

Profil Vertikal Oksigen Terlarut di Zona Lakustrin dan Transisi Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau

By:

Azmudin¹⁾, Asmika H Simarmata²⁾, Madju Siagian²⁾

ABSTRACT

The research was conducted from July to September 2013 in PLTA Koto Panjang Reservoir Kampar Regency, Riau Province. This research aims to see the vertical profile of dissolved oxygen in lacustrine and transition zone in the PLTA Koto Panjang reservoir, see the depth is safe for the concentration of dissolved oxygen for aquatic life organisms and to determine the effect of oxygen on the KJA to lacustrine and transition zone. Water samples were collected from four stations, namely station L1 and L2 in lacustrine zone, T1 and T2 in transition zone. In each station, vertical sampling is determined based on transparency namely in the surface, 2 Secchi depth (3 meters), 4 secchi depth (6 meters), 12 meters and in the bottom. Sample was done three times and sampling interval three weeks. The water quality parameters measured were dissolved oxygen, free carbon dioxide, pH, nitrate, phosphate, temperature, depth, transparency, and phytoplankton abundance.

The result shown dissolved oxygen in the surface range 7,14 – 7,94 mg/L, 2 secchi depth 5,35 – 7,81 mg/L, 4 secchi depth 3,01 – 4,67 mg/L, 12 meters 0,68 – 2,33 mg/L and in the bottom 0,14 – 1,37 mg/L. CO₂ range 5,32 – 38,62 mg/L, pH 5,50 – 5,83, nitrate 0,24 – 0,32 mg/L, 0,02 – 0,14 mg/L, temperature 27,67 – 32,33 °C, depth 9,1 – 23,9 m, transparency 86 – 111,67 cm, phytoplankton abundance range 54.004 – 83.469 cells/L. Based on the vertical profile of dissolved oxygen shown the concentration of dissolved oxygen decreases with increasing depth. In the lacustrine zone of dissolved oxygen concentration has anoxic at 12 m.

Keyword : Dissolved Oxygen, Vertical Profile, PLTA Koto Panjang Reservoir

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

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

PENDAHULUAN

Waduk Koto Panjang merupakan salah satu waduk yang terdapat di Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Waduk ini 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 73-85 m. Waduk ini mendapat pasokan air

utama dari Sungai Kampar dan Sungai Batang Mahat yang berhulu di provinsi Sumatera Barat (PLN, 2002). Selain dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik, Waduk PLTA Koto Panjang juga dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar untuk pertanian, pariwisata, perikanan tangkap serta budidaya dengan keramba jaring apung.

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) adalah konsentrasi oksigen terlarut di dalam air. Oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air yang sangat penting bagi kehidupan organisme perairan terutama untuk proses respirasi. Oksigen terlarut di perairan dimanfaatkan oleh seluruh jasad hidup organisme akuatik untuk respirasi, pertumbuhan, metabolisme dan untuk dekomposisi bahan organik. Oksigen terlarut berasal dari proses fotosintesis dan difusi dari udara kedalam perairan, sedangkan proses dekomposisi bahan organik akan mengurangi kadar oksigen terlarut dalam perairan hingga mencapai nol (Effendi, 2000).

Kegiatan keramba jaring apung di Waduk Koto Panjang adalah budidaya intensif dengan memberikan pakan buatan sebagai pakan utama. Menurut Mc Donald *et al. dalam* Simarmata (2007) 30 % dari jumlah pakan yang diberikan tertinggal sebagai pakan yang tidak dikonsumsi dan 25–30 % dari pakan yang dikonsumsi akan diekskresikan. Hal ini menyebabkan banyak bahan organik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan dan sisa ekskresi terakumulasi di dasar perairan sehingga hal tersebut akan mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen oleh mikroorganisme untuk melakukan proses dekomposisi bahan organik.

