri, permukiman rumah tangga dan lainnya yang menyebabkan meningkatnya beban pencemaran air.

Stasiun I terletak di koordinat $06^{\circ}56'44,31''$ LS dan $110^{\circ}28'33,43''$ BT, lokasi ini merupakan muara sungai yang dekat dengan permukiman penduduk. Pada stasiun II terletak ada daerah sekitar mangrove dan areal tambak dengan koordinat $06^{\circ}56'26,20''$ LS dan $110^{\circ}28'0,96$ BT. Pada stasiun III terletak di koordinat $06^{\circ}55'59,40''$ LS dan $110^{\circ}27'39,10$ BT, lokasi ini merupakan ujung muara sungai Babon yang berbatasan langsung dengan laut.

Komunitas plankton

Dari hasil identifikasi sampel plankton (fitoplankton dan zooplankton) yang dijumpai di perairan muara sungai Babon Semarang berjumlah 34 genera terdiri dari fitoplankton sebanyak 25 genera dan zooplankton sebanyak 9 genera. Kelimpahan rata-rata fitoplankton pada pagi hari sebesar 10.765 ind/L dan pada siang hari sebesar 13.777 ind/L. Sedangkan untuk zooplankton kelimpahan rata-rata pada pagi hari sebesar 241 ind/m³ dan pada siang hari sebesar 218 ind/m³. Kelimpahan plankton rata-rata tertinggi yaitu *Nitzschia* sp. Sebanyak 2019 ind/L pada sampling siang hari.

Kelimpahan fitoplankton saat sampling pagi hari pukul 06.00 dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Babon Pagi Hari (ind/L)

No.	Biota	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Rata-rata
Bacillariophyceae					
1.	<i>Chaetoceros</i> sp	1490	1009	1202	1234
2.	<i>Nitzschia</i> sp	1202	1346	1009	1186
3.	<i>Pleurosigma</i> sp	961	577	1154	897
4.	<i>Thalassiosira</i> sp	721	913	1057	897
5.	<i>Rhizosolenia</i> sp	673	1490	1154	1106
6.	<i>Skeletonema</i> sp	288	913	-	400
7.	<i>Asterionella</i> sp	192	721	1057	657
8.	<i>Hemiaulus</i> sp	144	-	192	112
9.	<i>Thalassiotrix</i> sp	-	433	-	144
10.	<i>Synedra</i> sp	-	-	481	160
11.	<i>Bacillaria</i> sp	-	-	96	32
Cyanophyceae					
12.	<i>Tolypothrix</i> sp	1298	673	913	961
13.	<i>Spirulina</i> sp	1009	1154	1202	1122
14.	<i>Anabaenopsis</i> sp	865	-	817	561
15.	<i>Microcystus</i> sp	288	336	192	272
Chlorophyceae					
16.	<i>Polyedrium</i> sp	192	721	384	432
17.	<i>Scenedesmus</i> sp	192	-	-	64
Pyrophyta					
18.	<i>Ceratium</i> sp	433	336	384	384
19.	<i>Noctiluca</i> sp	96	336	-	144
Jumlah		10044	10958	11294	10765

Keterangan (-) : Tidak Tercacah

Dari tabel dapat dilihat bahwa jumlah genera fitoplankton yang ditemukan di muara sungai Babon Semarang pada pagi hari untuk stasiun I sebanyak 16 genera, stasiun II sebanyak 14 genera dan stasiun III sebanyak 15 genera. Kelimpahan individu terbesar terdapat pada stasiun III yaitu sebesar 11.294 ind/L.

