
JENIS DAN KEANEKARAGAMAN FITOPLANKTON DI WADUK PLTA KOTO PANJANG, KAMPAR, RIAU

Madju Siagian

Laboratorium Limnologi Program Studi Manajemen Sumberdaya Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru
E-mail: sagian05@yahoo.com

Abstract

A study on the type and phytoplankton diversity in the Koto Panjang Dam, Kampar, Riau, was conducted on May-October 2009. There were 6 stations, in the Batu Basurat, Koto Tuo, Tanjung Alai, Batang Mangat and Rantau Berangin villages and in the river mouth of the Kampar River. Parameters measured were water quality in general and phytoplankton diversity. In each station, water and phytoplankton samples were taken in the surface, 2.5 secchi depth and in the bottom of the dam. Sampling was conducted once/ month. Types, abundance and diversity of phytoplankton were analyzed. Results shown that there were 17 species of phytoplankton that were belonged to 4 classes, namely Bacillariophyta (6 species), Chlorophyta (5 species), Crysophyta (3 species) and Cyanophyta (3 species). There were no dominant species in the research area, good diversity index (2.13-2.71) and high similarity index (0.81-0.94). Based on data obtained, it can be concluded the water quality in the Koto Panjang Dam is suitable for supporting the life of phytoplankton.

Key words : Koto Panjang Dam, phytoplankton diversity, Kampar River, Riau

1. Pendahuluan

Dari sudut ekologi, waduk merupakan ekosistem yang terdiri dari unsur air, kehidupan akuatik dan daratan yang dipengaruhi oleh tinggi rendahnya muka air, sehingga waduk akan mempengaruhi iklim, dan keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Waduk berperan sebagai reservoir yang airnya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti pembangkit listrik, irigasi, perikanan, sumber air baku, pengendali banjir, dan sumber air tanah (Haeruman, 1999).

Waduk PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air) Koto Panjang dibangun pada tahun 1992 dan selesai pada tahun 1997, mempunyai tinggi bendung 96 m dan genangan seluas 12.400 ha dengan kedalaman air berkisar antara 73,5-85,0 m. Waduk ini mendapat pasokan air utama dari Sungai Kampar dan Sungai Batang Mangat yang berhulu di propinsi Sumatra Barat (PLN, 2002). Waduk ini berbatasan dengan sebagian lahan milik masyarakat yang dikelola sejak sebelum waduk dibangun hingga waduk ini selesai dan sebagian lagi berbatasan dengan kawasan hutan. Setelah pembangunan waduk ini selesai, luas lahan yang dikelola masyarakat di daerah tangkapan air

untuk pertanian dan perkebunan terus meningkat, sedangkan perairan waduk dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan Keramba Jaring Apung (KJA). Adanya kegiatan-kegiatan tersebut di atas diduga akan menyebabkan adanya masukan-masukan ke badan waduk tersebut yang akan menyebabkan terjadinya perubahan pada kualitas air yang memberikan dampak terhadap jenis dan keanekaragaman fitoplankton yang terdapat di perairan waduk tersebut.

Berdasarkan sifat fisik, kimia dan biologis, waduk dibagi dalam zona mengalir (*riverine*), zona transisi dan zona tergenang (*lacustrine*) (Thomt *et al.*, 1990). Selanjutnya dikemukakan, bahwa pada umumnya zona mengalir cenderung mempunyai arus yang cukup deras, waktu tinggal pendek, ketersediaan hara *allochtonus* tinggi, penetrasi cahaya minimal dan pada umumnya membatasi produktivitas primer. Lingkungan ini aerobik karena zona ini umumnya dangkal dan teraduk dengan baik. Kennedy *et al.* (1982) dalam Thomt *et al.* (1990) mengemukakan bahwa pada zona transisi terjadi sedimentasi yang nyata dan intensitas cahaya meningkat. Selanjutnya dikemukakan bahwa pada zona lakustrin sedimentasi

partikulat organik, anorganik rendah, penetrasi cahaya cukup mendukung produksi primer dengan nutrisi terbatas dan produksi bahan organik melebihi dekomposisi.

