

**Indeks Keanekaragaman dan Saprobik Plankton dalam menilai Kualitas Air Sungai
Lematang, di Desa Tanjung Muning, Kecamatan Gunung Megang
Kabupaten Muara Enim**

**Effendi Parlindungan Sagala
Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya
Kampus Unsri Indralaya, OKI 30662 Sumatera Selatan**

ABSTRACT

The subject of study was the plankton community in Lematang River around of Tanjung Muning Village, Subregion Gunung Megang, Region Muara Enim. Diversity and saprobic indices of plankton community had been analysis in accord with research results about composition dan abundance of plankton species base on water samples from Lematang River waters, July, 2011. The observation results through microscope can found 47 species plankton consists 28 species phytoplankton and 19 species zooplankton. All of plankton consists of 7 category taxonomy (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Diatomae/Bacillariophyceae, Flagellata, Rhizopoda, Ostracoda and Nematoda). The abundance of plankton in rivers waters was 57 individuals/liter (left of river), 90 individuals/liter (center of river) and 47 individuals/liter (right of river).

The results of research point out the diversity index of plankton community for three research sampling locations were lowest 2,72 (right of river) and 2,75 (left of river) upto 3,38 (center of river). The range of plankton diversity index for three locations were 2,72 – 3,38 that means the condition of plankton community include into more stable ($> 2,50 - < 3,00$) upto very stable ($> 3,00$) so able said that the levels of pollution on waters was low in rank or not yet polluted. The saprobic index of plankton community for three research location had range of + 0,94 lowest (right of river) upto + 2,19 (center of river) highest. Assessment of saprobic index + 0,94 upto 2,19 for four research location proved that the levels of pollutions was slight (right of river and left of river) upto very slight (center of river) with loads view organic or anorganic matters into phase of mesosaprobic/oligosaprobic and oligosaprobic.

Keywords: Diversity Index, Saprobic Index, Plankton Community, Pollution, Abundance.

ABSTRAK

Pada penelitian ini subyek yang akan dianalisis adalah komunitas plankton Sungai Lematang di wilayah desa Tanjung Muning, Kecamatan Gunung Megang, Kabupaten Muara Enim. Sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan telah dianalisis terhadap indeks keanekaragaman dan saprobik komunitas plankton berdasarkan contoh air yang diambil dari Sungai Lematang pada bulan Juli 2011 yang lalu. Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis dapat diidentifikasi sebanyak 47 spesies plankton yang terdiri dari 28 spesies tergolong fitoplankton dan 19 spesies zooplankton. Semua jenis plankton yang teridentifikasi termasuk kedalam 7 kategori taksonomi atau taksa (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Diatomae/ Bacillariophyceae, Flagellata, Rhizopoda, Ostracoda dan Nematoda). Kelimpahan plankton pada perairan sungai adalah 47 individu/liter (kiri sungai), 90 individu/liter (tengah sungai) dan 47 individu/liter (kanan sungai).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman komunitas plankton pada tiga lokasi yang ambil contoh airnya, paling rendah sebesar 2,72 (kanan sungai) dan 2,75 (kiri sungai) hingga sebesar 3,38 (tengah sungai). Rentang indeks keanekaragaman untuk tiga lokasi tersenut adalah 2,72 – 3,38 yang berarti bahwa kondisi komunitas plankton tergolong lebih mantap ($> 2,50 - < 3,00$) hingga sangat mantap ($> 3,00$) sehingga dapat

dikatakan bahwa tingkat pencemaran dalam badan air di lokasi penelitian adalah rendah atau belum tercemar. Indeks saprobik plankton untuk ketiga lokasi berkisar dari + 0,94 paling rendah (kanan sungai) hingga + 2,19 (tengah sungai) paling tinggi. Rentang indeks saprobik dari + 0,94 hingga + 2,19 tersebut membuktikan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi untuk tiga lokasi yang diteliti adalah tergolong rendah (kanan dan kiri sungai) hingga sangat rendah (tengah sungai) dengan beban pencemaran sedikit bahan organik maupun anorganik yang berlangsung dalam fase mesosaprobik/oligosaprobik hingga oligosaprobik.

