

Phosphate Concentration from the Water around the Floating Cage Fish Culture Area and from the Area with No Cage, in the DAM Site of the Koto Panjang Reservoir

By

Ali Akbar Navis¹⁾, Asmika H. Simarmata²⁾, Clemens Sihotang²⁾

E-mail : shivanboy@yahoo.com

Abstract

In floating cage fish culture activities, degradation of feed remain and fish feces will increase the Phosphate content in the surrounding area. A research aims to understand the Phosphate concentration in the water from the cage area and from the area that has no cage has been done from July - November 2014. There were 3 stations, namely 200 m upstream of the cage area (S1), in the cage area (S2) and 200 m downstream of the cage area (S3). Samplings were conducted in the DAM site 4 times, once/2 weeks. In each station, water samples were collected from 3 different depth, surface; 2 secchi and 4 secchi depths. Parameters measured were pH, Phosphate concentration, Dissolved Oxygen, transparency, temperature and depth. Results shown that the concentration of Phosphate in the S1 was 0.03 mg/L – 0.13 mg/L; in the S2 was 0.13 mg/L – 0.35 mg/L; and in the S3 was 0.07 mg/L – 0.22 mg/L. The highest concentration of the Phosphate was in S2, while the lowest was in the upstream (S1). Phosphate concentration indicates that the DAM site area of the Koto Panjang can be classified as eutrophic, especially in the area around the cage. Other water quality parameter measured were temperature: 30.6°C – 31°C; transparency 1.98 m – 2.55 m; depth 27 m – 40 m; pH 5 and free CO₂: 4.66 mg/L- 15.31 mg/L. *the values of water quality parameters indicate that the water quality in the DAM site of the Koto Panjang is good and might be able to support the life of aquatic organisms in the area.*

Keywords: phosphate, cage fish culture, Koto Panjang Dam

1) *Student of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University*

2) *Lecturers of the Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University*

PENDAHULUAN

Waduk merupakan suatu bentuk perairan tawar tergenang yang terbentuk karena pembendungan aliran sungai oleh manusia. Perairan ini memiliki luas dan kedalaman yang berfluktuasi. Fluktuasi ini ditentukan oleh fungsi waduk sebagai pembangkit tenaga listrik, pengairan, perikanan dan lain sebagainya (Nurdin, 2003).

Waduk PLTA Koto Panjang dibangun pada tahun 1992 seluas 12400 ha. Sumber air waduk berasal dari beberapa sungai diantaranya adalah sungai Kampar Kanan, Kapau (wilayah Sumatera Barat), tiwi, takus, gulamo, mahat, osang, arau kecil, arau besar dan cundig (Krismono, Nurdawati, Tjahjo dan Nurfitriani, 2006). Waduk PLTA Koto Panjang berfungsi untuk pembangkit listrik, pencegah banjir, air minum, irigasi, perikanan, dan pariwisata.

Perairan waduk PLTA Koto Panjang telah dimanfaatkan masyarakat sebagai budidaya keramba jaring apung yang intensif dengan pemberian pakan buatan (Nur dalam Siagian 2010). Mc Donald dalam Simarmata (2007) menyatakan bahwa 30% dari jumlah pakan yang diberikan tertinggal sebagai pakan yang tidak dikonsumsi dan 25% – 30% dari pakan yang dikonsumsi akan diekskresikan. Jumlah pakan yang tidak termakan serta hasil ekskresi oleh ikan yang ada dalam keramba jaring apung akan menyebabkan akumulasi limbah organik di badan air, limbah organik tersebut akan didekomposisi oleh bakteri menjadi unsur hara salah satunya adalah fosfat.