Meningkatnya laju konsumsi oksigen di perairan hingga melebihi laju

produksi oksigen dapat menyebabkan terjadinya defisit oksigen sehingga lapisan anoksik akan semakin tebal, sedangkan lapisan oksik akan semakin menipis. Oleh karena itu penelitian mengenai profil vertikal oksigen terlarut perlu dilakukan untuk melihat profil vertikal oksigen terlarut pada saat ini dan menentukan kemampuan perairan.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat profil vertikal oksigen terlarut pada zona lakustrin dan transisi di perairan waduk Koto Panjang dan untuk mengetahui pengaruh KJA terhadap oksigen di zona lakustrin dan transisi. Manfaat yang diharapkan dapat memberikan informasi dasar bagi semua pihak dalam pengelolaan sumberdaya perairan dan perikanan ke arah yang lebih baik di perairan Waduk Koto Panjang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2013 yang bertempat di waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. Pengukuran kualitas air dilakukan di lapangan seperti oksigen terlarut, karbondioksida bebas, pH, suhu, kecerahan dan kedalaman. Sedangkan pengukuran nitrat, fosfat dan analisis fitoplankton dilakukan di Laboratorium Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru.

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

Untuk memperoleh data oksigen terlarut serta data kualitas air lainnya di

Waduk PLTA Koto Panjang, sampel air dikumpulkan dari empat stasiun, yaitu stasiun L1 dan L2 di zona lakustrin, stasiun T1 dan T2 di zona transisi. Di setiap stasiun, ditentukan sampling secara vertikal berdasarkan kecerahan yaitu: di permukaan, kedalaman 2 secchi (3 m), kedalaman 4 secchi (6 m), kedalaman 12 m dan di dasar perairan. Pengambilan sampel dilakukan 3 kali pengulangan dengan interval waktu 3 minggu sekali. Untuk lebih jelas tentang parameter kualitas air yang diukur (fisika, kimia dan biologi), metode dan analisis sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Air Yang Diukur, Metode dan Analisis Sampel

Parameter	Satuan	Metode	Analisis Sampel
Fisika - Suhu - Kecerahan - Kedalaman	°C cm cm	Pemuaian Pemantulan -	lapangan lapangan lapangan
Kimia - pH - Oksigen Terlarut - Karbondioksia bebas - Nitrat - Fosfat	- mg/L mg/L mg/L mg/L	Perubahan warna Winkler Titrasi Brucine Stannous chloride	lapangan lapangan lapangan laboratorium laboratorium
Biologi - Fitoplankton	sel/L	Penyaringan, Pengamatan, dan Identifikasi	laboratorium