Kata kunci: Indeks Keanekaragaman, Indeks Saprobik, Komunitas Plankton, Pencemaran, Kelimpahan.

PENDAHULUAN

Sungai Lematang adalah tergolong sungai yang cukup panjang yakni lebih dari 250 km panjangnya dan bermuara ke Sungai Musi yang akhirnya mengalir sampai ke laut pantai timur Pulau Sumatera tepatnya di Delta Sungsang. Demikian pentingnya Sungai Lematang tersebut, baik secara ekologis maupun sosial. Secara ekologis, sungai ini memberikan sumbangan yang demikian besar untuk habitat berbagai kehidupan biota akuatik baik ukuran mikrobiota maupun makrobiota. Secara sosial Sungai Lematang memberikan banyak manfaat kepada berbagai pihak masyarakat mulai dari paling hulu hingga sampai paling hilir sungai. Di Kabupaten Lahat, daerah sempadan sungai bahkan kedalam badan air sungai, banyak masyarakat perorangan maupun dalam bentuk perusahaan mengambil pasir dan batu koral untuk bahan bangunan gedung dan jalan raya baik secara khusus di Kota Palembang maupun di wilayah Sumatera Selatan. Setiap hari ratusan mobil truk bahkan damtruk mengangkut mengangkut material dari Sungai Lematang tersebut ke berbagai wilayah di Sumatera Selatan termasuk ke Palembang. Pada kehidupan mikrobiota, termasuk organisme plankton adalah sangat penting untuk menopang kehidupan makrobiota terutama nekton. Organisme nekton, khususnya ikan-ikan yang hidup dan berkembang biak dalam perairan Sungai Lematang memberikan sumbangan yang demikian besar pada kehidupan sebagian masyarakat yang mencari ikan sebagai nelayan di Sungai Lematang mulai dari lokasi paling hulu sungai di daerah Pagaralam, Kabupaten Lahat melalui tepi kota Lahat hingga ke Kabupaten Muara Enim melalui Kota Muara Enim dan sampai ke paling hilirnya bermuara di Sungai Musi mendekati wilayah Kota Palembang.

Kondisi Sungai Lematang secara umumnya ketika mengalir dari hulu sekitar daerah Pagaralam bila tidak ada hujan, maka airnya cukup bening dan banyak nelayan yang mencari ikan. Namun pada kondisi hujan apalagi hujan yang cukup lama pada musimnya, badan air menjadi keruh dan bertambah dalam sekitar 2 meter hingga 6 meter bahkan lebih. Ketika musim kemarau yang panjang debit air sungai menjadi semakin kecil dengan kedalam sungai

bagian terdalam sekitar 2 – 3 meter dan bagian tepi rata-rata sekitar 0,5 meter. Pada kedalaman yang rendah pada musim kemarau semakin kehilir kualitas air diduga akan semakin jelek. Keadaan Sungai Lematang pada masa yang akan datang akan mendapat beban yang semakin bertambah berat karena beban Sungai Lematang akan semakin berat karena aktivitas lain yang telah menunggu waktu operasionalnya pada beberapa tahun ke depan. Aktivitas lainnya yang dimaksud adalah banyak tambang batubara yang sekarang ini sedang menunggu selesainya pembuatan jalan tambang agar mereka beroperasi menambang. Lokasi tambang yang baru tersebut mulai dari Kabupaten Lahat hingga ke Kabupaten Muara Enim yang jumlahnya puluhan perusahaan tambang di masing-masing kabupaten. Kebutuhan untuk operasional tambang bagi perusahaan-perusahaan tambang itu sebagian besar langsung dari Sungai Lematang, sebagian lagi dari sungai – sungai kecil yang alirannya juga masuk ke Sungai Lematang. Oleh sebab itu, limbah dari kegiatan tambang baik dari operasional tambang maupun dari kegiatan domestik akan menambah beban Sungai Lematang.