Fosfat merupakan nutrisi yang dapat digunakan dalam menentukan kesuburan perairan dan menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan fitoplankton. Fosfat di perairan berada dalam bentuk terlarut berupa ortofosfat, bentuk padatan berupa mineral batuan dan bentuk tersuspensi dalam sel organisme seperti bakteri, plankton, sisa tanaman dan protein (Effendi, 2000). Penelitian mengenai fosfat sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Sastra (2003), yang menyatakan konsentrasi fosfat di Waduk PLTA Koto Panjang berkisar 0,0035 – 0,0590 mg/L. Amir (2003) menyatakan konsentrasi fosfat berkisar 0,0560 – 0,0700 mg/L. Selanjutnya Nur (2006) menyatakan konsentrasi fosfat berkisar 1,00 – 1,3 mg/L. Dalam kurun beberapa tahun terlihat adanya peningkatan konsentrasi fosfat.

Barg (1992) dalam Simarmata (2007) menyatakan bahwa bahan organik akan mengendap di sekitar lokasi KJA jika kecepatan pengendapan partikel jauh lebih besar dari pada kecepatan arus. Dengan demikian konsentrasi bahan organik di lokasi KJA akan lebih besar dibanding sebelum KJA. Selanjutnya bahan organik akan didekomposisikan menjadi unsur hara salah satunya fosfat. Jika konsentrasi fosfat

di air meningkat akan menyebabkan eutrofikasi dan selanjutnya terjadi penurunan kualitas air. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai fosfat di dalam dan di luar KJA waduk PLTA Koto Panjang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2014 di Waduk PLTA Koto Panjang. Pengukuran kualitas air dilakukan di lapangan seperti, oksigen terlarut, kecerahan, derajat keasaman, suhu, kedalaman, sedangkan pengukuran fosfat dilakukan di Laboratorium Produktifitas Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey langsung dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel langsung di Waduk Koto Panjang. Data yang diperoleh berupa data primer dan sekunder. Data primer berupa data yang dikumpulkan dari lapangan yaitu data kualitas air dan data kelimpahan fitoplankton baik yang dianalisis di lapangan maupun di laboratorium. Data sekunder yaitu berupa data yang diperoleh dari instansi-instansi yang berkaitan dengan penelitian ini.

Untuk memperoleh data konsentrasi fosfat dan kualitas air lainnya di Waduk PLTA Koto Panjang ditetapkan 3 stasiun secara horizontal yaitu sebelum area KJA, dalam area KJA dan sesudah area KJA dan sampling vertikal ditentukan dengan kecerahan yaitu 3 kedalaman secara vertikal yaitu permukaan, 2 Secchi dan 4 perairan. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak empat kali di setiap stasiun dengan interval waktu pengambilan sampel 2 minggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fosfat

Konsentrasi fosfat di Waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian menunjukkan konsentrasi yang bervariasi pada tiap stasiun dapat dilihat pada Lampiran 4. Konsentrasi fosfat rata-rata di permukaan selama penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang berkisar 0,04 mg/L – 0,13 mg/L. Pada 2 kali kedalaman *Secchi Disk* berkisar 0,07 mg/L – 0,21 mg/L. Sedangkan konsentrasi fosfat pada 4 kali kedalaman *Secchi Disk* berkisar 0,12 mg/L – 0,35 mg/L seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Fosfat pada Masing-masing Stasiun disekitar DAM Site Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Stasiun	Titik Sampling	Fosfat (mg/L)
Stasiun 1	Permukaan	0,03
	2 <i>Secchi Disk</i> (5,10 m)	0,07
	4 <i>Secchi Disk</i> (10,20 m)	0,13
Stasiun 2	Permukaan	0,13
	2 <i>Secchi Disk</i> (3,96 m)	0,21
	4 <i>Secchi Disk</i> (7,92 m)	0,35
Stasiun 3	Permukaan	0,07
	2 <i>Secchi Disk</i> (4,20 m)	0,12
	4 <i>Secchi Disk</i> (8,40 m)	0,22
Rata-rata Konsentrasi Fosfat		0,147