Morfometrik Waduk PLTA Koto Panjang dapat digolongkan pada waduk dengan bentuk dendritik. Waduk ini luas dan cukup dalam, jumlah teluk banyak, garis pantai yang panjang, daerah tangkapan hujan luas dan termasuk perairan yang subur (Nastiti *et al.*, 2006). Selanjutnya Likens (1975) dalam Jorgensen (1980) mengemukakan bahwa perairan waduk diklasifikasikan berdasarkan karakteristik status trofik, menjadi tiga yaitu perairan kurang subur (*oligotrofik*), perairan agak subur (*mesotrofik*), dan perairan yang subur (*eutrofik*).

Lawrence *et al.* (2000) menyatakan bahwa ketersediaan nutrisi, cahaya, pengadukan, masa tinggal air (*water residence time*) dan suhu adalah faktor utama yang menentukan pertumbuhan dan komposisi fitoplankton di waduk. Selanjutnya dikemukakan bahwa biomassa dan komposisi fitoplankton dikendalikan oleh adanya pemangsaan (*grazing*) oleh zooplankton. Unsur hara anorganik terutama fosfor dan nitrogen adalah material yang merupakan faktor penentu dalam kaitannya dengan produktivitas primer perairan. Kedua nutrisi anorganik ini, terutama fosfor memiliki peranan yang sangat nyata, karena dapat mempercepat meningkatnya produktivitas primer perairan.

Menurut Saeni (1991) senyawa fosfat merupakan salah satu senyawa esensial untuk pembentuk protein, pertumbuhan alga dan pertumbuhan organisme perairan. Di perairan alam fosfat terdapat dalam tiga bentuk yaitu fosfat organik (tidak terlarut), polifosfat (setengah terlarut) dan ortofosfat (terlarut). Phillips *et al.* (1993) mengemukakan bahwa senyawa P dalam perairan dapat berasal dari limbah penduduk, limbah industri dan limbah pertanian. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan. Menurut Ryding dan Rast (1989) dan Kibra *et al.* (1996) kadar fosfat yang tinggi dalam perairan melebihi kebutuhan normal organisme akan menyebabkan eutrofikasi yang memungkinkan plankton berkembang dalam jumlah yang melimpah kemudian akan menyebabkan kematian.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan adalah sampel air yang diambil dari Waduk PLTA Koto Panjang. Sampel pakan diambil dari pemilik KJA yang ada sesuai dengan jenis pakan yang digunakan. Parameter kualitas air yang diamati meliputi parameter fisik, kimia dan biologi.

Penelitian ini dilakukan di lapangan dan di laboratorium yang berlangsung selama 6 bulan. Pengambilan sampel air dan plankton dilakukan setiap bulan terhitung mulai bulan Mei 2009 sampai bulan Oktober 2009.

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan metode penelitian deskriptif bersifat noneksperimental yaitu penelitian yang meneliti suatu fenomena kausal yang prosesnya terjadi secara alami. Komponen penelitian terdiri dari kualitas air fisik, kimia dan biologi yang dilihat secara horizontal dan vertikal. Stasiun pengambilan sampel air secara horizontal di kawasan waduk dilakukan pada 6 stasiun yaitu 3 stasiun ke arah sungai Kampar dari jembatan Sungai Kampar yaitu Batu Basurat, Koto Tuo dan Muara Sungai Kampar dan 3 stasiun ke arah Dam Site yaitu Tanjung Alai, Batang Mangat dan Rantau Berangin.

Pengambilan sampel air secara vertikal dilakukan berdasarkan kedalaman keping secchi (*secchi disc*) yaitu lapisan permukaan, pertengahan dan dasar perairan. Penentuan permukaan, pertengahan dan dasar pada kedalaman ditentukan setelah diketahui kedalaman secchi. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan *water sampler*.

Metode pengukuran sampel air dilakukan menurut APHA (*American Public Health Association*, 1992). Parameter kualitas air ini ada yang diukur di lapangan dan ada yang diukur di laboratorium. Parameter yang langsung diukur di lapangan (*in situ*) antara lain, suhu, kecerahan, pH, kedalaman, oksigen terlarut, karbon dioksida. Parameter kualitas air lainnya (kekeruhan, sulfat, COD, BOD, nitrit, total N, amonia, nitrat, dan total fosfor) dianalisis di laboratorium Ekologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.