Berdasarkan perkembangan beban Sungai Lematang pada masa akan datang, maka perlu adanya penelitian sedini mungkin sebagai data dasar untuk mengontrol kondisi perairan badan air sungai, terutama kondisi biota akuatiknya. Kondisi biotik yang terpenting dalam studi ini adalah kondisi keanekaragaman, kelimpahan dan bagaimana nilainya untuk menilai kualitas air Sungai Lematang pada saat ini sehingga akan menjadi tolok ukur bagi apabila terjadinya kerusakan badan air atau pencemaran air sungai. Tujuan penelitian ini untuk masukan pada pihak-pihak yang bertanggung jawab agar keberlangsungan ekosistem Sungai Lematang terpelihara atau lestari.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan contoh plankton dilakukan pada bulan Juli, 2011. Lokasi atau stasiun pengambilan contoh ditentukan secara purposive pada 3 stasiun pengamatan di Sungai Lematang, Desa Tanjung Muning, Kecamatan Gunung Megang, Kabupaten Muara Enim: 1) kiri sungai menghadap ke hulu; 2) tengah sungai menghadap ke hulu; 3) kanan sungai menghadap ke hulu.

Pengumpulan organisme plankton dilakukan dengan cara menyaring air contoh sebanyak 50 liter ke dalam net plankton nomor 25 yang ditampung dalam botol flakon bervolume 25 ml., selanjutnya diawetkan dengan larutan formalin 4%. Analisis plankton dilakukan di laboratorium Ekologi Jurusan Biologi F. MIPA UNSRI dengan menggunakan buku petunjuk APHA (1980); Mizuno (1979); Edmondson (1959); Needham and Needham

(1963) dan Penak (1978). Kelimpahan plankton diukur secara lintasan berdasarkan metode Sedwick Rafter Counting Cell (APHA, 1980) yaitu:

$$\text{No./ml} = \frac{C \times 1000 \text{ mm}^3}{L \times D \times W \times S}$$

Dimana, C : Jumlah organisme yang dihitung; L : Panjang setiap lintasan (50 mm);

D : Kedalaman Sedwick-Rafter (1mm); W : Lebar lintasan (1 mm); S : Jumlah lintasan yang dihitung (4 lintas).

Untuk mengukur indeks keanekaragaman digunakan indeks: Shannon – Wiener: $H = -\sum P_i \ln P_i$, dimana, $P_i = n_i/N$; n_i = nilai penting setiap spesies; N = total nilai penting

Tabel 1. Klasifikasi derajat pencemaran

Derajat Pencemaran	Indeks diversitas (Keanekaragaman)	DO (mg/l)
Belum tercemar	> 2,0	> 6,5
Tercemar ringan	1,6 – 2,0	4,5 – 6,5
Tercemar sedang	1,0 – 1,5	2,0 – 4,4
Tercemar berat	< 1,0	< 2,0

Lee at al. (1978)

Tabel 2. Indeks saprobik dengan penafsiran kualitas air secara biologis

Beban Pencemaran	Derajat Pencemaran	Fase Saprofik	Indeks Saprofik
Banyak Senyawa Organik	Sangat Tinggi	Polisaprofik Poli/ α – Mesosaprofik	-3 s/d -2 -2 s/d -1,5
Senyawa Organik dan Anorganik	Agak Tinggi	α – Meso/polisaprofik α –Mesosaprofik	-1,5 s/d -1 -1 s/d -0,5
Sedikit senyawa organik dan anorganik	Sedang	α / β –Mesosaprofik β / α –Mesosaprofik	-0,5 s/d 0 0 s/d +0,5
	Ringan/Rendah	β –Mesosaprofik β – Meso/oligosaprofik	+0,5 s/d +1 +1 s/d +1,5
	Sangat ringan	Oligo/ β – Mesosaprofik Oligosaprofik	+1,5 s/d +2 +2 s/d +3

Sumber: Dresscher & Mark (1974).

Keterangan:

Fase Saprobik adalah fase perombakan (dekomposisi) bahan-bahan organik

Polisaprobik adalah fase yang dilakukan oleh banyak jenis jasad renik

α Mesosaprobik adalah fase saprobik yang berlangsung pada tahap awal (bakteri)

β Mesosaprobik adalah fase saprobik yang berlangsung pada tahap lanjut oleh kelompok *ciliata*

Oligosaprobik adalah fase yang dilakukan oleh beberapa jasad renik.