Kelimpahan fitoplankton di muara Sungai Babon saat sampling siang hari pukul 12.00 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Babon Siang Hari (Ind/L)

No.	Biota	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Rata-rata
Bacillariophyceae					
1.	<i>Chaetoceros</i> sp	1394	1586	865	1282
2.	<i>Nitzschia</i> sp	1202	2019	1682	1634
3.	<i>Pleurosigma</i> sp	721	913	1779	1138
4.	<i>Thalassiosira</i> sp	961	673	384	545
5.	<i>Rhizosolenia</i> sp	1346	1538	1442	1442
6.	<i>Skeletonema</i> sp	673	384	336	352
7.	<i>Asterionella</i> sp	1057	1154	1009	1073
8.	<i>Tabellaria</i> sp	-	433	96	176
9.	<i>Thalassiotrix</i> sp	625	529	384	513
10.	<i>Synedra</i> sp	144	96	144	128
11.	<i>Bacillaria</i> sp	673	961	-	545
Cyanophyceae					
12.	<i>Tolypothrix</i> sp	384	192	769	192
13.	<i>Spirulina</i> sp	1779	1202	1490	1490
14.	<i>Anabaenopsis</i> sp	384	240	336	320
15.	<i>Microcystus</i> sp	529	-	384	304
16.	<i>Merismopedia</i> sp	-	192	96	96
Chlorophyceae					
17.	<i>Polyedrium</i> sp	433	625	865	641
18.	<i>Scenedesmus</i> sp	288	577	144	336
19.	<i>Volvox</i> sp	-	336	192	176
Pyrophyta					
20.	<i>Ceratium</i> sp	817	1009	769	865
21.	<i>Noctiluca</i> sp	240	192	48	160
22.	<i>Peridinium</i> sp	192	336	769	176
Xanthophyceae					
23.	<i>Botryococcus</i> sp	192	144	-	112
Dinophyceae					
24.	<i>Protoperidinium</i> sp	-	240	877	80
Jumlah		14034	15571	14235	13777

Keterangan (-) : Tidak Tercacah

Jumlah genera dan kelimpahan fitoplankton yang ditemukan di muara Sungai Babon Semarang saat sampling siang hari pada tabel 2 menunjukkan adanya perubahan, yaitu pada stasiun I ditemukan sebanyak 20 genera, stasiun II sebanyak 23 genera dan stasiun III sebanyak 22 genera. Kelimpahan rata-rata untuk semua stasiun mengalami peningkatan yaitu sebanyak 14.613 ind/L.

Kelimpahan zooplankton di muara Sungai Babon Semarang saat sampling pagi hari pukul 06.00 dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Kelimpahan Zooplankton di Muara Sungai Babon Pagi Hari (Ind/m³)

No.	Biota	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Rata-rata
Crustacea					
1.	<i>Copepoda</i>	85	42	42	56
2.	<i>Euphausia</i> sp	28	28	21	26
3.	<i>Mesodium</i> sp	21	7	21	16
Euglenophyceae					
4.	<i>Euglena</i> sp	64	64	85	71
5.	<i>Phacus</i> sp	7	7	7	7
Entomostraca					
6.	<i>Cyclops</i> sp	21	7	13	14
7.	<i>Cypris</i> sp	13	7	28	48
Ciliata					
8.	<i>Stentor</i> sp	21	-	64	28
Rotatoria					
9.	<i>Chonochilus</i> sp	7	7	7	7
Jumlah		267	169	288	241

Keterangan (-) : Tidak Tercacah

Pada tabel 3 terlihat bahwa zooplankton paling banyak ditemukan pada stasiun III yaitu dengan kelimpahan sebanyak 288 ind/m³ dari 9 genera, sedangkan kelimpahan terendah terdapat pada stasiun II yaitu sebanyak 169 ind/m³ dari 8 genera. Selanjutnya kelimpahan zooplankton saat sampling siang hari pukul 12.00 dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Kelimpahan Zooplankton di Muara Sungai Babon Siang Hari (Ind/m³)

No.	Biota	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Rata-rata
Crustacea					
1.	<i>Copepoda</i>	21	21	-	14
2.	<i>Euphausia</i> sp	-	34	128	54
3.	<i>Mesodinium</i> sp	7	34	21	21
Euglenophyceae					
4.	<i>Euglena</i> sp	42	64	85	64
5.	<i>Phacus</i> sp	7	7	7	7
Entomostraca					
6.	<i>Cyclops</i> sp	49	21	64	45
Ciliata					
7.	<i>Stentor</i> sp	-	42	-	14
Jumlah		126	223	305	218