HASIL DAN PEMBAHASAN

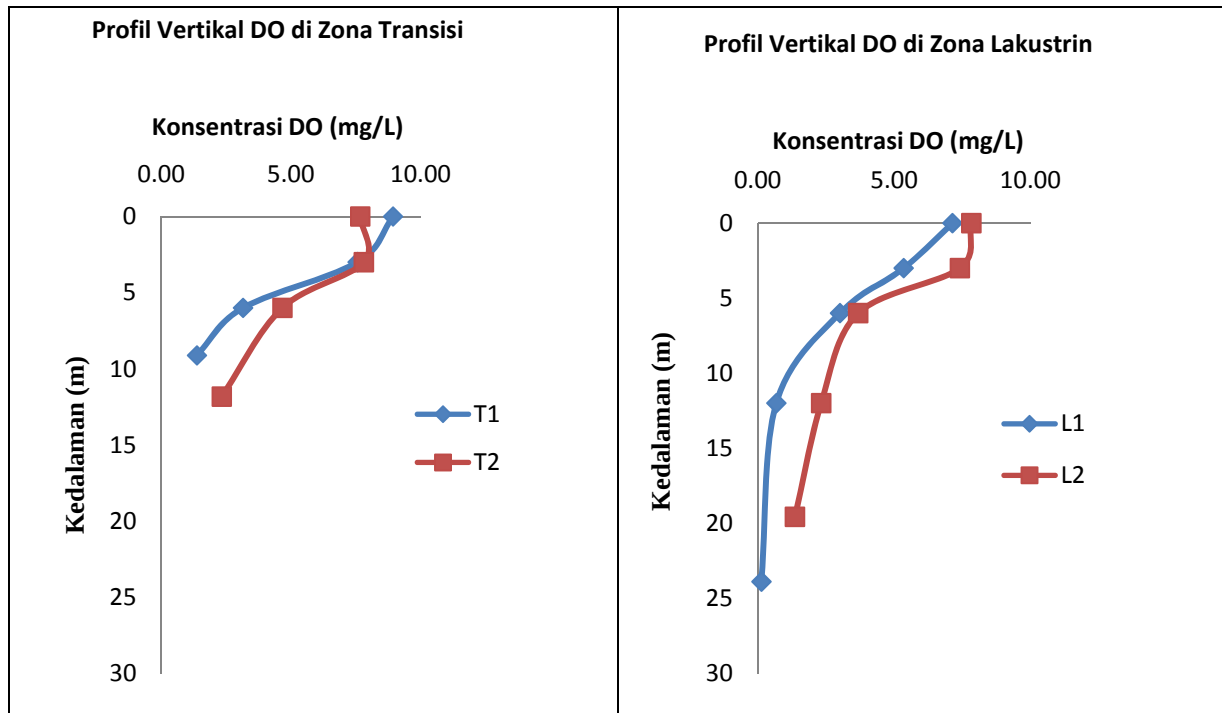
Profil Vertikal Oksigen Terlarut

Rata-rata konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian di waduk PLTA

Koto Panjang berkisar 0,14 – 8,94 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut tertinggi ditemukan di stasiun T1 permukaan yaitu 8,94 mg/L dan konsentrasi terendah

ditemukan di stasiun L1 dasar yaitu 0,14 mg/L. Selanjutnya jika dilihat secara vertikal, konsentrasi oksigen terlarut di permukaan cenderung lebih tinggi

dibandingkan dengan kedalaman dibawahnya, artinya semakin dalam perairan maka konsentrasi oksigen terlarut semakin berkurang (Gambar 1).



Gambar 1. Profil vertikal oksigen terlarut di zona Lakustrin dan Transisi waduk PLTA Koto Panjang.

Tingginya konsentrasi oksigen terlarut di stasiun T.1 permukaan (8,94 mg/L) disebabkan karena letaknya di permukaan. Dimana rata-rata kelimpahan fitoplanktonnya relatif lebih tinggi dibanding stasiun lain (42.060 mg/L). Disamping itu posisi stasiun ini berada di zona transisi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Boyd (1982) yang menyatakan bahwa oksigen terlarut selain bersumber dari proses fotosintesis juga bersumber dari difusi udara dan arus perairan. Sedangkan rendahnya konsentrasi oksigen terlarut di stasiun L.1 dasar (0,14 mg/L)

disebabkan karena letaknya di dasar dan stasiun ini merupakan stasiun yang paling dalam (23,9 m) sehingga cahaya matahari tidak lagi dapat menembus perairan. Effendi (2003) menyatakan bahwa kehilangan oksigen di dasar perairan lebih banyak disebabkan proses dekomposisi bahan organik yang membutuhkan oksigen terlarut. Rendahnya konsentrasi oksigen terlarut di dasar juga diakibatkan di stasiun ini terdapat banyak keramba jaring apung (KJA). Sisa pakan dan hasil ekskresi ikan di KJA akan menyebabkan bahan organik meningkat, selanjutnya bahan

organik akan mengalami proses dekomposisi, dimana proses dekomposisi tersebut akan membutuhkan oksigen. Akibatnya konsentrasi oksigen terlarut di stsiun ini menjadi rendah.