Contoh plankton dari setiap kedalaman diambil dengan menyaring air waduk sebanyak 0,5 liter dengan menggunakan plankton net berukuran *mesh*

size 25 um. Contoh air yang diperoleh dikonsentrasikan menjadi 125 ml, dimasukkan dalam botol sampel, lalu diberi bahan pengawet lugol 0,5%. Contoh plankton diidentifikasi dengan bantuan mikroskop Binokuler CX 21 dan buku identifikasi plankton menurut Davis (1955). Perhitungan kelimpahan plankton dihitung dengan formula :

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

dimana:

- N = Kelimpahan fitoplankton (sel/L)
- n = Jumlah rata-rata total individu fitoplankton pada setiap lapang pandang
- A = Luas permukaan gelas objek (mm²)
- B = Luas lapangan pandang yang diamati (mm²)
- C = Volume air sampel yang tersaring (ml)
- D = Volume air yang diamati di bawah mikroskop (0,05 ml)
- E = Volume air sampel yang disaring (0,5 l)

Indeks keanekaragaman atau indeks Shanon Winner (Odum, 1971) dihitung dengan formula :

$$H' = - \sum \left[\left(\frac{n_i}{N} \right) \right] \ln \frac{n_i}{N} \quad (2)$$

Indeks dominansi dihitung berdasarkan indeks dominansi Simpson (Odum.1971) dengan formula :

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \text{ atau } C = \sum (p_i)^2 \quad (3)$$

Indeks keseragaman dihitung berdasarkan formula menurut Odum (1971) yaitu sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (4)$$

dimana:

- H' = Indeks keanekaragaman jenis
- C = Indeks dominansi jenis
- E = Indeks keseragaman
- n_i = Jumlah individu tiap spesies ke-i
- N = Jumlah individu semua jenis
- S = Jumlah spesies
- P_i = n_i/N

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton

Jenis fitoplankton yang ditemukan di perairan waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian sebanyak 4 kelas yang terdiri dari Bacillariophyta ada 6 jenis, Chlorophyta ada 5 jenis, Crysophyta ada 3 jenis dan kelas Cyanophyta ada 3 jenis. Jadi selama penelitian ditemukan sebanyak 17 jenis fitoplankton. Untuk lebih rinci data kelas dan jenis fitoplankton yang ditemukan selama penelitian di waduk PLTA Koto Panjang dapat dilihat pada Tabel 1. Kelimpahan rata-rata fitoplankton dari bulan ke bulan pada setiap stasiun di waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian bervariasi (Tabel 2).

Tabel 1. Kelas dan Jenis Fitoplankton yang Ditemukan di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Nama Kelas	Nama Jenis
Bacillariophyta	Cyclotella operculata
	Striatella unipunctata
	Nitzschia longissima
	Thalassiothrix longissima
	Navicula platystoma
	Achnanthes lanceolata
Chlorophyta	Staurastum subcylacanyhumjao
	Rhizoclonium hieroglyphicum
	Chlorococcum chinozygotum
	Glococystus vesiculosa
	Pleurotaenium kayi rap
Chrysophyta	Synura uvela
	Chrysoeobryonidius
	Mallomonas elliptica
Cyanophyta	Aphanocapsa gellii
	Aphanocapsa sacrum
	Calothrix acoriacea

Tabel 2. Kelimpahan Rata-rata Fitoplankton (sel/L) di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian.

Stasiun	Bln. 5	Bln.6	Bln. 7	Bln. 8	Bln. 9	Bln 10	Rerata
Muara Sungai Kampar	4.352	4.246	5.096	6.051	6.051	4.489	5.131
Koto Tuo	5.626	5.520	6.900	5.096	4.426	5.096	5.414
Batu Basurat	6.263	6.688	6.794	6.688	6.476	5.096	6.334
Tanjung Alai	7.219	7.219	8.705	7.431	7.962	6.476	7.502
Batang Mangat	6.263	6.794	6.900	5.732	7.219	5.839	6.458
Rantau Berangin	7.537	7.219	7.962	8.386	8.068	7.537	7.785