Keterangan (-) : Tidak Tercacah

Kelimpahan zooplankton rata-rata untuk semua stasiun pada siang hari mengalami penurunan yaitu yang semula pada pagi hari ditemukan sebanyak 241 ind/m³ menjadi 218 ind/m³. Kelimpahan individu terbanyak masih pada stasiun III yaitu 305 ind/m³ dari 6 genera.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (e), dan Indeks Dominansi (D) fitoplankton dan zooplankton tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Keseragaman (e), dan Indeks Dominansi (D)

Stasiun	Fitoplankton			Zooplankton			
	H'	e	D	H'	E	D	
Pagi	I	2,344	0,844	0,093	1,880	0,858	0,191
	II	2,530	0,961	0,085	1,659	0,797	0,239
	III	2,512	0,927	0,083	1,893	0,863	0,179
	Rata-rata	2,462	0,910	0,087	1,810	0,839	0,203
Siang	I	2,931	0,978	0,079	1,323	0,822	0,283
	II	3,024	0,964	0,095	1,794	0,922	0,107
	III	2,439	0,860	0,096	1,311	0,814	0,300
	Rata-rata	2,798	0,934	0,090	1,476	0,852	0,230

Selain itu didapatkan pula nilai Saprobik Indeks (SI) dan Tingkat Saprobik Indeks (TSI) Plankton pada tabel 6.

Tabel 6. Nilai Saprobik Indeks (SI) dan Tropik Saprobik Indeks (TSI)

Stasiun	SI	TSI
Pagi	I	0
	III	-0,2
	III	0,42
	Rata-rata	0,073
Siang	I	0,4
	II	0,5
	III	0,14
	Rata-rata	0,34

Parameter kualitas air

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia perairan selama penelitian yang dilakukan di muara Sungai Babon Semarang, didapatkan data kisaran rata-rata kualitas air seperti tersaji dalam tabel 7 dan 8 sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air di Muara Sungai Babon Pagi Hari

Parameter	Stasiun			Kisaran Optimum	Pustaka
	I	II	III		
Suhu Air (°C)	27	27 - 28	27 - 28	26 - 34	Kep-51/Men KLH/ 2004
Salinitas (ppt)	27-28	26-28	29 - 30	0,5 - 35	Barnes (1976)
Kec. Arus (m/s)	0,02-0,04	0,05-0,06	0,06 - 0,09	-	-
pH	8	8	8	7 - 8,5	Effendi (2003)
Kedalaman (cm)	82-98	78 - 85	62 - 78	-	-
Kecerahan (cm)	21-31	24 - 28	35 - 43	-	-
DO (mg/L)	2,61	2,97	3,14	>5	Kep-51/Men KLH/2004
Phospat / PO ₄ (mg/L)	0,250	0,237	0,212	0,27 - 5,51	Wardiyatmo, 1990
Nitrat / NO ₃ (mg/L)	0,346	0,211	0,004	0,9 - 3,5	Wardoyo, 1982
Bahan Organik (mg/L)	90	118	802	-	-

Tabel 8. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air di Muara Sungai Babon Siang Hari

Parameter	Stasiun			Kisaran Optimum	Pustaka
	I	II	III		
Suhu Air (°C)	29 - 30	30- 31	30 – 31	26 - 34	Kep-51/Men KLH/2004
Salinitas (ppt)	27-28	28-30	30 – 33	0,5 - 35	Barnes (1976)
Kec. Arus (m/s)	0,03 - 0,05	0,07 - 0,1	0,06 - 0,09	-	-
pH	8	8	8	7 - 8,5	Effendi (2003)
Kedalaman (cm)	110 - 128	90 – 105	70 - 95	-	-
Kecerahan (cm)	25-32	28 – 37	30 – 38	-	-
DO (mg/L)	2,97	3,18	3,34	>5	Kep-51/Men KLH/2004
Phospat / PO ₄ (mg/L)	0,250	0,237	0,212	0,27 - 5,51	Wardiyatmo, 1990
Nitrat / NO ₃ (mg/L)	0,319	0,259	0,167	0,9 - 3,5	Wardoyo, 1982
Bahan Organik (mg/L)	108	174	812	-	-

