

## SEBARAN LONGITUDINAL FITOPLANKTON DI SUNGAI MARO, KABUPATEN MERAUKE, PROVINSI PAPUA

Lismining Pujiyani Astuti dan Yayuk Sugianti

Peneliti pada Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan, Jatiluhur-Purwakarta  
Diterima tanggal: 4 Maret 2009; Diterima setelah perbaikan tanggal: 1 Nopember 2010;  
Disetujui tanggal: 12 Januari 2011

### ABSTRAK

Sungai Maro merupakan salah satu sungai besar di Kabupaten Merauke, berfungsi sebagai habitat ikan hias yang bernilai ekonomis penting yaitu ikan arwana (*Scleropages jardinii*) dan kakap batu (*Datnioide aquadraticus*). Wilayah sekitar sungai merupakan rawa-rawa yang merupakan habitat ikan arwana terutama di wilayah tengah sampai hulu sungai. Fitoplankton merupakan produsen dan pakan alami beberapa jenis ikan di Sungai Maro. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui sebaran longitudinal fitoplankton yang ada di Sungai Maro, Kabupaten Merauke. Penelitian ini dilakukan dengan survei dan pengambilan contoh dilakukan pada bulan Desember 2007 di lima stasiun pengamatan pada lokasi pemijahan ikan arwana di ruas Sungai Maro. Parameter yang dianalisis adalah komposisi jenis dan kelimpahan fitoplankton. Hasil pengamatan di lima stasiun pengamatan, ditemukan lima kelas fitoplankton yang terdiri atas kelas Chlorophyceae (14 genus), Cyanophyceae (satu genus), Bacillariophyceae (tujuh genus), Dinophyceae (dua genus), dan Euglenophyceae (satu genus), dengan kelimpahan fitoplankton berkisar 49.294-66.396 ind./L. Persentase fitoplankton tertinggi dari ruas atas sampai bawah adalah *Staurastrum* dominan dari Stasiun Barkey dan Weloyah, *Synedra* di Stasiun Mouwer dan Toray, *Ulothrix* di Stasiun Kaliwanggo. Sedangkan urutan keberadaan kelas fitoplankton dari ruas atas sampai bawah di Sungai Maro adalah Chlorophyceae di Stasiun Barkey, Weloyah, dan Mouwer, kemudian Bacillariophyceae di Stasiun Toray dan Chlorophyceae di Stasiun Kaliwanggo.

**KATA KUNCI:** sebaran longitudinal, fitoplankton, Sungai Maro, Merauke Papua

**ABSTRACT:** *Longitudinal distribution of phytoplankton at Maro River, Merauke Regency, Papua Province. By: Lismining Pujiyani Astuti and Yayuk Sugianti*

*Maro River is one of big river in Merauke Regency and serve as ornamental fish habitat of arowana (*Scleropages jardinii*) and *Datnioides aquadraticus* that economically has high value. Around of this river are wetland area that is arwana habitat mainly at middle and upper river. Phytoplankton is natural feed producer for several fishes species at Maro River. Aim of this paper was to know longitudinal distribution of phytoplankton at Maro River. The research was conducted by survey method and sampling was conducted in December 2007 at 5 sampling stations on arwana fish spawning sites located at Maro River. The parameters were analyzed include composition and abundance of phytoplankton. Result showed that at five sampling stations were found 5 classes of phytoplankton which consists of the class Chlorophyceae (14 genera), Cyanophyceae (1 genera), Bacillariophyceae (7 genera), Dinophyceae (2 genera), and Euglenophyceae (1 genera) with the abundance of phytoplankton ranges from 49,294-66,396 ind./L. The highest percentage of phytoplankton in each station was found from upper to lower segment was *Staurastrum* found at Barkey and Weloyah *Synedra* at Mouwer and Toray, *Ulothrix* at Kaliwanggo. While the presence of phytoplankton class was found from upper to lower on Maro River was Chlorophyceae at Barkey, Weloyah, and Mouwer, Bacillariophyceae at Toray and Chlorophyceae at Kaliwanggo.*

**KEYWORDS:** *longitudinal distribution, phytoplankton, Maro River, Merauke Papua*

### PENDAHULUAN

Sungai Maro merupakan salah satu sungai besar di Kabupaten Merauke dengan panjang 207 km dan lebar 47-900 m yang dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan dan transportasi. Sungai ini juga berfungsi sebagai habitat ikan hias yang bernilai ekonomis penting yaitu ikan arwana dan kakap batu. Wilayah sekitar sungai merupakan rawa-rawa yang merupakan habitat ikan arwana terutama di wilayah tengah sampai hulu sungai.