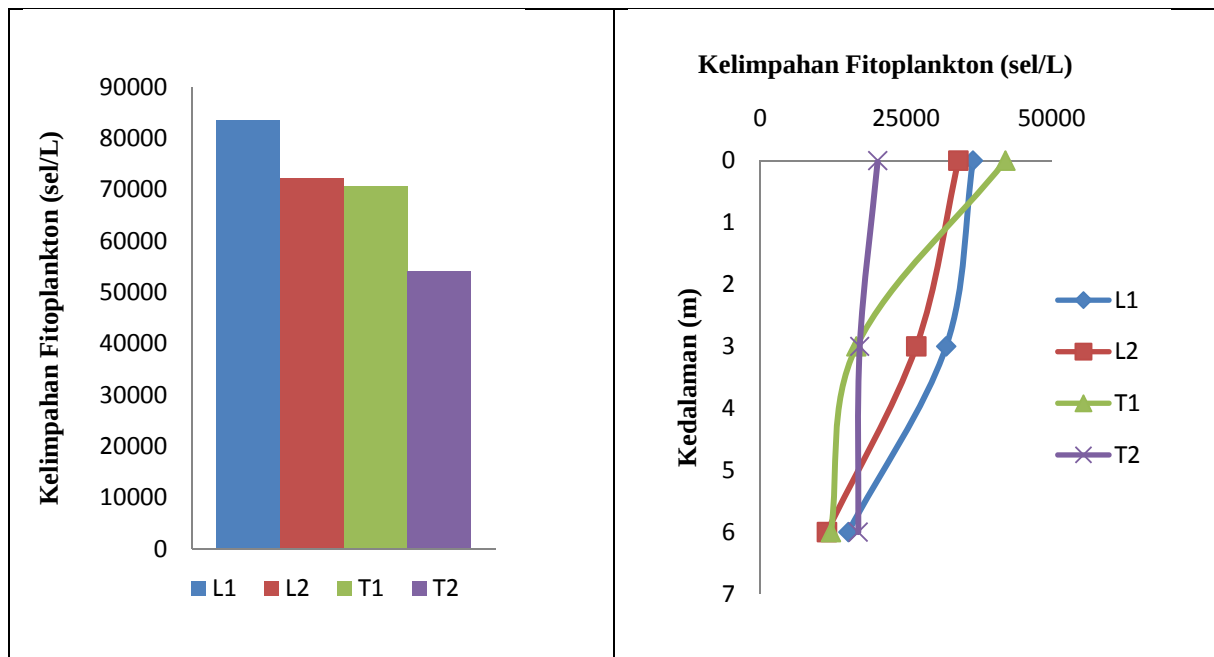
Secara umum rata-rata konsentrasi oksigen terlarut di waduk PLTA Koto Panjang di zona transisi lebih tinggi dibandingkan dengan zona lakustrin. Tingginya rata-rata konsentrasi oksigen terlarut di zona transisi karena zona ini masih dipengaruhi oleh arus. Sedangkan rendahnya rata-rata konsentrasi oksigen terlarut di zona lakustrin karena zona lakustrin memiliki kedalaman yang tinggi sehingga cahaya matahari yang masuk ke perairan akan berkurang, hal ini sesuai dengan hasil pengamatan rata-rata kecerahan di zona lakustrin lebih rendah dibandingkan dengan kecerahan di zona transisi. Sedana *dalam* Sinaga (2010) menyatakan bahwa konsentrasi oksigen terlarut yang ideal untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan organisme akuatik adalah ≥ 5 mg/L. Sehubungan dengan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa kedalaman yang aman untuk kehidupan perkembangbiakan organisme akuatik sesuai dengan uji regresi linear (lampiran 3) untuk zona lakustrin adalah kedalaman 3,4 m dan untuk zona transisi adalah kedalaman 5,6 m.

Tingginya kedalaman oksik untuk kehidupan organisme akuatik di zona transisi dibandingkan zona lakustrin disebabkan zona lakustrin yang terdapat banyak beban organik dari sisa pakan ikan dari KJA sehingga konsentrasi oksigen terlarut akan banyak terpakai untuk proses dekomposisi. Konsentrasi oksigen terlarut berbanding lurus dengan kelimpahan fitoplankton, artinya semakin tinggi kelimpahan fitoplankton maka konsentrasi oksigen terlarut akan semakin tinggi dan kelimpahan fitoplankton akan semakin rendah dengan bertambahnya kedalaman.

Fitoplankton

Jenis fitoplankton yang ditemukan di waduk PLTA Koto Panjang di zona lakustrin dan transisi selama penelitian ada 34 jenis yang terdiri dari 6 kelas yaitu: kelas Bacillariophyceae (4 jenis), kelas Chlorophyceae (22 jenis), kelas Cyanophyceae (4 jenis), kelas Dinophyceae (2 jenis), kelas euglenophyceae (1 jenis), dan kelas Rhodophyceaea (1 jenis).

Dari perhitungan kelimpahan fitoplankton yang dilakukan selama penelitian di waduk PLTA koto Panjang maka diperoleh total kelimpahan fitoplankton berkisar 54.004-83.469 sel/L. Untuk lebih jelas nya tentang kelimpahan fitoplankton dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Kisaran Kelimpahan Fitoplankton Selama Penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang Zona Lakustrin dan Transisi.

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa total kelimpahan fitoplankton terbanyak ditemukan di stasiun L1 yaitu 83.469 sel/L dan yang paling sedikit ditemukan di stasiun T2 yaitu 54.004 sel/L. Tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun L1 disebabkan di stasiun ini banyak terdapat KJA (sekitar 700 petak) sehingga bahan organikya tinggi dan terjadi proses dekomposisi yang menghasilkan unsur hara. Sedangkan rendahnya kelimpahan fitoplankton di stasiun T2 disebabkan karena stasiun ini tidak terdapat KJA.