Pembahasan

Komunitas plankton

Dari hasil penelitian yang diambil dari sampling ketiga stasiun pada sampling pagi dan siang hari diketahui bahwa komposisi komunitas plankton (fitoplankton dan zooplankton) di muara Sungai Babon Semarang ditemukan 25 genera fitoplankton, terdiri dari kelas Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Pyrophyta, Xanthophyceae, Chlorophyceae dan Dinophyceae. Sedangkan untuk zooplankton ada 9 genera terdiri dari kelas Euglenophyceae, Entomostraca, Ciliata, Rotatoria dan Crustacea.

Genera plankton yang ditemukan pada pagi hari namun tidak ditemukan pada siang hari yaitu *Hemiaulus* sp, *Cypris* sp, dan *Chonochilus* sp. Sedangkan genera plankton yang ditemukan pada siang hari namun tidak ditemukan pada pagi hari yaitu *Botryococcus* sp, *Protopteridinium* sp, *Scenedesmus* sp, *Volvox* sp, *Merismopedia* sp dan *Peridinium* sp. Ada beberapa genera plankton yang hanya ditemukan pada pagi hari namun tidak ditemukan pada siang hari, begitu pula sebaliknya. Kelimpahan fitoplankton rata-rata (ind/L) pada pagi hari lebih rendah dari siang hari, sedangkan zooplankton pada kelimpahan rata-ratanya lebih tinggi.

Hasil dari fitoplankton yaitu kelas Bacillariophyceae yang mendominasi, karena menurut Nybakken (1992), jenis ini mampu tumbuh dengan cepat meskipun pada kondisi nutrisi dan cahaya yang rendah. Hal ini juga dikarenakan kelas ini mampu meregenerasi dan reproduksi yang lebih besar dan juga memiliki kemampuan beradaptasi dengan baik. Contoh jenis fitoplankton dari kelas Bacillariophyceae antara lain *Nitzschia* sp, *Rhizosolenia* sp, *Skeletonema* sp, *Chaetoceros* sp, *Asterionella* sp dan lain-lain.

Jenis zooplankton yang ditemukan terdapat 9 genera yang terdiri dari kelas Euglenophyceae, Entomostraca, Ciliata, Crustacea dan Rotatoria. Genera zooplankton yang ditemukan pada pagi hari namun tidak ditemukan pada siang hari antara lain *Chonochilus* sp dan *Cypris* sp. Kelimpahan zooplankton pada pagi hari lebih tinggi dibanding pada siang hari. Jenis zooplankton yang mendominasi adalah dari kelas Crustacea yang terdiri dari jenis Copepoda.

Kelimpahan plankton (fitoplankton dan zooplankton) suatu perairan erat kaitannya dengan kondisi lingkungan pada perairan tersebut. Pada tabel 1,2,3 dan 4 terlihat jelas bahwa kelimpahan individu terbesar terdapat pada stasiun III, sedangkan kelimpahan individu pada stasiun I dan II lebih rendah dibanding dengan stasiun III. Pada stasiun III parameter lingkungan cukup optimum untuk pertumbuhan plankton dibanding dengan stasiun lain yang meliputi suhu, salinitas, pH, kadar oksigen terlarut, kecepatan arus maupun parameter fisika kimia lainnya (tabel 8 dan 9). Stasiun III merupakan ujung muara dari Sungai Babon yang berbatasan langsung dengan laut.