Tabel 2. menunjukkan, bahwa kelimpahan fitoplankton dari bulan ke bulan pada masing-masing stasiun selama penelitian berfluktuasi. Selanjutnya dapat dilihat bahwa kelimpahan rata-rata fitoplankton terendah adalah 4.246 sel/L yang ditemui di muara Sungai Kampar pada bulan Juni dan Koto Tuo pada bulan September. Kelimpahan rata-rata fitoplankton tertinggi adalah 8.386 sel/L yang terdapat di Rantau Berangin pada bulan Agustus. Tingginya kelimpahan fitoplankton di Rantau Berangin dan rendahnya kelimpahan yang ditemukan di muara Sungai Kampar karena faktor-faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan fitoplankton terutama dalam hal ini adalah unsur hara nitrogen dan fosfor di Rantau Berangin lebih tinggi (1,506 mg/L dan 0,143 mg/L) jika dibandingkan dengan yang terjadi pada muara Sungai Kampar (1,397 mg/L dan 0,126 mg/L). Sesuai dengan pendapat Lawrence *et al.* (2000), dan Nastiiti *et al.* 2001), yang menyatakan bahwa nitrogen dan fosfor memiliki peranan yang sangat nyata, dalam peningkatan produktivitas primer perairan (fitoplankton).

3.2. Keanekaragaman, Dominansi dan Keseragaman Jenis

Nilai indeks keanekaragaman jenis fitoplankton di kawasan waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian dari bulan ke bulan ditampilkan pada Tabel 3. Nilai indeks keanekaragaman jenis fitoplankton

pada masing-masing stasiun bervariasi dari bulan ke bulan yaitu dari 2,13-3,13. Indeks keanekaragaman terendah terdapat di Tanjung Alai dan indeks keanekaragaman tertinggi terdapat di Batu Basurat. Hal ini erat kaitannya dengan kelimpahan fitoplankton yang semakin menurun. Indeks keanekaragaman yang bervariasi dari bulan ke bulan dapat terjadi karena jumlah jenis dan jumlah individu/jenis yang berbeda-beda sehingga didapatkan nilai indeks keanekaragaman yang berbeda. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Weber (1973), indeks keanekaragaman organisme pada suatu komunitas sangat ditentukan oleh banyaknya jenis dan jumlah individu/jenis.

Berkaitan dengan indeks keanekaragaman ini untuk menentukan kriteria kualitas air William dan Doris (1966) dalam Weber (1973) mengatakan, apabila indeks keanekaragaman berkisar 1-3 kriteria kualitas airnya tercemar ringan. Hal yang sama dikemukakan Wiha (1975) dalam Fahrul (2007) yang membuat kriteria kualitas air termasuk tercemar ringan jika indeks keanekaragaman antara 2-3. Apabila indeks keanekaragaman yang diperoleh dari penelitian ini dibandingkan dengan pendapat di atas maka waduk PLTA Koto Panjang termasuk pada kriteria tercemar ringan. William dan Doris (1966) dalam Weber (1973), mengatakan, jika indeks keanekaragaman antara 1-3, sebaran individu sedang (keragaman sedang), berarti perairan tersebut

Tabel 3. Rata-rata Indeks Keanekaragaman Fitoplankton di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Stasiun	Bln. 5	Bln.6	Bln. 7	Bln. 8	Bln. 9	Bln 10	Rerata
Muara Sungai Kampar	2,59	2,62	2,66	2,70	2,65	2,66	2,65
Koto Tuo	2,35	2,19	2,18	2,30	2,16	2,30	2,25
Batu Basurat	2,56	2,43	2,60	2,64	2,27	3,13	2,61
Tanjung Alai	2,24	2,28	2,13	2,19	2,04	2,72	2,27
Batang Mangat	2,42	2,34	2,39	2,54	2,76	2,70	2,53
Rantau Berangin	2,67	2,71	2,68	2,78	2,58	2,28	2,62

Tabel 4. Rata-rata Indeks Dominansi Fitoplankton di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Stasiun	Bln. 5	Bln.6	Bln. 7	Bln. 8	Bln. 9	Bln 10	Rerata
Muara Sungai Kampar	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Koto Tuo	0,18	0,20	0,20	0,19	0,18	0,13	0,18
Batu Basurat	0,19	0,25	0,19	0,18	0,21	0,13	0,21
Tanjung Alai	0,23	0,23	0,27	0,21	0,15	0,15	0,21
Batang Mangat	0,24	0,22	0,21	0,23	0,19	0,21	0,22
Rantau Berangin	0,18	0,20	0,17	0,17	0,19	0,23	0,19

mengalami tekanan (gangguan) yang sedang atau struktur komunitas organisme yang ada sedang. Indeks keanekaragaman fitoplankton yang diperoleh dalam penelitian ini berada pada batas kisaran yang dikemukakan di atas, maka dapat dikatakan perairan Waduk PLTA Koto Panjang telah mengalami tekanan (gangguan) dan struktur komunitas fitoplankton di waduk tersebut kurang baik. Untuk itu perlu adanya usaha untuk meningkatkan kualitas lingkungan perairan waduk tersebut yaitu dengan cara mengurangi beban limbah yang masuk ke kawasan waduk PLTA Koto Panjang baik yang berasal dari luar waduk maupun dari dalam badan air waduk tersebut.