Sumber : Data Primer 2014

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata konsentrasi fosfat selama penelitian baik dipermukaan, 2 kali kedalaman secchi, dan 4 kali kedalaman secchi, tertinggi di stasiun 2. Tingginya konsentrasi fosfat di stasiun 2 karena aktifitas budidaya keramba jaring apung berpusat pada area ini. Kegiatan budidaya ikan sistem KJA dikelola

secara intensif, sehingga tidak seluruh pakan yang diberikan dimanfaatkan oleh ikan-ikan peliharaan dan akan jatuh ke dasar ke perairan. Garno (2002) menyatakan bahwa pakan ikan merupakan penyumbang bahan organik tertinggi di waduk (80%). Hal yang sama juga disampaikan Mc Donald *dalam* Simarmata (2007) menyatakan bahwa 30% dari jumlah pakan yang diberikan tertinggal sebagai pakan yang tidak dikonsumsi dan 25 – 30% dari pakan yang dikonsumsi akan diekskresikan. Pakan yang terbuang ke perairan dan hasil ekskresi ikan akan didekomposisi oleh bakteri menjadi unsur hara berupa fosfat. Sehingga konsentrasi fosfat di stasiun 2 (didalam/disekitar KJA) menjadi lebih tinggi dibanding diluar KJA (stasiun 1/sebelum KJA dan stasiun 3/setelah KJA).

Aktivitas KJA di stasiun 2 akan menyumbang bahan organik ke perairan, yang mana bahan organik akan mengakibatkan kekeruhan dan rendahnya kecerahan. Hal ini sesuai dengan Parson *et al.*, (1984) yang menyatakan bahwa nilai kecerahan dipengaruhi oleh cuaca serta padatan tersuspensi. Selanjutnya menurut Sumich (1998) *dalam* Elfinurfajri (2009) kecerahan sangat ditentukan oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik maupun anorganik yang tersuspensi dalam perairan, kepadatan plankton, jasad renik dan detritus. Selanjutnya rendahnya nilai kecerahan di stasiun 2 (Tabel 4) ini akan mempengaruhi proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan pendapat Sari dan Usman (2012) yang menyatakan bahwa kecerahan merupakan faktor penting bagi proses fotosintesis dan produksi primer dalam suatu perairan. Jika unsur hara tersedia, maka yang menjadi faktor pembatas proses fotosintesis adalah cahaya. Kimball (1992) menyatakan bahwa faktor utama yang mempengaruhi fotosintesis agar dapat berlangsung adalah cahaya, air, unsur hara dan karbondioksida. Sehingga meskipun di

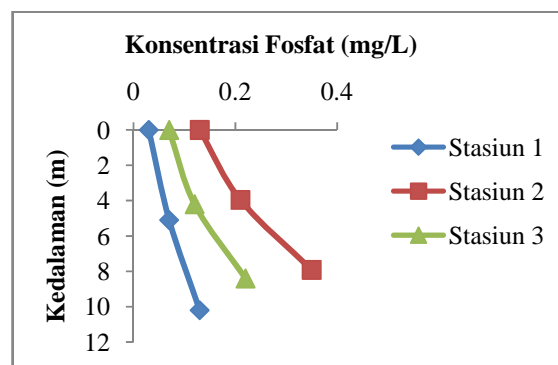
stasiun 2 tersedia unsur hara dalam jumlah yang banyak (Tabel 2), tetapi karena kecerahannya relatif rendah (Tabel 3), maka fotosintesis tidak berjalan maksimal. Akibatnya kelimpahan fitoplankton di stasiun ini rendah dan konsentrasi oksigen terlarut juga rendah (Tabel 4). Effendi, (2003) menyatakan sumber oksigen terlarut di perairan dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton.