Selanjutnya dari Gambar 2 juga terlihat bahwa kelimpahan fitoplankton cenderung menurun dengan bertambahnya kedalaman karena makin kedalam intensitas cahaya makin berkurang padahal

proses fotosintesis oleh fitoplankton memerlukan cahaya matahari yang cukup.

Dari total kelimpahan fitoplankton yang diperoleh, perairan waduk PLTA Koto Panjang termasuk kedalam kelompok perairan dengan tingkat kesuburan sedang, hal ini sesuai dengan pendapat Goldman dan Horne (1983) yang mengelompokkan perairan berdasarkan kelimpahan fitoplankton yaitu tingkat kesuburannya rendah ($<10^4$ sel/L), tingkat kesuburannya sedang ($10^4 - 10^7$ sel/L) dan tingkat kesuburannya sangat tinggi ($>10^7$ sel/L).

Suhu

Hasil pengukuran rata-rata suhu perairan selama penelitian berkisar antara 27,7–32,3°C, dimana suhu terendah ditemukan di dasar zona lakustrin (L1 dan

L2 dasar) yaitu 27,7 °C dan suhu tertinggi ditemukan di permukaan zona lakustrin sekitar DAM PLTA koto panjang (L1.0) yaitu 32,3 °C.

Suhu tertinggi rata-rata ditemukan di permukaan perairan karena posisinya yang langsung terkena cahaya matahari, dan suhu terendah ditemukan di dasar perairan karena cahaya matahari tidak tembus hingga ke dasar perairan. Suhu perairan berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Menurut Nontji (1993) suhu di perairan tropis relatif stabil dan suhu perairan akan mempengaruhi fungsi fisiologis organisme akuatik serta akan mempengaruhi proses fotosintesis.

Berdasarkan hasil pengukuran suhu selama penelitian di waduk PLTA Koto Panjang, suhu perairannya dapat mendukung kehidupan organisme di perairan tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyd (1982) menyatakan bahwa kisaran suhu di daerah tropis yang layak untuk kehidupan organisme akuatik adalah 25–32°C.

Kecerahan

Kecerahan rata-rata perairan di waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian berkisar 86–111,67 cm. Kecerahan tertinggi ditemukan di zona transisi dekat sungai Batang Mahat (T1) yaitu 111,67 cm dan kecerahan terendah

ditemukan di zona lakustrin dekat DAM PLTA (L1).

Tingginya kecerahan di stasiun T1 disebabkan stasiun ini merupakan kawasan perairan yang terbuka sehingga permukaan perairan langsung terkena cahaya matahari. Disamping itu stasiun ini terletak di zona transisi yang masih terdapat arus sehingga bahan organik akan tercuci. Sementara rendahnya kecerahan di stasiun L1 diduga karena stasiun ini terdapat banyak KJA sehingga partikel-partikel dari sisa pakan ikan menyebabkan terhalangnya sinar matahari masuk keperairan.

Kecerahan yang didapat selama penelitian di waduk PLTA Koto Panjang tergolong baik dan dapat mendukung kehidupan organisme akuatik yang terdapat didalam perairan, hal ini sesuai dengan pendapat Alaerts dan Santika (1984) yang menyatakan bahwa kecerahan yang baik adalah tidak kurang dari 60 cm.

Kedalaman

Hasil pengukuran kedalaman masing-masing stasiun selama penelitian di waduk PLTA Koto Panjang berkisar 9,1-23,9 m. Kedalaman tertinggi ditemukan di zona lakustrin dekat DAM PLTA Koto Panjang (L1) yaitu 23,9 m dan kedalaman terendah ditemukan di zona transisi dekat sungai Batang Mahat.

Kedalaman suatu perairan selain berpengaruh terhadap konsentrasi oksigen terlarut juga berhubungan dengan unsur hara yang ada di dalam perairan tersebut. Davis (1955) menyatakan bahwa kedalaman suatu perairan sangat menentukan berapa besar penetrasi cahaya matahari yang masuk kedalam suatu perairan dan sangat berperan bagi organisme seperti fitoplankton dalam menyerap energi cahaya matahari. Dengan bertambahnya kedalaman perairan maka konsentrasi oksigen akan berkurang. Hal ini disebabkan karena cahaya yang masuk ke perairan berkurang sehingga fitoplankton tidak dapat menerima energi cahaya matahari untuk melakukan proses fotosintesis.