Hasil penelitian di muara Sungai Babon Semarang didapatkan kelimpahan fitoplankton rata-rata sebesar 10.765 ind/L pada pagi hari dan 14.613 ind/L pada siang hari, yang berarti bahwa kelimpahan perairan dalam kondisi tinggi (eutotrof). Hal ini sesuai dengan pernyataan Basmi (1987) dalam Iskandar (1995) yang menyatakan bahwa perairan dengan kelimpahan >12.000 ind/L masuk dalam kelimpahan tinggi. Organisme zooplankton yang ditemukan lebih sedikit dibandingkan organisme fitoplankton, Basmi (1999) menerangkan teori Hardy dan Gunther (1965) yang menyatakan bahwa massa zooplankton terpisah dari fitoplankton akibat terhalangnya migrasi vertikal zooplankton karena terhalang massa fitoplankton di permukaan serta pengaruh fisika-kimia perairan. Sedangkan menurut Nybakken (1992), siklus pembelahan sel pada fitoplankton relatif lebih singkat daripada zooplankton sehingga untuk mencapai jumlah yang banyak bagi zooplankton diperlukan waktu yang lama. Kelimpahan rata-rata zooplankton yang didapatkan selama penelitian di muara sungai Babon Semarang pada pagi hari 241 ind/m³ dan siang hari 218 ind/m³.

Dua jenis fitoplankton yang paling banyak ditemukan di muara Sungai Babon adalah *Nitzschia* sp dan *Chaetoceros* sp seperti tampak pada tabel 1 dan 2. Kedua jenis fitoplankton mendominasi karena termasuk dalam diatom. Menurut Nybakken (1992) bahwa fitoplankton yang mendominasi di daerah muara adalah diatom. Kemudian Basmi dalam Zahidin (2008) menyatakan bahwa keberadaan diatom di perairan dipengaruhi oleh siklus musim sepanjang tahun.

Lebar sungai Babon sekitar 20 meter dengan kecepatan arus kisaran 0,02-0,1 m/s membuat pemasukan air tawar dari sungai sangat minim karena ada pengaruh dari laut. Muara sungai Babon dipengaruhi oleh air laut, hal ini terlihat dari

salinitas perairan yang mencapai 32 ppt. Hal ini menjadikan plankton (fitoplankton dan zooplankton) yang terdapat pada lokasi penelitian lebih banyak plankton yang berasal dari laut seperti *Nitzschia* sp, *Chaetoceros* sp, *Thalassiosira* sp dan sebagainya. Genera yang memiliki kelimpahan cukup tinggi seperti *Nitzschia* sp, *Chaetoceros* sp, *Anabaenopsis* sp, *Microcytus* sp diduga jenis plankton tersebut merupakan yang paling tahan terhadap perubahan kondisi lingkungan yang tajam oleh perubahan pasang surut. Perubahan kondisi lingkungan tersebut dapat menyebabkan penurunan kualitas air, diantaranya perubahan faktor fisika, biologi maupun kimia perairan. Menurut Andi (2002) menyebutkan bahwa plankton mempunyai kepekaan dan toleransi yang berbeda-beda terhadap bahan pencemar, sehingga dapat dijadikan indikator perubahan kualitas perairan. Sehingga organisme plankton yang toleran terhadap bahan pencemar tersebut dapat bertahan pada kondisi tekanan lingkungan yang tinggi.

Keberadaan plankton (fitoplankton dan zooplankton) yang didapat selama penelitian pada sampling pagi maupun siang hari memiliki kelimpahan yang berbeda-beda pada masing-masing genus untuk setiap stasiun dan ulangnya. Hal ini diduga karena pengaruh karakteristik sifat fisika kimia perairan yang berbeda pada masing-masing stasiun dan dikarenakan sampling dilakukan 3 kali ulangan dalam kurun waktu yang berbeda yaitu selama 2 minggu sekali dengan maksud untuk mendapatkan gambaran kondisi perairan muara Sungai Babon secara umum.

Hasil analisis indeks keanekaragaman (H') di muara Sungai Babon Semarang dari sampling ketiga stasiun rata-rata untuk fitoplankton berkisar 2,462 pada pagi hari dan 2,798 pada siang hari. Sedangkan nilai H' untuk zooplankton sebesar 1,810 pada pagi hari dan 1,476 pada siang hari. Indeks keanekaragaman adalah suatu pernyataan atau penggambaran secara matematik yang melukiskan struktur komunitas dan dapat mempermudah dalam menganalisa informasi tentang jumlah dan macam organisme. Kriteria dalam indeks keanekaragaman adalah $H' < 1$ = komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat, $1 < H' < 3$ = stabilitas komunitas sedang atau kualitas air tercemar sedang, $H' > 3$ = stabilitas komunitas biota dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas bersih. Terlihat bahwa komunitas plankton di muara Sungai Babon berada dalam kondisi sedang atau kualitas air dalam kategori tercemar sedang sampai berat karena memiliki nilai $H' < 1$ dan $1 < H' < 3$.