adalah antara 0 - 1, apabila nilainya mendekati 0 (<0,5) berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya, sebaliknya apabila nilainya mendekati 1 (>0,5) berarti terdapat spesies yang mendominasi spesies yang lainnya. Apabila nilai-nilai indeks dominansi yang diperoleh dalam penelitian ini dibandingkan dengan pendapat tersebut yang nilainya mendekati nol, berarti tidak terdapat spesies yang mendominasi spesies lainnya.

Rata-rata indeks keseragaman fitoplankton di waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian ditampilkan pada Tabel 5 menunjukkan adanya variasi dari bulan ke bulan pada masing-masing stasiun.

Tabel 5. Rata-rata Indeks Keseragaman Fitoplankton di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Stasiun	Bln. 5	Bln.6	Bln. 7	Bln. 8	Bln. 9	Bln 10	Rerata
Muara Sungai Kampar	0,90	0,92	0,91	0,90	0,92	0,91	0,91
Koto Tuo	0,91	0,89	0,89	0,89	0,89	0,94	0,90
Batu Basurat	0,90	0,82	0,91	0,92	0,83	0,95	0,89
Tanjung Alai	0,86	0,84	0,81	0,90	0,80	0,94	0,86
Batang Mangat	0,84	0,91	0,93	0,86	0,89	0,87	0,88
Rantau Berangin	0,90	0,88	0,94	0,93	0,85	0,92	0,90

Indek dominansi fitoplankton di waduk PLTA Koto Panjang pada masing-masing stasiun selama penelitian ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai indeks dominansi fitoplankton dari bulan ke bulan bervariasi. Indeks dominansi terendah di dapat di Koto Tuo pada bulan Oktober dan indeks dominansi tertinggi terdapat di Tanjung Alai yang terjadi pada bulan Juli. Rata rata indeks dominansi pada setiap stasiun selama penelitian berkisar dari 0,18 - 0,22. Sehubungan dengan nilai indeks dominansi fitoplankton ini Weber (1973) mengemukakan pendapat jika indeks keanekaragaman semakin menurun maka indeks dominansi semakin meningkat.

Selanjutnya dikemukakan bahwa nilainya

Dari Tabel 5, dapat dilihat bahwa rata-rata indeks keseragaman fitoplankton selama penelitian berkisar dari 0,86 - 0,91. Terjadinya perbedaan nilai indeks keseragaman pada setiap stasiun dapat terjadi karena jumlah jenis dan kelimpahan jenis masing-masing fitoplanton berbeda sehingga akan mempengaruhi nilai indeks keseragaman sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Weber (1973). Sehubungan dengan indeks keseragaman ini Bold dan Wynne (1985) dalam Fahrul (2007) nilai indeks keseragaman ini berkisar dari 0 - 1. Jika indeks keseragaman mendekati 1 (>0,5) berarti keseragaman organisme dalam suatu perairan berada dalam keadaan seimbang, berarti tidak terjadi persaingan baik terhadap tempat maupun terhadap makanan,

sebaliknya jika indeks keseragaman mendekati 0 (<0,5). Apabila indeks keseragaman dalam penelitian ini dibandingkan dengan kriteria tersebut maka dapat disimpulkan bahwa keseragaman fitoplankton dalam kawasan Waduk PLTA Koto Panjang berada dalam keadaan seimbang dan tidak terjadi persaingan baik terhadap ruang dan makanan. Hal ini berarti kondisi lingkungan dan parameter fisik - kimiawi perairan waduk tersebut sesuai untuk berbagai jenis fitoplankton.