Derajat Keasaman (pH)

Kisaran pH dari hasil pengamatan yang dilakukan di waduk PLTA Koto Panjang selama penelitian berkisar 5,5-5,8, dimana nilai pH tertinggi rata-rata ditemukan di permukaan perairan dan nilai pH turun seiring dengan bertambahnya kedalaman.

Derajat keasaman akan sangat berpengaruh bagi kehidupan organisme akuatik, dimana pH perairan rendah akan menyebabkan terganggunya sistem penyerapan bagi organisme. Nilai rata-rata pH yang didapat selama penelitian di perairan waduk PLTA Koto Panjang masih

mendukung kehidupan organisme yang ada didalamnya, hal ini sesuai dengan pendapat Wardoyo (1981) yang menyatakan bahwa untuk mendukung kehidupan organisme secara wajar nilai pH nya berkisar 5-9.

Karbon dioksida Bebas

Konsentrasi karbon dioksida bebas selama penelitian berkisar 5,3-38,6 mg/L, konsentrasi tertinggi ditemukan di zona lakustrin dasar sekitar DAM PLTA Koto Panjang (L2.D) dan terendah di zona lakustrin permukaan (L2.0). Secara umum konsentrasi karbon dioksida bebas di perairan waduk PLTA Koto Panjang masih dapat mendukung kehidupan organisme akuatik didalamnya. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyd (1979) yang menyatakan bahwa perairan yang diperuntukkan untuk kegiatan perikanan sebaiknya mengandung konsentrasi karbon dioksida bebas tidak kurang dari 5 mg/L.

Tingginya konsentrasi karbon dioksida bebas di stasiun L1 dasar diakibatkan karena letaknya didasar perairan dan stasiun ini terdapat banyak KJA sehingga terjadi proses dekomposisi. Michael (1994) menyatakan bahwa proses dekomposisi bahan organik dan pernapasan organisme pada suatu perairan dapat meningkatkan konsentrasi karbon dioksida bebas.

Sedangkan rendahnya konsentrasi karbon dioksida bebas di stasiun L2

permukaan diakibatkan karena letaknya dipermukaan perairan sehingga karbondioksida bebas banyak dipakai untuk proses fotosintesis, hal ini sejalan dengan pengukuran kelimpahan fitoplankton yang lebih tinggi dipermukaan dibandingkan dengan kedalaman dibawahnya. Effendi (2003) menyatakan bahwa kadar karbondioksida bebas di perairan dapat mengalami pengurangan bahkan hilang akibat proses fotosintesis oleh fitoplankton.

Nitrat

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di waduk PLTA Koto Panjang diperoleh rata-rata konsentrasi nitrat 0,24-0,32 mg/L, dimana konsentrasi tertinggi ditemukan di stasiun T2 dasar dan konsentrasi terendah ditemukan di permukaan perairan pada masing-masing stasiun.

Tingginya konsentrasi nitrat di stasiun T2 dasar disebabkan karena stasiun ini terletak dekat muara Sungai Kampar dan juga dekat dengan perkebunan sawit, diduga nitrat masuk dari sisa pupuk yang digunakan petani dan terbawa oleh air permukaan pada saat terjadi hujan sehingga mengakibatkan banyaknya bahan-bahan yang masuk dan terkumpul didasar perairan. Sedangkan konsentrasi nitrat terendah rata-rata ditemukan pada permukaan perairan setiap stasiun karena

konsentrasi nitrat cenderung meningkat dengan bertambahnya kedalaman.

Fosfat

Konsentrasi rata-rata fosfat yang ditemukan selama penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang berkisar 0,02-0,14 mg/L, dimana konsentrasi fosfat tertinggi ditemukan di stasiun lakustrin sekitar DAM PLTA (L1.D) yaitu 0,14 mg/L dan konsentrasi terendah ditemukan di zona trasnisi dekat sungai kampar.