Sedangkan indeks keseragaman (e) rata-rata berkisar 0,822 – 0,964 atau mendekati nilai satu (1) berarti keseragaman plankton antar spesies relatif merata atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama. Hal ini disebabkan karena tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya, yang ditunjukkan oleh indeks dominansi yang mendekati 0 atau struktur komunitas dalam keadaan stabil. Indeks keseragaman merupakan suatu yang satuan besarnya antara nol dan satu. Semakin kecil keseragaman dalam suatu komunitas artinya bahwa penyebaran individu setiap spesies atau genera tidak merata dan ada kecenderungan suatu komunitas akan didominasi oleh spesies atau genera tertentu (Odum, 1998).

Selanjutnya berdasarkan analisis terhadap saprobik indeks (SI) dan tropik saprobik indeks (TSI) cenderung menunjukkan perairan berada pada kategori tercemar sedang sampai berat, dimana perairan berada pada tingkat α -mesosaprobik (nilai < -2 s/d 0,5). Nilai SI pada pagi hari sebesar 0,073 dan siang hari sebesar 0,34. Sedangkan nilai TSI pada pagi hari sebesar -0,98 dan pada siang hari sebesar -0,735. Hasil tersebut berdasarkan kriteria tingkat saprobitas perairan yang tersaji pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Tingkat Saprobitas Perairan Selama Penelitian

Nilai SI dan TSI	Tingkat Saprobitas	Indikasi
< -3 s/d -2	Polisaprobik	Pencemaran berat
< -2 s/d $0,5$	α - Mesosaprobik	Pencemaran sedang sampai berat
$0,5$ s/d $1,5$	β - Mesosaprobik	Pencemaran ringan sampai sedang
$1,5$ s/d $2,0$	Oligosaprobik	Pencemaran ringan atau belum tercemar

Parameter fisika – kimia perairan

Parameter fisika dan kimia perairan yang diperoleh selama penelitian dari hasil sampling ketiga stasiun apabila dilihat dari kisaran optimal bagi kehidupan organisme perairan masih berada pada kisaran yang normal seperti yang tertera pada tabel 8 dan 9. Hal ini berpengaruh terhadap kelimpahan, keanekaragaman dan keseragaman organisme plankton (fitoplankton dan zooplankton) pada daerah tersebut.

Kedalaman pada lokasi penelitian berkisar antara 62-128 cm, kecerahan perairan antara 21-43 cm dan kecepatan arus 0,02-0,1 m/s. Kedalaman dan kecerahan perairan akan mempengaruhi penetrasi sinar matahari ke dalam perairan. Zat-zat yang terlarut dalam perairan mempengaruhi kecerahan yang berhubungan dengan penetrasi sinar matahari. Makin tinggi kecerahan, intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan akan semakin besar (Nybakken, 2002). Sedangkan menurut Effendi (2003), sungai dicirikan oleh arus yang searah dan relatif kencang dengan kecepatan berkisar antara 0,1-1,0 m/s. Melihat kondisi tersebut maka dapat dikatakan jika sungai tersebut dalam keadaan terpolusi dan perubahan kondisi perairan akan berjalan dengan lambat.

Distribusi dan kelimpahan plankton yang diperoleh selama tiga kali pengambilan sampel relatif stabil. Arus merupakan faktor utama yang membatasi penyebaran organisme dalam suatu perairan, plankton adalah organisme yang pergerakannya mengikuti arus sehingga perubahan arus terjadi terus menerus berpengaruh terhadap kelimpahan, keanekaragaman dan keseragaman plankton. Adanya arus pada suatu ekosistem akuatik membawa plankton (khususnya fitoplankton) yang menumpuk pada suatu tempat tertentu yang dapat menyebabkan terjadinya *blooming* pada lokasi tertentu jika tempat tersebut kaya akan nutrisi yang menunjang pertumbuhan fitoplankton dengan faktor abiotik yang mendukung bagi perkembangan kehidupan plankton (Basmi, 1992).