Indeks Saprobik plankton (X) (Dresscher & Mark):

$$X = (C + 3D - B - 3A) / (A + B + C +$$

Dimana: A : Grup *Ciliata* menunjukkan polisaprobitas; B : Grup *Euglenophyta*, menunjukkan α mesosaprobitas; C : Grup *Chlorococcales + Diatomae*, menunjukkan β mesosaprobitas; D : Grup *Peridinae/ Chrysophyceae/ Conjugatae*, menunjukkan oligosaprobitas.

Untuk data pendukung dilakukan pula pengukuran kualitas air yang terdiri dari pH, oksigen terlarut (DO), kedalaman, kecerahan, temperatur, kandungan lumpur, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, kandungan fosfat (PO₄) dan kandungan NH₄.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis yang telah dilakukan, komposisi plankton di perairan Sungai Lematang 47 spesies plankton yang termasuk dalam 7 kategori takson (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Diatomae/ Bacillariophyceae, Flagellata, Rhizopoda, Ostracoda dan Nematoda). Hasil analisis plankton secara lengkap disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi Spesies Plankton di Perairan Sungai Lematang, Desa Tanjung Muning, Kecamatan Gunung Megang, Kabupaten Muara Enim, Juli 2011.

No.	Nama Kelompok dan Spesies:	Jumlah individu/liter		
		P1	P2	P3
I.	PHYTOPLANKTON			
A.	Cyanophyceae:			
	1. <i>Aphanizomenon flosaquae</i>	-	7	-
	2. <i>Coelosphaerium naegelianum</i>	-	5	-
	3. <i>Gloeotrichia echinulata</i>	1	3	5
	4. <i>Lyngbya bergii</i>	1	3	-
	5. <i>Lyngbya limnotica</i>	-	3	-

	6. <i>Merismopedia convoluta</i>	-	5	-
	7. <i>Nodularia spumigena</i>	-	2	1
	8. <i>Oscillatoria amphibia</i>	1	3	-
	9. <i>Oscillatoria splendida</i>	1	8	1
	10. <i>Scytonema ocellatum</i>	-	6	-
	11. <i>Spirulina major</i>	-	-	-
B.	Chlorophyceae:			
	1. <i>Ankistrodesmus falcatus</i>	1	-	-
	2. <i>Chlorella ellipsoidea</i>	1	6	-
	3. <i>Chlorella vulgaris</i>	-	4	-
	4. <i>Oedogonium lageniforme</i>	3	-	-
	5. <i>Oedogonium varians</i>	-	5	-
	6. <i>Quadrigula chodatii</i>	3	2	2
	7. <i>Quadrigula recustris</i>	4	1	1
C.	Diatomae:			
	1. <i>Diatoma elongatum</i>	1	1	2
	2. <i>Diatoma vulgare</i>	2	2	3
	3. <i>Eunotia arcus</i>	4	1	2
	4. <i>Eunotia gracilis</i>	1	1	3
	5. <i>Eunotia lunaris</i>	1	1	-
	6. <i>Navicula cryptocephala</i>	1	-	-
	7. <i>Navicula hasta</i>	-	1	-
	8. <i>Navicula minima</i>	1	-	-
	9. <i>Nitzschia linearis</i>	2	3	4
	10. <i>Pinnularia gibba</i>	-	-	1
II.	ZOOPLANKTON			
A.	Flagellata:			
	1. <i>Anisonema ovale</i>	2	-	1
	2. <i>Carteria globosa</i>	2	1	2
	3. <i>Carteria crucifera</i>	1	1	1
	4. <i>Chlamydomonas cingulata</i>	2	-	-
	5. <i>Monas vivipara</i>	1	-	1
	6. <i>Oicomonas socialis</i>	-	1	1
	7. <i>Trachelomonas cervicula</i>	-	-	1
	8. <i>Trachelomonas oblonga</i>	1	2	1
	9. <i>Trachelomonas volvocina</i>	1	1	2
	10. <i>Trachelomonas volxii</i>	-	-	1
B.	Rhizopoda:			
	1. <i>Amoeba proteus</i>	-	1	-
	2. <i>Astramoeba radiosa</i>	4	2	7
	3. <i>Centropyxis aculeata</i>	-	1	1
	4. <i>Diffflugia urceolata</i>	1	-	-
	5. <i>Nebela dentistoma</i>	1	1	2
	6. <i>Nebela militaris</i>	1	3	-
	7. <i>Thecamoeba verrucosa</i>	-	2	1
C.	Ostracoda:			
	1. <i>Cypridopsis sp.</i>	1	-	-
D.	Nematoda:			
	1. <i>Anaplectus granulatus</i>	-	1	-