Ikan-ikan di sepanjang Sungai Maro berdasarkan atas hasil penelitian 2007 selain ikan arwana dan kakap batu

antara lain ikan tulang (*Nematalosa flyensis*), bulanak (*Mugil* sp.), nila (*Oreochromis niloticus*), gabus (*Channa striata*), saku (*Strongylura krefftii*), duri (*Arius* sp.), kaca (*Parambassis* sp.), sumpit (*Toxotes chatareus*), serta kakap rawa (*Lates calcarifer*). Ikan-ikan yang memanfaatkan plankton sebagai makanannya adalah ikan tulang, nila, dan bulanak (Satria *et al.*, 2008).

Plankton terutama fitoplankton merupakan komponen penting dalam rantai makanan pada ekosistem perairan. Fitoplankton merupakan produsen primer dan pakan alami beberapa jenis ikan di Sungai Maro seperti ikan tulang, nila, dan bulanak (Satria *et al.*, 2008).

Menurut Kim & Joo (2000) perubahan menyeluruh fungsi ekologi sistem sungai berperan penting dalam dinamika plankton. Komunitas plankton sungai berkembang di sungai pada umumnya terjadi pada sungai yang panjang di mana organisme ini mempunyai cukup waktu untuk tumbuh dan berkembang biak (Walks & Cyr, 2004). Fitoplankton di sungai pada umumnya mempunyai pertumbuhan yang cepat dan berukuran lebih kecil dibandingkan fitoplankton danau atau waduk (Wetzel, 2001). Tujuan penulisan ini untuk mengetahui sebaran longitudinal fitoplankton yang ada di Sungai Maro, Kabupaten Merauke.

## BAHAPANMETODE

Pengambilan contoh fitoplankton dilakukan pada bulan Desember 2007 saat musim pemijahan ikan arwana di lima stasiun pengamatan di Sungai Maro bagian tengah pada daerah pemijahan ikan arwana yaitu dari wilayah Barkey sampai Kaliwanggo Kabupaten Merauke (Gambar 1). Karakteristik masing-masing lokasi pengamatan disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Lokasi penelitian.  
Figure 1. Research site.

Tabel 1. Karakteristik fisik dan posisi geografi stasiun pengamatan  
 Table 1. Physical characteristic and geographical position of sampling stations

No.	Stasiun pengamatan/ Observation station	Posisi geografi/ Geographical position	Keterangan/Remarks
1.	Barkey	S=07°51'24.7" E=140°58'10.6"	Ruas atas, arus lambat, dan daerah sekitar rawa.
2.	Weloyah	S=07°52'12.2" E=140°54'26.6"	Daerah rawa dan ada masukan air dari sungai-sungai kecil.
3.	Mouwer	S=07°57'53.6" E=140°58'12.8"	Ruas tengah.
4.	Toray	S=08°00'29.2" E=140°58'36.4"	Ruas bawah, dekat dengan perkampungan Toray, dan banyak tumbuhan air.
5.	Kaliwanggo	S=08°02'29.6" E=140°58'27.0"	Ruas bawah dengan arus yang deras dan terdapat masukan air dari anak Sungai Maro.

Contoh plankton diambil menggunakan *kemmerer water sampler* 5 L, kemudian disaring memakai *plakton net* nomor 25 (*mesh size* 60 µm) dan dimasukkan ke dalam botol contoh berukuran 25 mL. Contoh plankton hasil proses penyaringan selanjutnya diawetkan dengan larutan lugol 1%. Pengamatan dilakukan terhadap 20 lapang pandang dengan menggunakan mikroskop binokuler pada perbesaran 100x. Rujukan yang digunakan untuk identifikasi fitoplankton adalah dari Whiple (1947); Edmonson (1959); Needham & Needham (1963); Sachlan (1982).