Dari hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa jenis dan kelimpahan fitoplankton mulai dari muara sungai Kampar yang masuk ke waduk hingga ke arah Dam Site menunjukkan semakin ke arah Dam Site jenis yang hidup semakin berkurang tetapi kelimpahannya semakin meningkat hal ini terjadi akibat adanya perbedaan zona pada waduk yang kondisi fisika kimianya berbeda. Untuk itu perlu penelitian lanjutan melihat struktur komunitas fitoplankton pada zona yang berbeda di waduk tersebut.

4. Simpulan

Fitoplankton yang ditemukan di waduk PLTA Koto Panjang sebanyak 17 jenis, termasuk dalam 4

kelas yaitu Bacillariophyta ada 6 jenis, Chlorophyta 5 jenis, Crysophyta 3 jenis dan kelas Cyanophyta 3 jenis.

Nilai indeks keanekaragaman berkisar dari 2,13 - 3,13, indeks dominasi berkisar dari 0,18-0,22 dan indeks keseragaman fitoplankton berkisar dari 0,86 - 0,91. Hal ini menunjukkan bahwa struktur komunitas fitoplankton di waduk PLTA Koto Panjang baik, tidak ada spesies yang mendominasi dan keseragaman fitoplankton berada dalam keadaan seimbang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Diana Azizah, SPi, MSi, Reni Handarini, SPi, Heriyanto SPi dan Rifaldi atas bantuannya dalam pengambilan sampel air dan fitoplankton di lapangan. Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak PT CPI (Chevron Pacific Indonesia) dan Dirjen Pendidikan Tinggi atas bantuan dana sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih pula penulis sampaikan kepada PLN sektor PLTA Koto Panjang beserta stafnya atas segala fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

Daftar Pustaka

- APHA. 1992. *Standard Method for The Examination of Water and Wastewater*. American Public Health Association. Washington. D.C.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press.
- Fachrul, M. F. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Heruman, H. 1999. Kebijakan Pengelolaan Danau dan Waduk Ditinjau dari Aspek Tata Ruang National Makalah disajikan dalam *Seminar dan Workshop on Lake and Reservoir Management and Utilization*. Bogor 30 November 1999. PPLH-IPB. Bogor.
- Jorgensen, S.E. and R.A. Vollenweider. 1988. *Guidelines of Lake Management. Vol.1*. Principles of Lake Management International Lake Environment Committee. United Nations Environment.
- Kibria, G, D. Nugegoda. and P.Lam. R. Fairclough. 1996. *Aspect of Phosphorus Pollution from Aquaculture*. Naga The ICLARM Quarterly. July 1996. P: 20-24.
- Lawrence, I., M.Bormans, R. Oliver., G.Ransom., B. Sherman., P.Ford dan N. Schofield. 2000. *Factors Controlling Algae Growth and Composition in Reservoirs: Report of Reservoir Manager Workshops*. Comperative Research Centre for Freshwater Ecology.
- Nastiti, A.S., S. Nuroniah, S.E. Purnamaningtyas, dan E.S. Kartamiharja. 2001. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 7(2). 14-21.
- Nastiti, A.S., D.W.H. Tjahjo., K.Purnomo., H.Satria., A. Nurfiarini., A. Suryandari., N. Widarmanto., Y. Sugiyanty., A. Warsa dan M. Nasir. 2006. *Rehabilitasi Populasi Ikan di Danau Teluk (Jambi) dan Waduk Koto Panjang (Riau)*. Pusat Riset Perikanan Tangkap Badan Riset Kelautan dan Perikanan. DKP. Jakarta.

- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology ed 3*. Saunders. Philadelphia. 574 p.
- Phillips, M.J., R. Clarke. and A. Mowat. 1993. Phosphorous Leaching from Atlantic Salmon Diets. *Aquaculture Engineering*, 12. 47-54.
- PLN. 2002. *PLTA Koto Panjang*. Perusahaan Listrik Negara. Pekanbaru
- Ryding, S.O. and W.Rast. 1989. *The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoir*. The Porthenon Publishing Group. New Jersey.
- Saeni, M.S. 1989. *Kimia Lingkungan*. Departemen P dan K. Dirjen Pendidikan Tinggi. PAU Ilmu Hayat. IPB.
- Thomt, K.W.W., B.L. Kimnel, and F.E. Payne. 1990. *Reservoir Limnology. Ecological Perspective*. A Wiley Interscience Publication. New York.
- Weber, C.I. 1973. *Biological Field and Laboratory Methods for Measuring the Quality of Surface Water and Effluents*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio. EPA670-4-73-001.