Suhu mempunyai peranan penting dalam metabolisme bagi organisme perairan. Suhu muara perairan Sungai Babon berada pada kisaran 27-31°C, dapat dikatakan bahwa suhu pada lokasi penelitian masih layak untuk kehidupan organisme perairan. Suhu air rata-rata berkisar antara 24-32 °C sehingga pada kisaran tersebut plankton dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik (Hutabarat dan Evans, 1986).

Kadar oksigen terlarut (DO) di muara Sungai Babon selama penelitian berkisar 2,61-3,34 mg/L. Dilihat dari kriteria pencemaran menurut kandungan oksigen terlarut, kondisi perairan muara Sungai Babon termasuk dalam kriteria kurang layak untuk kegiatan perikanan karena kandungan DO pada ketiga stasiun kurang dari 5 mg/L. Kandungan DO lebih dari 5 mg/L menandakan tingkat pencemaran pada perairan tersebut rendah, sedangkan jika kandungan DO sebesar 0-5 maka perairan tersebut memiliki tingkat pencemaran sedang. Tingkat pencemaran tinggi jika suatu perairan mempunyai kadar oksigen terlarut sebesar 0 mg/L (Wirosarjono dalam Salmin, 2005). Nilai DO yang rendah menunjukkan adanya tingkat pencemaran perairan. Hal ini dapat berpengaruh pada konsumsi oksigen dan terganggunya proses respirasi organisme plankton. Wardoyo (1982) menjelaskan bahwa kehidupan ikan dan kebanyakan organisme perairan lainnya masih dapat hidup dengan layak jika kandungan oksigen terlarut perairan lebih besar dari 3 mg/L.

Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh pada adaptasi organisme perairan, pH dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis, suhu dan terdapatnya ion. Nilai pH pada lokasi penelitian berkisar 8. Menurut Barus (2001), kisaran pH yang ideal untuk kehidupan organisme perairan adalah antara 7,5-8. Berarti pH pada lokasi penelitian masih dalam kisaran yang baik untuk kehidupan organisme perairan. Kondisi perairan yang bersifat asam maupun basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Disamping itu pH yang sangat rendah akan menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat yang bersifat toksik semakin tinggi, sementara pH yang tinggi akan meningkatkan konsentrasi amoniak.

Nitrat dan fosfat merupakan senyawa yang penting bagi metabolisme sel. Hasil pengamatan di lapangan pada pagi dan siang hari didapatkan hasil nilai kandungan fosfat berkisar 0,167-0,319 0,212-0,250 mg/L dan kandungan nitrat berkisar 0,167-0,319 mg/L. Nilai ini cukup optimal bagi pertumbuhan fitoplankton. Menurut Wardoyo (1982), bila kandungan fosfat cukup besar melebihi ambang batas maka akan terjadi eutrofikasi (pengkayaan unsur hara). Kandungan fosfat yang optimum bagi pertumbuhan fitoplankton berkisar 0,27-5,51 mg/L, sedangkan untuk kandungan nitrat sebesar 0,9-3,5 mg/L.

Hasil pengukuran bahan organik di perairan muara Sungai Babon berkisar 802 – 812 mg/L. Nilai tersebut termasuk dalam nilai kandungan bahan organik air yang sangat tinggi dalam suatu perairan. Bahan organik merupakan salah satu komponen penyusun substrat dasar perairan yang merupakan penimbunan sisa-sisa tumbuhan dan hewan (Wahyu, 2002).

4. Kesimpulan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Komunitas plankton (zooplankton dan fitoplankton) yang terdapat di muara Sungai Babon Semarang ada 34 genera jenis plankton, terdiri dari 25 jenis fitoplankton dari kelas Cyanophyceae, Bacillariophyceae, Pyrophyta, Xanthophyceae dan Dinophyceae. Sedangkan 9 jenis zooplankton dari kelas Euglenophyceae, Entomostraca, Ciliata, Crustacea dan Rotatoria.