Penentuan kelimpahan sel dilakukan dengan menggunakan metode lackey drop microtransect counting chamber (American Public Health Association, 1989) dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = n \times \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{1}{E} \dots\dots\dots (1)$$

di mana:

- N = jumlah total fitoplankton (ind./L)
- n = jumlah rata-rata total individu per lapang pandang
- A = luas gelap penutup (mm<sup>2</sup>)
- B = luas satu lapang pandang (mm<sup>2</sup>)
- C = volume air terkonsentrasi (mL)
- D = volume air satu tetes (mL) di bawah gelas penutup
- E = volume air yang disaring (L)

**HASIL DAN BAHASAN**

**Jenis-Jenis Plankton**

Ditemukan 25 genus dari lima kelas fitoplankton (Tabel 2) di Sungai Maro dengan persentase yang berbeda-beda. Persentase tertinggi adalah *Synedra* di Stasiun Toray kemudian *Ulothrix* di Stasiun Kaliwanggo. Secara urut, dari ruas atas yaitu Stasiun Barkey, Weloyah, Mouwer, Toray,

dan Kaliwanggo mempunyai fitoplankton dengan persentase tertinggi yang berbeda-beda yaitu *Staurastrum* dominan di Stasiun Barkey dan Weloyah, *Synedra* di Stasiun Mouwer dan Toray serta *Ulothrix* di Stasiun Kaliwanggo atau secara rinci disajikan pada Tabel 2.

Secara umum, *Staurastrum* ditemukan di semua stasiun pengamatan. *Staurastrum* merupakan desmid uniselluler dengan 8-12 dan 20 lengan yang banyak ditemukan pada air lunak (soft water) dan pH rendah (Silva, 2006) dan hal ini sesuai dengan kondisi perairan yang mempunyai pH 5 (Tabel 3). Menurut Cousel (1983) dalam Henny & Susanti (2009), *Staurastrum* merupakan salah satu jenis famili Chlorophyta yang menjadi indikator kondisi perairan eutrofik selain *Cosmarium* dan *Closterium*. *Staurastrum* tertinggi di wilayah Barkey (22,45%) dan Weloyah (30,30%). *Synedra* ditemukan dengan persentase tertinggi di wilayah Toray (38,89%) yang diduga berkaitan dengan kondisi perairan yang telah mendapat gangguan antropogenik karena wilayah ini dekat dengan permukiman penduduk. Sedangkan di wilayah Kaliwanggo yang banyak ditemukan adalah *Ulothrix* mencapai 31,75%. Untuk *Cyanophyceae* hanya ditemukan *Oscillatoria* dan hasil ini sama dengan hasil penelitian Mansor & Muthaiya (1998) di sungai wilayah Kinibalu Park, Sabah. Jenis ini memproduksi neurotoksin jenis anatoxin a dan homoanatoxin a yang berbahaya bagi organisme. Anatoxin a merupakan alkaloid neurotoxic yang beraksi sebagai neuro-muscular blocking agent (Hamill, 2001).

Hasil pengamatan di Sungai Ciliwung, Jakarta yang merupakan sungai dengan pencemaran berat menunjukkan bahwa *Microcystis* sp. dan *Merismopedia* sp. dari kelas *Cyanophyceae* serta *Closteriopasis* sp., dan *Ankistrodesmus* sp. dari kelas *Chlorophyceae* yang dominan (Fachrul et al., 2008). Sementara di hulu Sungai Asahan, Porsea, Sumatera Utara yang melimpah adalah *Ulothrix* dan *Pediastrum* dari kelas *Chlorophyceae* serta *Pinnularia* dan *Navicula* dari kelas *Bacillariophyceae* (Siregar, 2009).