Sedangkan konsentrasi fosfat terendah di stasiun 1 karena sedikitnya masukan bahan organik. Hal ini karena stasiun 1 jauh dari aktifitas KJA. Sehingga nilai kecerahan relatif tinggi selanjutnya kelimpahan fitoplankton tertinggi di stasiun 1 (Lampiran 5) sehingga diduga pemanfaatan unsur hara yaitu fosfat lebih optimal hal ini menyebabkan konsentrasi fosfat di stasiun 1 rendah. Tingginya kelimpahan fitoplankton diikuti dengan tingginya konsentrasi oksigen terlarut di stasiun 1 (Tabel 4). Selanjutnya jika dibandingkan antara stasiun 1 dan stasiun 3, konsentrasi fosfat di stasiun 3 relatif lebih tinggi hal ini disebabkan pola arus menuju ke hilir sehingga bahan organik di stasiun 2 akan terbawa arus menuju stasiun 3 (Gambar 2).

Profil konsentrasi fosfat di setiap stasiun menunjukkan kecenderungan meningkat dengan bertambahnya kedalaman (Gambar 3). Hal yang sama dengan penelitian Walukow (2010) yang menyatakan bahwa berat jenis fosfat lebih besar dari berat jenis air sehingga sebagian besar fosfat yang ada di perairan tenggelam dan mengendap di dasar perairan. Selanjutnya Salmin (1997) yang menyatakan bahwa pada suatu perairan di permukaan kadar fosfatnya rendah sedangkan pada lapisan yang lebih dalam kadar fosfatnya lebih tinggi. Ini dipengaruhi oleh sifat dan keberadaan bahan organik di perairan.

Bahan organik di perairan mengalami pengendapan sehingga konsentrasi bahan organik di dasar perairan akan semakin tinggi. Harahap (2000) menyatakan bahwa kandungan fosfat akan meningkat dengan meningkatnya kedalaman. Semakin dalam maka kandungan unsur hara (fosfat) semakin tinggi.

Selanjutnya konsentrasi fosfat di permukaan lebih rendah dari pada kedalaman 2 *Secchi* dan dasar (Gambar 3). Hal ini terjadi karena rata-rata kelimpahan fitoplankton di permukaan lebih tinggi dari pada kelimpahan fitoplankton pada kedalaman 2 *Secchi* (Lampiran 5). Suryono *et al.*, (2006) menyatakan bahwa terjadi perbedaan konsentrasi unsur hara khususnya fosfat di permukaan dengan kolom air. Hal ini disebabkan karena pengaruh keberadaan fitoplankton yang memanfaatkan unsur hara salah satunya fosfat dalam proses fotosintesis, sehingga semakin dalam kolom perairan akan diikuti oleh semakin lemahnya intensitas cahaya yang masuk maka proses fotosintesis dan pemanfaatan unsur hara fosfat akan semakin berkurang.



Gambar 3. Konsentrasi Fosfat Dilihat Secara Vertical Pada Masing-masing Stasiun di Waduk PLTA Koto Panjang.

Goldman dan Horne (1983) menyatakan bahwa kesuburan perairan berdasarkan konsentrasi fosfat dapat dibagi atas lima tingkatan yaitu : 0,000 – 0,020 mg/L kesuburan rendah (ultra oligotrofik),

0,021 – 0,050 mg/L kesuburan cukup (oligotrofik), 0,051 – 0,100 mg/L kesuburan sedang (mesotrofik), 0,101 – 0,200 mg/L kesuburan baik sekali (eutrofik) dan > 0,200 perairan terlalu subur (hipertrofik). Jika konsentrasi fosfat dari hasil penelitian ini (rata-rata 0,147 mg/L) dibandingkan dengan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa perairan Waduk PLTA Koto Panjang tergolong perairan yang tingkat kesuburannya eutrofik terutama di area sekitar DAM SITE.

Parameter Penunjang Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kehidupan organisme yang ada di perairan. Parameter kualitas air yang diukur dan diamati selama penelitian meliputi parameter fisika yaitu kecerahan, suhu, kedalaman, parameter kimia seperti pH.