Berdasarkan nilai kelimpahan plankton maka didapatkan nilai Saprobik Indeks (SI) berkisar 0,07 – 0,34 dan nilai Tropik Saprobik Indeks (TSI) berkisar (-0,73) – (-0,98) kualitas muara Sungai Babon Semarang selama penelitian dikategorikan dalam tingkat saprobitas α -Mesosaprobik atau dalam kondisi tercemar sedang hingga berat

Daftar Pustaka

- Anggoro, S. 1988. Analisa Tropic-Saprobik (Trosap) Untuk Menilai Kelayakan Lokasi Budidaya Laut dalam: Workshop Budidaya Laut Perguruan Tinggi Se-Jawa Tengah. Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai. Prof.Dr. Gatot Joenoes. Universitas Diponegoro. Semarang. Hal 66-90.
- APHA. 1992. Standard Methods For The Examination of Water dan Waste Water. 18th Edition. APHA, AWWA, WEF. Washington DC. 1193 h.
- Ardi. 2002. Pemanfaatan Makrozoobenthos Sebagai Indikator Kualitas Perairan Pesisir. [Tesis]. PS IPB. Bogor.
- Badan Lingkungan Hidup Propinsi Jawa Tengah dan Program Pengelolaan Lingkungan Hidup Indonesia-Jerman (ProLH-GTZ). 2005. Rencana Pengelolaan Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Babon Semarang.
- Barnes, R.S.K. dan R.N. Hughes. 1988. An introduction to marine ecology. Second Edition p.43-107. Blackwell Scientific Publication. London.
- Barus, T.A. 2001. Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau. Fakultas MIPA USU. Medan.
- Basmi, J. 1992. Planktonologi: Plankton Sebagai Sumber Indikator Kualitas Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- _____. 1999. Ekologi Plankton. Fakultas Perikanan IPB. Bogor
- Dahuri, R. 1995. Metode dan Pengukuran Kualitas Air Aspek Biologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Hadi, S. 1998. Metodologi Research Jilid IV. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.

- Hermawan, W. 1997. Pengantar Metodologi Penelitian Buku Panduan Mahasiswa. PT.Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hutabarat, S. dan M. Evans.1986. Kunci Identifikasi Zooplankton. UI Press. Jakarta.
- Iskandar, K.Y.H. 1995. Struktur Komunitas Plankton Sebagai Salah Satu Indikator Kualitas Sumber Air dan Perairan yang Menerima Limbah Air Irigasi Proyek Pandu Tambak Inti Rakyat, Karawang. IPB. Bogor.
- Nybakken, J.M. 1992. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis (diterjemahkan oleh H.M. Eidmar, Koesoebiono, D.G. Bengen, M. Hutomo dan D. Sukardjo). Gramedia. Jakarta.
- Odum, E.P. 1998. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- Sachlan, M. 1982. Planktonologi. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. Bidang Dinamika Laut Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- Suparjo, M.N. 2009. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. [Jurnal]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Wahyu, W. 2002. Kajian Pencemaran Bahan Organik di Kawasan Pesisir Semarang. [Tesis]. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang
- Wardhana, W. 2003. Teknik Sampling Pengawetan dan Analisis Plankton. [Jurnal]. Disampaikan dalam Pelatihan Teknik Sampling dan Identifikasi Plankton. Balai Pengembangan dan Pengujian Mutu Perikanan. Jakarta.
- Wardoyo, S.T.H. 1982. Pengelolaan Kualitas Air Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya Lingkungan. IPB. Bogor.
- Yusuf, M. 2006. Kajian Dampak Pencemara Terhadap Struktur Komunitas Makrozoobenthos dan Stabilitas Ekosistem di Muara Sungai Babon Semarang. [Jurnal]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.Universitas Diponegoro. Semarang.
- Zahidin, M. 2008. Kajian Kualitas Air di Muara Sungai dan Pelabuhan Pekalongan Ditinjau dari Indeks Keanekaragaman Makrobenthos dan Indeks Saprobitas Plankton. [Tesis]. Program Pasca Sarjana. Universitas Diponegoro. Semarang