Tabel 2. Persentase keberadaan fitoplankton pada masing-masing stasiun pengamatan  
 Table 2. Percentage of phytoplankton existence at every sampling station

No.	Kelas dan genus/ Classes and genus	Persentase/Percentage (%)				
		Barkey	Weloyah	Mouwer	Toray	Kaliwanggo
<b>Chlorophyceae</b>						
1.	<i>Anthordesmus</i>			6,9		
2.	<i>Ankistrodesmus</i>		1,52			
3.	<i>Cosmarium</i>	10,2	7,58	10,34		9,52
4.	<i>Crucigenia</i>			0		
5.	<i>Dictyosphaerium</i>	8,16	7,58	3,45		
6.	<i>Eudorina</i>		1,52			
7.	<i>Euastrum</i>					
8.	<i>Oocystis</i>	10,2		5,17		
9.	<i>Scenedesmus</i>		3,03			
10.	<i>Spirogyra</i>				14,81	
11.	<i>Staurastum</i>	22,45	30,3	10,34		6,35
12.	<i>Tetraedron</i>	16,33	9,09	13,79		
13.	<i>Ulothrix</i>		4,55	8,62		31,75
14.	<i>Xanthidium</i>	10,2	12,12	5,17		
<b>Cyanophyceae</b>						
1.	<i>Oscillatoria</i>			5,17	22,22	
<b>Bacillariophyceae</b>						
1.	<i>Asterionella</i>	8,16	10,61			
2.	<i>Melosira</i>	2,04	3,03			
3.	<i>Navicula</i>	2,04		6,9	5,56	11,11
4.	<i>Nitzschia</i>	4,08	1,52	3,45		
5.	<i>Penium</i>	4,08	3,03			
6.	<i>Surirella</i>					4,76
7.	<i>Synedra</i>			18,97	38,89	23,81
<b>Dinophyceae</b>						
1.	<i>Ceratium</i>		1,52		18,52	
2.	<i>Peridinium</i>			1,72		12,7
<b>Euglenophyceae</b>						
1.	<i>Euglena</i>	2,04	3,03			

Tabel 3. Kualitas air di Sungai Maro  
 Table 3. Water quality at Maro River

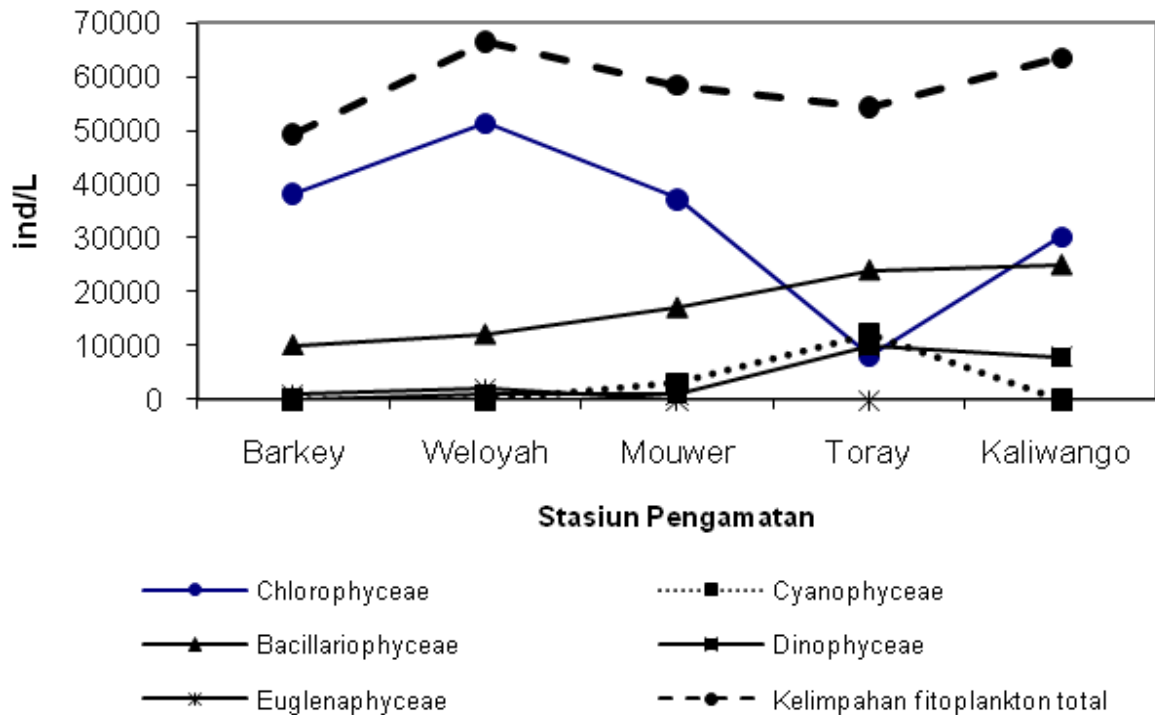
No.	Parameter/Parameter	Satuan/Unit	Barkey	Weloyah	Mouwer	Torai	Kaliwanggo
1.	Kecerahan	cm	50	100	70	80	80
2.	pH		5	5	5	5	5
3.	Total alkalinitas	mg/L eq CaCO <sub>3</sub>	10	10	10	12,5	7,5
4.	N-NO <sub>3</sub>	mg/L	2,012	1,173	1,132	1,214	1,903
5.	P-PO <sub>4</sub>	mg/L	0,16	0,208	0,22	0,291	0,754