Parameter Fisika

Data pengukuran parameter fisika selama penelitian yaitu suhu, kecerahan dan kedalaman di Waduk PLTA Koto Panjang dapat dilihat pada Lampiran 5. Nilai rata-rata parameter fisika yaitu suhu berkisar 30,6 °C – 31 °C, kecerahan 1,96 m – 2,55 m dan kedalaman 27 m – 40 m. Seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Nilai Parameter Fisika di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Stasiun	Parameter Fisika		
	Suhu (°C)	Kecerahan (m)	Kedalaman (m)
1	30,6	2,55	40
2	30,8	1,98	27
3	31	2,10	28

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai suhu, kecerahan dan kedalaman pada masing-masing stasiun berbeda. Untuk lebih jelasnya masing-masing parameter dibahas lebih lanjut.

Suhu

Suhu di perairan dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan dan merupakan salah satu faktor abiotik yang memegang peranan penting bagi kehidupan organisme perairan (Wardoyo *dalam* Pratama, 2012). Hasil pengukuran suhu pada setiap stasiun di perairan Waduk PLTA Koto Panjang menunjukkan bahwa rata-rata suhu tertinggi ditemukan di stasiun 3 yaitu 31 °C dan terendah di stasiun 1 (30,6 °C). Jika dilihat dari suhu rata-rata di setiap stasiun tidak jauh berbeda (Tabel 3). Hal ini karena Indonesia merupakan daerah tropis. Hal ini sesuai pendapat Nontji (1993) yang menyatakan bahwa suhu di perairan tropis relatif stabil. Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang, suhu masih mendukung kehidupan organisme di perairan tersebut. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Parkins *dalam* Yuliana (2001), bahwa kisaran suhu optimal untuk kehidupan dan perkembangan organisme akuatik adalah 25 – 32°C.

Kedalaman

Kedalaman perairan selama penelitian berkisar 27 – 40 m, dimana kedalaman tertinggi di Stasiun 1 yaitu 40 m dan terendah di Stasiun 2 yaitu 27 m. Perbedaan kedalaman yang terjadi disebabkan oleh pengaruh morfologi Waduk PLTA Koto Panjang.

Parameter Kimia

Data pengukuran parameter kimia selama penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang dapat dilihat pada (Lampiran 5). Nilai rata-rata parameter kimia yaitu oksigen terlarut berkisar 3,28 – 7,17 mg/L dan pH masing-masing stasiun adalah 5 seperti disajikan pada Tabel 5.

abel 4. Rata-rata Nilai Parameter Kimia di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

St	Titik Sampling	Parameter Kimia	
		DO (mg/L)	pH
1	Permukaan	7,17	5
	2 <i>Secchi Disk</i> (5,1 m)	5,85	5
	4 <i>Secchi Disk</i> (10,2 m)	4,52	5
2	Permukaan	6,57	5
	2 <i>Secchi Disk</i> (3,96 m)	5,44	5
	4 <i>Secchi Disk</i> (7,92 m)	3,28	5
3	Permukaan	6,87	5
	1,5 <i>Secchi Disk</i> (4,2 m)	5,43	5
	2 <i>Secchi Disk</i> (8,4 m)	4,00	5

Sumber : Data Primer 2014

Tabel 5 menunjukkan bahwa konsentrasi oksigen terlarut pada masing-masing stasiun berbeda. Sedangkan nilai pH tidak berbeda yaitu 5. Untuk lebih jelasnya masing-masing parameter dibahas lebih lanjut.

Derajat Keasaman (pH)

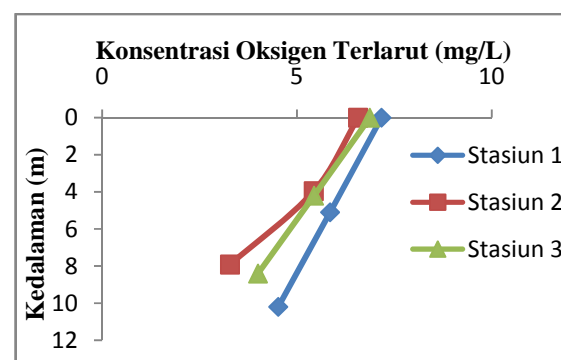
Hasil pengukuran pH selama penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang baik Stasiun 1, 2 ataupun 3 memiliki nilai pH yang sama (Tabel 5). Effendi (2003) menyatakan bahwa pH akan meningkatkan kecepatan hidrolisis polifosfat menjadi orthofosfat yang larut dalam air sehingga akan meningkatkan konsentrasi fosfat perairan.