Tingginya konsentrasi fosfat di stasiun L1 dasar disebabkan karena pada staiun ini mendapat banyak pasokan unsur hara karena terdapat banyak KJA (sekitar 700 petak) sehingga pakan ikan yang terbuang akan terakumulasi didasar perairan, disamping itu di pinggiran stasiun ini terdapat banyak pohon yang kemudian pelapukan dari pohon dan daun akan meningkatkan jumlah fosfat di stasiun ini. Sedangkan rendahnya konsentrasi fosfat di T2 disebabkan karena posisinya terletak di zona trasnisi dari sungai kampar yang masih dipengaruhi oleh sedikit arus sehingga fosfat terbawa oleh arus.

Berdasarkan kisaran konsentrasi fosfat yang diperoleh selama penelitian maka perairan waduk PLTA Koto panjang tergolong dalam perairan yang cukup subur, hal ini sesuai dengan pendapat Poernomo dan Hanafi (1982) yang

menyatakan bahwa tingkat kesuburan perairan dapat dibagi menjadi 4 yaitu: (1) kesuburan rendah konsentrasi fosfat berkisar 0,00-0,020 mg/l, (2) kesuburan cukup konsentrasi fosfat berkisar 0,021-0,050 mg/l, (3) kesuburan baik 0,051-0,100 mg/l dan (4) kesuburan sangat baik 0,101-0,201 mg/l.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar berkisar 0,14 – 8,94 mg/L. Rata-rata konsentrasi oksigen terlarut di zona lakustrin berkisar 0,21-7,62 mg/L dan Konsentrasi oksigen terlarut di zona transisi berkisar 1,03-8,94 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut berkurang dengan bertambahnya kedalaman.

Kedalaman lapisan oksik yang aman untuk kehidupan organisme akuatik di Waduk PLTA Koto Panjang untuk saat ini adalah kedalaman 5,6 m di zona transisi dan 3,4 m di zona lakustrin.

Saran

Perlu adanya penelitian mengenai hubungan antara oksigen dengan bahan organik untuk mengetahui secara pasti apakah konsentrasi oksigen terlarut yang rendah disebabkan oleh banyaknya jumlah KJA di suatu perairan., serta perlu pengelolaan keramba jaring apung di

Waduk PLTA Koto Panjang yang lebih teratur untuk menjaga kehidupan organisme perairan yang lebih baik lagi sehingga dapat dimanfaatkan secara berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan S. S. Santika. 1984. *Metoda Penelitian Air. Usaha Nasional*, Surabaya. 39 hal.
- Boyd, C. E and C. S Tucker. 1982. *Water quality and pond soil analyses for aquaculture*. Departemen of Fisheries and Allied Aquacultures. Agricultural Experiment Station, Auburn University. Alabama. 183p.
- Boyd, C. E. 1979. *Water Quality Management for Fish Pond Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York. 482 pp.
- Davis, C.G. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press, Michigan. 562 pp.
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB Bogor. 259 hal. (tidak diterbitkan).
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 258 hal.
- Goldman, C. R. and A. J. Horne. 1983. *Limnology*. Internal Student Edition. Mc. Graw Hill International Book Company. Tokyo. 152 p.
- Nontji, A. 1993. *Faktor-Faktor yang Berkaitan Dengan Dinamika Kelimpahan Phytoplankton*. Tesis.

- Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor. 25 hal. (tidak diterbitkan).
- Michael, P. 1994. Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Laboratorium, Universitas Indonesia Press. Jakarta. 67 hal.
- Poernomo, A. M dan A. Hanafi. 1982. Analisis Kualitas Air untuk Keperluan Perikanan. Balai Latihan Perikanan Darat. Bogor. 49 hal. (tidak diterbitkan).
- PLN. 2002. PLTA Koto Panjang. Perusahaan Listrik Negara. Pekanbaru. (Tidak Diterbitkan).
- Simarmata, A. H. 2007. Kajian Keterkaitan Antara Kemantapan Cadangan Oksigen Dengan Beban Masukan Bahan Organik Di Waduk Ir. H. Juanda Purwakarta, Jawa Barat. Disertasi Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. 142 hal.
- Sinaga, F. R. 2010. Hubungan keberadaan pakan alami dengan distribusi ikan-ikan selais di danau baru desa buluh cina kabupaten kampar provinsi riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. (tidak diterbitkan).
- Wardoyo, S. T. H. 1981. Kriteria Kualitas Air Untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan Training Analisa Dampak Lingkungan. PPLH-PS IPB. Bogor. 40 hal.