Sumber/Sources: Astuti & Satria (2009)

### Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton berfluktuasi, berkisar 49.294-66.396 ind./L dan tertinggi di wilayah Weloyah kemudian Kaliwanggo (Gambar 2). Berdasarkan atas kelimpahan fitoplankton yang >15.000 ind./L maka perairan Sungai Maro termasuk perairan yang subur (Lander dalam Basmi, 1991). Hal ini diduga berkaitan dengan lokasi penelitian yang sebagian merupakan rawa-rawa yang kaya akan bahan organik yang bersumber dari dedaunan dan

tumbuhan air yang ada di rawa-rawa. Dedaunan dan tumbuhan air yang telah membusuk dan terdekomposisi akan menghasilkan unsur hara bagi pertumbuhan fitoplankton. Perairan wilayah Weloyah merupakan daerah rawa-rawa dan mendapatkan masukan dari beberapa sungai kecil sehingga nutrisi bagi fitoplankton tinggi yaitu NO<sub>3</sub> sebesar 1,173 mg/L dan PO<sub>4</sub> sebesar 0,208 mg/L (Tabel 3) Wilayah Kaliwanggo merupakan daerah lebih bawah dan mendapatkan masukan dari sungai yang cukup besar.



Gambar 2. Fluktuasi kelimpahan fitoplankton berdasarkan atas stasiun pengamatan.  
 Figure 2. Fluctuation of phytoplankton abundance base on station of observation.

Pada lokasi pengamatan ditemukan lima kelas fitoplankton (Tabel 2) terdiri atas kelas Chlorophyceae (14 genus), Cyanophyceae (satu genus), Bacillariophyceae (tujuh genus), Dinophyceae (dua genus), dan Euglenaphyceae (satu genus). Jumlah genus yang paling banyak ditemukan adalah Chlorophyceae kemudian disusul Bacillariophyceae dan ini sama dengan hasil penelitian di Sungai Lithuania di daerah temperate (Kostkeviciene *et al.*, 2001). Namun demikian pada tiap-tiap stasiun pengamatan tidak semua kelas tersebut ditemukan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Onyema (2007); Zalocar de Domitrovic *et al.* (2007), bahwa komposisi fitoplankton tidak selalu merata pada setiap lokasi di dalam suatu ekosistem, di mana pada suatu ekosistem sering ditemukan beberapa jenis melimpah sedangkan yang lain tidak. Hanya kelas Chlorophyceae dan Bacillariophyceae yang ditemukan pada tiap stasiun pengamatan seperti tertera pada Tabel 4. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Patriono *et al.* (2005) di daerah lebak lebung dengan pH berkisar 4,5-5 dan fitoplankton yang dominan ditemukan adalah Bacillariophyceae (73,45%) dan Chlorophyceae (26,00%). Berikut ini urutan keberadaan kelas fitoplankton yang dominan dari ruas atas sampai bawah di Sungai Maro adalah Chlorophyceae dominan di Stasiun Barkey, Weloyah, dan Mouwer dan Bacillariophyceae di Stasiun Toray serta Chlorophyceae di Stasiun Kaliwanggo.