Berdasarkan pH perairan Waduk PLTA Koto Panjang masih tergolong baik dan mendukung kehidupan organisme. Hal ini sesuai dengan pendapat Wardoyo (1981), bahwa pH perairan yang mendukung kehidupan organisme secara wajar adalah antara 5 – 9. Selanjutnya Kordi dan Tancung (2005) menyatakan bahwa nilai derajat keasaman yang ideal adalah 4 – 9.

Oksigen Terlarut (DO)

Konsentrasi DO di Waduk PLTA Koto Panjang di permukaan perairan selama penelitian berkisar 6,57 mg/L – 7,17 mg/L, konsentrasi tertinggi di stasiun 1 (7,17 mg/L) dan terendah di Stasiun 2 (6,57 mg/L). Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut di stasiun 2 disebabkan banyaknya KJA di area ini sehingga diduga pemanfaatan DO di stasiun 2 ini lebih besar karena ikan-ikan yang ada di KJA, Selain itu sisa pakan dan hasil ekskresi ikan dari aktivitas KJA akan menyebabkan bahan organik meningkat, selanjutnya bahan organik mengalami proses dekomposisi, dimana proses dekomposisi ini membutuhkan oksigen. Boyd, (1982) menyatakan kehilangan oksigen terlarut disebabkan oleh kegiatan respirasi organisme perairan dan proses dekomposisi oleh decomposer. Tingginya konsentrasi oksigen terlarut di stasiun 1 karena kelimpahan fitoplankton di stasiun ini tinggi. Effendi (2003) menyatakan bahwa oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi udara dan fotosintesis.

Selanjutnya, jika dilihat dari permukaan sampai dasar profil vertikal oksigen terlarut cenderung menurun (Gambar 4).



Gambar 4. Profil Vertikal Oksigen Terlarut (DO) pada Masing-masing Stasiun di Waduk PLTA Koto Panjang Selama Penelitian

Relatif rendahnya konsentrasi DO pada kedalaman 4 *Secchi* dibandingkan

kedalaman permukaan dan 2 *Secchi* disebabkan intensitas cahaya matahari akan berkurang dengan bertambahnya kedalaman sehingga proses fotosintesis semakin berkurang disamping itu di dasar juga terjadi proses dekomposisi yang membutuhkan oksigen. Hal ini sesuai dengan pendapat Adiwilaga *et al.*, (2009) yang menyatakan bahwa konsentrasi oksigen cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman karena suplai oksigen dari proses fotosintesis dan difusi menurun. Sesuai dengan pendapat Pescod (1973) menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang aman bagi kehidupan organisme akuatik minimal 2 mg/L dan tidak terdapat bahan lain yang bersifat beracun sudah cukup mendukung kehidupan perairan secara normal. Maka jika dilihat dari kandungan DO yang diamati selama penelitian, Waduk PLTA Koto Panjang masih layak untuk mendukung kehidupan organisme.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi fosfat di Waduk PLTA Koto Panjang tertinggi di dalam area keramba jaring apung (stasiun 2) dan terendah di luar area keramba jaring apung (stasiun 1). Berdasarkan konsentrasi fosfat rata-rata disekitar DAM SITE Waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian menunjukkan bahwa perairan Waduk PLTA Koto Panjang tergolong eutrofik.