1. Populasi plankton per liter:	57	90	47
2. Populasi phytoplankton per liter:	29	73	25
3. Populasi zooplankton per liter:	18	17	22
4. Keanekaan spesies plankton:	29	33	24
5. Keanekaan spesies fitoplankton:	17	22	11
6. Keanekaan spesies zooplankton:	12	12	13
7. Indeks Kemerataan: E	1,88	2,24	1,97
8. Indeks Keanekaragaman Plankton: H	2,75	3,38	2,72
9. Indeks Saprobik: X	1,31	2,19	0,94

Keterangan:

P1 = Titik 1. (Tepi Kiri) Sungai Lematang: (S: 03⁰ 25'' 01,4'; E: 103⁰ 55'' 18,3')

P2 = Titik 2. (Tengah) Sungai Lematang: (S: 03⁰ 26'' 00,0'; E: 103⁰ 55'' 14,5')

P3 = Titik 3. (Tepi Kanan) Sungai Lematang: (S: 03⁰ 26'' 01,3'; E: 103⁰ 55'' 12,3')

Dari hasil analisis yang dilakukan (Tabel 3) menunjukkan bahwa kelimpahan plankton berkisar dari 47 individu/liter (Tepi Kanan Sungai Lematang), 57 individu/liter (Tepi Kiri Sungai Lematang) hingga 90 individu/liter (Tengah Sungai Lematang). Rendahnya kelimpahan plankton pada ketiga (< 100 individu/liter) tersebut sangat berkaitan dengan rendahnya kandungan fosfat (PO₄) sebagai parameter tingkat kesuburan air. Dengan demikian rentang indeks keanekaragaman plankton di Sungai Lematang pada lokasi penelitian di Desa Tanjung Muning pada bulan Juli 2011 pada tiga lokasi yang ambil contoh airnya, paling rendah sebesar 2,72 (kanan sungai) dan 2,75 (kiri sungai) hingga sebesar 3,38 (tengah sungai). Rentang indeks keanekaragaman untuk tiga lokasi tersenut adalah 2,72 – 3,38 yang berarti bahwa kondisi komunitas plankton tergolong lebih mantap (> 2,50 – < 3,00) hingga sangat mantap (> 3,00) sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat pencemaran dalam badan air di lokasi penelitian adalah rendah atau belum tercemar. Indeks saprobik plankton untuk ketiga lokasi berkisar dari + 0,94 paling rendah (kanan sungai) hingga + 2,19 (tengah sungai) paling tinggi. Rentang indeks saprobik dari + 0,94 hingga + 2,19 tersebut membuktikan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi untuk tiga lokasi yang diteliti adalah tergolong rendah (kanan dan kiri sungai) hingga sangat rendah (tengah sungai) dengan beban pencemaran sedikit bahan organik maupun anorganik yang berlangsung dalam fase mesosaprobik/oligosaprobik hingga oligosaprobik.

Tabel 4. Kisaran parameter kualitas perairan Sungai Lematang

No.	Parameter:	Hasil Pengukuran	BML
A.	<u>Fisika:</u>		
1.	Temperatur	32,7	28 – 30
2.	Kedalaman (m)	0,5 – 2	-
3.	Kecerahan (cm)	60	-
4.	TSS (mg/l)	57	Maks. 50
B.	<u>Kimia:</u>		
5.	pH	6,9	6 – 9
6.	COD	5,88	Maks. 10
7.	DO (Dissolved Oxygen) (mg/l)	5,7	6
8.	NH ₄ (mg/l)	1,06	Maks. 0,5
9.	PO ₄ (mg/l)	0,03	Maks. 0,2
10.	Zn (mg/l)	0,06	Maks. 0,05
11.	Fe (mg/l)	1,21	Maks. 0,3
12.	Sulfat (mg/l)	1.625	Maks. 400