Kelas Chlorophyceae sendiri merupakan kelas plankton yang banyak, sekitar 64% terdapat di perairan tawar, mempunyai flagel yang sama panjangnya (isokon), mempunyai pigmen antara lain klorofil-a dan b, karoten, dan santofil, berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora juga dengan membelah diri (Sachlan, 1982). Chlorophyceae menempati persentase tertinggi pada setiap lokasi pengamatan kecuali di Toray (Tabel 4). Menurut Presscot (1951) dalam Patriono *et al.* (2005), kelas Chlorophyceae akan melimpah baik kualitas maupun kuantitas pada perairan dengan pH < 7 atau perairan yang bersifat asam. Kelas Chlorophyceae tertinggi di wilayah Weloyah yang diduga berkaitan dengan kecukupan nutrisi karena wilayah ini merupakan daerah rawa dan mendapat masukan dari beberapa anak sungai kecil.

Di Toray didominasi oleh Bacillariophyceae yaitu 44,44% (Tabel 4). Hal ini diduga berkaitan dengan lokasi penelitian yang sekitarnya banyak tumbuhan air yang merupakan salah satu tempat hidup alga penempel. Menurut Sulawesty & Lukman (2009), kelas Bacillariophyceae dapat merupakan bagian dari komunitas alga penempel.

Kelas Cyanophyceae hanya ditemukan di Toray dan Mouwer, di wilayah Toray yang merupakan daerah permukiman mempunyai Cyanophyceae lebih tinggi dibandingkan Chlorophyceae. Hal ini diduga berkaitan

dengan adanya masukan limbah antropogenik dari penduduk sekitar. Menurut Hum & Wicks (1980) dalam Patriono *et al.* (2005) Cyanophyceae dapat berlimpah pada

habitat dengan pH netral atau sedikit basa dan kelas ini sedikit atau bahkan tidak ditemukan pada perairan dengan pH kurang dari empat atau lima.

Tabel 4. Persentase keberadaan kelas fitoplankton pada masing-masing stasiun  
Table 4. Percentage of class phytoplankton existence at each sampling site

Kelas/Classes	Stasiun/Station				
	Barkey (%)	Weloyah (%)	Mouwer (%)	Toray (%)	Kaliwango (%)
Chlorophyceae	77,55	77,27	63,79	14,81	47,62
Cyanophyceae	0,00	0,00	5,17	22,22	0,00
Bacillariophyceae	20,41	18,18	29,31	44,44	39,68
Dinophyceae	0,00	1,52	1,72	18,52	12,70
Euglenaphyceae	2,04	3,03	0,00	0,00	0,00

## KESIMPULAN

- Sebaran longitudinal fitoplankton di Sungai Maro didominasi oleh genus *Staurastrum* dari kelas Chlorophyceae dan *Synedra* dari kelas Bacillariophyceae dengan urutan dari ruas atas sampai bawah adalah *Staurastrum* dominan di Barkey 22,45% dan Weloyah 30,3%; *Synedra* di Stasiun Mouwer 18,97% dan Toray 38,89%; serta *Ulothrix* di Stasiun Kaliwango 31,75%. Urutan keberadaan kelas fitoplankton dari ruas atas sampai bawah di Sungai Maro adalah Chlorophyceae di Stasiun Barkey 77,55%; Weloyah 77,27% dan Mouwer 63,79%; Bacillariophyceae di Stasiun Toray 44,44% dan Chlorophyceae di Stasiun Kaliwango 47,62%.
- Kelimpahan fitoplankton selama pengamatan berkisar 49.294-66.396 ind./L sehingga termasuk perairan yang subur.
- Kelimpahan fitoplankton dari ruas atas sampai bawah berfluktuasi dan tertinggi di daerah Weloyah yang merupakan daerah rawa-rawa dengan beberapa masukan air dari sungai kecil.

## PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan hasil riset peningkatan stok ikan arwana (*Scleropages jardinii*) melalui konservasi habitat di Sungai Maro, Merauke, T. A. 2007, di Loka Riset Pemacuan Stok Ikan-Jatiluhur, Purwakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water Including Bottom Sediment and Sludges*. Amer. Publ. Health Association Inc. New York. 1,134 pp.

Astuti, L. P. & H. Satria. 2009. Kondisi perairan pada musim pemijahan ikan arwana Irian (*Scleropages jardinii*) di Sungai Maro bagian tengah, Kabupaten Merauke. *BAWAL-Widya Riset Perikanan Tangkap*. 2 (4): 155-161.

Basmi, J. 1991. *Fitoplankton sebagai Indikator Biologis Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 56 pp.

Edmonson, W. T. 1959. *Freshwater Biologi*. 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sonc. Inc. New York.1,248 pp.

Fachrul, M. F., S. H Ediyono, & M. Wulandari. 2008. Komposisi dan model kemelimpahan fitoplankton di perairan Sungai Ciliwung. *Biodiversitas*. Jakarta. 9 (4): 296-300.

Hamill, K. D. 2001. Toxicity in benthic freshwater cyanobacteria (blue-green alga) first observation in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 35: 1,057-1,059.

Henny, C. & E. Susanti. 2009. Karakteristik limnologis kolong bekas tambang timah di Pulau Bangka. *Limnotek*. XVI (2): 119-131.

Kim, H. W. & G. J. Joo. 2000. The longitudinal distribution and community dynamics of zooplankton a regulated large river: A case study of the Nakdong River (Korea). *Hydrobiologia*. 438: 171-184.

Kostkeviciene, J., J. Bakunaite, & J. R. Naujilis. 2001. Analysis of phytoplankton structure in Lithuanian River. *Biologija Nr. 2*: 84-87.

Mansor, M. & G. Muthaiya. 1998. Notes on Montane stream algae of sayap Kinabalu Park. Sabah. *ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation*. Article V.

- Needham, J. G. & P. R. Needham. 1963. *A Guide to the Study of Freshwater Biology*. Fifth Edition. Revised and Enlarged. Holden Day. Inc. San Fransisco. 180 pp.
- Onyema, I. C. 2007. The phytoplankton composition, abundance and temporal variation of a polluted estuarine creek in Lagos, Nigeria. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 7: 89-96.
- Patriono, E., D. Anggraeni, & E. Nofyan. 2005. Studi komposisi fitoplankton sebagai pakan alami ikan sepat rawa (*Trichogaster trichopterus* Pall) stadium muda di lebak lebung Teluko, Sumatera Selatan. *Prosiding Forum Perikanan Indonesia I*. Pusat Riset Perikanan Tangkap. 149-153.
- Sachlan, M. 1982. *Planktonologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang. 156 pp.
- Silva, E. I. L. 2006. Ecology of phytoplankton in tropical water: Introduction to the topic and ecosystem chane from Sri Lanka. *Asian Journal of Water, Environment, and Pollution*. 4 (1): 25-35.
- Satria, H., K. Purnomo, E. S. Kartamiharja, A. S. Ronny, L. P. Astuti, Y. Sugianti, A. Warsa, & Haryono. 2008. Peningkatan stok ikan arwana (*Scleropages jardinii*) di Sungai Maro melalui konservasi. *Laporan Akhir Tahun*. Loka Riset Pemacuan Stok Ikan. 64 pp.
- Siregar, M. H. 2009. Studi keanekaragaman plankton di hulu Sungai Asahan, Porsea. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. 76 pp.
- Sulawesty, F. & Lukman. 2009. Komunitas Fitoplankton Danau Paparan Banjir. Kalimantan Timur. *Limnotek*. XVI(2):99-108.
- Whipple, G. C. 1947. *The Microscopy of Drinking Water*. John Wiley & Sons. Inc. London. Chapman & Hall. Limited. 586 pp.
- Wetzel, R. G. 2001. *Lymnology Lake and River Ecosystem*. Third Edition. Academic Press. California. 1,006 pp.