Saran

Penelitian ini dilakukan di musim kemarau pada saat tinggi muka air rendah, disarankan untuk melakukan penelitian mengenai konsentrasi fosfat di dalam dan di luar keramba jaring apung pada musim hujan atau pada saat tinggi muka air maksimum sehingga dapat memberikan

informasi yang lebih lengkap di Waduk PLTA Koto Panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwilaga, E. M., S. Hariyadi dan N. T. M. Pratiwi 2009. Perilaku Oksigen Terlarut Selama 24 Jam Pada Lokasi Keramba Jaring Apung di Waduk Saguling Jawa Barat. *Jurnal Limnotek*. Vol. XIV, no. 2, p. 109-118.
- Boyd, CE. 1982. Water quality management in pond fish culture. *Internasional center aquaculture, angricultural experiment station, aubun university alabama*. 318 hal
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Garno, Y. S. 2002. Beban pencemaran limbah perikanan budidaya dan eutrofikasi waduk pada DAS Citarum. *J. Tek. Ling. P3TL-BBPT* 3.122-120.
- Goldman, R. C. and A. J. Horne. 1983. *Limnology*. Mc Graw-Hill International Book Company. Tokyo. 464 p.
- Harahap, S. 2000. Analisis Kualitas Air Sungai Kampar dan Identifikasi Bakteri Patogen di Desa Pongkai dan Batu Bersurat Kecamatan Kampar. *Laporan Penelitian*. Lembaga Penelitian. Universitas Riau. (tidak diterbitkan).
- Kimball JW. 1992. *Biologi Umum*. Jakarta: Erlangga. (tidak di terbitkan)

- Kordi, M. G dan Tancung A. B., 2005. Pengelolaan Kualitas air. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta. 208 hal.
- Krismono, ASN., S. Nurdawati, D.W.H. Tjahjo dan A. Nurfitriani. 2006. Status terkini sumberdaya di waduk PLTA Koto Panjang propinsi Riau. Prosiding seminar nasional ikan IV. Jatiluhur. 29-30 agustus 2006. 273-291.
- Pratama, R. 2012. Kajian Produktivitas Primer Fitoplankton di Waduk Siguling, Desa Bongas dalam Kaitannya dengan Kegiatan Perikanan. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 3(4) : 51 – 59.
- Nurdin, S. 2003. Manajemen Sumberdaya Perairan Pengantar Perikanan dan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Press. Perkanbaru 141 hal.
- Nur. M. 2006 evaluasi pengelolaan waduk PLTA Koto Panjang sebagai upaya pelestarian fungsi waduk yang berkelanjutan. Sekolah pascasarjana. IPB. Bogor
- Suryono, T., S. Nomosatryo, dan E. Mulyana. 2006. Tingkat Kesuburan Perairan Danau Singkarak, Padang, Sumatera Barat. Prosiding Seminar Nasional Limnologi. LIPI. Padang. 86 hal (tidak diterbitkan).
- Persons, T. R, M. Tkahashi, dan B. Hargrave. 1984. Biological oceanographic processes. Pergamon press. 3rd Edition. Newyork-toronto.
- Pescod, M. B. 1973. Investigation of Rational Effluent and Stream Standard for Tropical Countries. A. I. T, Bangkok. 59 hal.
- Pratama, R. 2012. Kajian Produktivitas Primer Fitoplankton di Waduk Siguling, Desa Bongas dalam Kaitannya dengan Kegiatan Perikanan. Jurnal Perikanan dan Kelautan. 3(4) : 51 – 59.
- Wardoyo, S. 1981. Analisis Dampak Lingkungan Suatu Proyek Terhadap Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. PPLH-UNDIP-PSL-IPB. Bogor. 208 hal.
- Walukow, A. F. 2010. Jurnal Kajian Parameter Kimia Fosfat di Perairan Danau Sentani Berwawasan Lingkungan. Vol: 08. No. 1. 07-13.
- Yuliana. 2001. Struktur Komunitas Dan Kelimpahan Fitoplankton Dalam Kaitannya Dengan Parameter Fisika –Kimia Perairan Di Danau Laguna Ternate, Maluku Utara. 14(1).