Lokasi: Contoh Air dari Desa Tanjung Muning, Juli 2011

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil studi yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dapat ditemukan 47 spesies plankton dalam 7 kategori takson (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Diatomae/ Bacillariophyceae, Flagellata, Rhizopoda, Ostracoda dan Nematoda).
2. Berdasarkan kandungan fosfat (PO₄) sekitar 0,03 mg/l, maka perairan studi Sungai Lematang di Desa Tanjung Muning adalah tergolong perairan yang kurang subur dengan kepadatan plankton rendah hingga sedang (47 – 90) individu/liter air atau 47.000 – 90.000 individu/m³ air).
3. Indeks Keanekaragaman Plankton 2,72 – 3,38 pada perairan studi menunjukkan kondisi komunitas lebih stabil hingga sangat stabil, tergolong perairan belum tercemar.
4. Rentang indeks saprobik berkisar dari + 0,94 hingga + 2,19, membuktikan bahwa tingkat pencemaran yang terjadi untuk tiga lokasi yang diteliti adalah tergolong rendah (kanan dan kiri sungai) hingga sangat rendah (tengah sungai) dengan beban pencemaran sedikit bahan organik maupun anorganik yang berlangsung dalam fase mesosaprobik/ oligosaprobik hingga oligosaprobik.
5. Saran yang diperlukan untuk dilanjutkan pada penelitian berikutnya adalah: Perlu kajian lebih lanjut mengenai penelitian yang sama pada areal lainnya baik kearah hulu maupun ke arah hilir lokasi penelitian yang telah dilakukan ini, dikomparasikan pada kondisi kemarau dan pada waktu musim hujan.

KEPUSTAKAAN

- APHA. 1980. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater, 15 th Edition. APHA Inc., New York. 1134 p.
- Barnes R.S.K. and K.H. Mann. Fundamentals of Aquatic Ecosystems. Blackwell Scientific Publications. Oxford London Edinburgh Boston Melbourne. 229 p.
- Davis, C.C. 1955. The Marine and Fresh-Water Plankton. Michig-an State University. 562 p.
- Dresscher, TGN and H. van der Mark (1976). A Simplified method for the assessment of quality of fresh & Slightly Brakish Water. Hydrobiologia, Vol. 48, 3 pp. 199-201.
- Edmondson, W.T. 1959. Fresh-Water Biology. University of Washington, Seattle. Printed in the University States of America. 1248 p.
- Effendi H.M.I. 2002. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. 163 hal.
- Kerkut, G.A. 1963. The Invertebrata – A Manual For The Use Of Students. Fourth Edition Revised. Cambridge At The University Press. 419 p.
- Lee, C. D., S. B. Wang and C. L. Kuo. 1978. Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicators of Water Quality, With Reference of Community Diversity Index. International Conference on Water Pollution Control in Development Countries. Bangkok. Thailand.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto. Toppan Company, Ltd. Tokyo, Japan. 574 p.
- Marschner. 1986. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. Harcourt Brace Javanovic, Publishers, London.
- Mizuno, T. 1979. Illustrations of The Freshwater Plankton of Japan. Hoikusha Publishing Co., Ltd. 353 p.
- Needham, J.G. and D. R. Needham. 1963. A guide to study of freshwater biology, 15th Edition. Holden Day Inc., Inc. San Fransisco. 108 p.
- Nybakken, J.W. 1992. Biologi Laut. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 442 hal.
- Pennak, R.W. 1978. Freshwater invertebrates of the united states. Jhon Wiley and Sons. New York. 803 p.
- Sachlan, M. 1980. Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan. UNDIP Semarang. 103 hal.
- Sagala. E. P. 2005. Ekologi Sungai. Terjemahan. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
- Welch, P.S. 1962. Limnological Methods. Mc. Graw-Hill Book Company Ltd., New York. 381 p.