

Profil Vertikal Fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Kelurahan Lembah Sari Kabupaten Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru

By:

Nursaida Sitompul¹, Asmika Harnalin Simarmata², Madju Siagian²

Abstract

A research on vertical profile of phosphate in Bandar Kayangan Lembah Sari Reservoir, Lembah Sari Village Rumbai Pesisir. This research aims to understand the vertical profile of phosphate in this reservoir. Water samples were collected from six station, namely station R₁ and R₂ in riverine zone, T₁ and T₂ in transition zone and L₁ and L₂ in lacustrine zone. There were three sampling sites in each station in the surface, 2,5 Secchi depth and bottom.

The result shown phosphate range 0,017-0,247 mg/l, pH was 5, dissolved oxygen (DO) 2,6-6,8 mg/l, biological oxygen demand (BOD₅) 3,8-7,4 mg/l, ammonia 0,06-0,29 mg/l, transparency 47,0-55,8 cm, temperature 31-31,70°C, depth 1,6-5,0 m. Based on data obtained, it can be concluded that in riverine zone, concentration phosphate in the bottom higher than in surface, whereas in the other zone, phosphate concentration in the surface higher than in the bottom. The concentration of phosphate in lacustrine zone showed the trophic status was eutrophic.

Keywords: *phosphate, the vertical profile, Bandar Kayangan Lembah Sari Reservoir*

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

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

PENDAHULUAN

Danau Buatan atau Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari luasnya lebih kurang 12 ha terletak di Kelurahan Lembah Sari Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru. Waduk ini dibangun dengan membendung Sungai Ambang dan Sungai Merbau.

Fosfat merupakan unsur kunci dalam kesuburan perairan dan nutrisi yang 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).

Aktivitas yang terdapat di daratan dan di dalam Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari memberi masukan berupa bahan organik ke dalam perairan. Masukan tersebut selanjutnya akan didekomposisi menjadi unsur hara (N dan P) serta bahan

toksik. Jika bahan organik terlalu tinggi maka unsur hara seperti nitrat dan fosfat yang dihasilkan juga akan tinggi, dan ini akan mengakibatkan eutrofikasi.

Berdasarkan penelitian Prangin-angin (2011), konsentrasi fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari berkisar antara 0,06-0,08 mg/l. Selanjutnya Tarigan (2012) menyatakan konsentrasi fosfat berkisar antara 0,09-0,24 mg/l. Dalam kurun waktu satu tahun terlihat adanya peningkatan konsentrasi fosfat.

Penelitian mengenai profil vertikal fosfat sudah pernah dilakukan sebelumnya yaitu Baikal (2001) di Waduk PLTA Koto Panjang. Dari hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa profil vertikal fosfat di Waduk PLTA Koto Panjang dari permukaan sampai ke dasar semakin meningkat. Di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari belum pernah dilakukan penelitian mengenai profil vertikal fosfat. Sementara itu berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan fosfat di waduk. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian untuk melihat profil vertikal fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil vertikal fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari. Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai informasi dasar untuk pengembangan dan pengelolaan Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2012, di perairan Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Kelurahan Lembah Sari Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru. Analisis sampel dilaksanakan di lapangan dan di Laboratorium Produktivitas Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan dan bahan kimia untuk pengukuran kualitas air yang dipakai di laboratorium dan lapangan. Disamping itu juga digunakan kamera digital untuk dokumentasi, perahu motor untuk pengambilan sampel dan GPS (*Global Position System*) untuk menentukan posisi titik sampling.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei, yaitu dengan melakukan pengamatan dan pengambilan sampel langsung di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari. Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari data lapangan berupa data kualitas air, baik yang diukur dan diamati

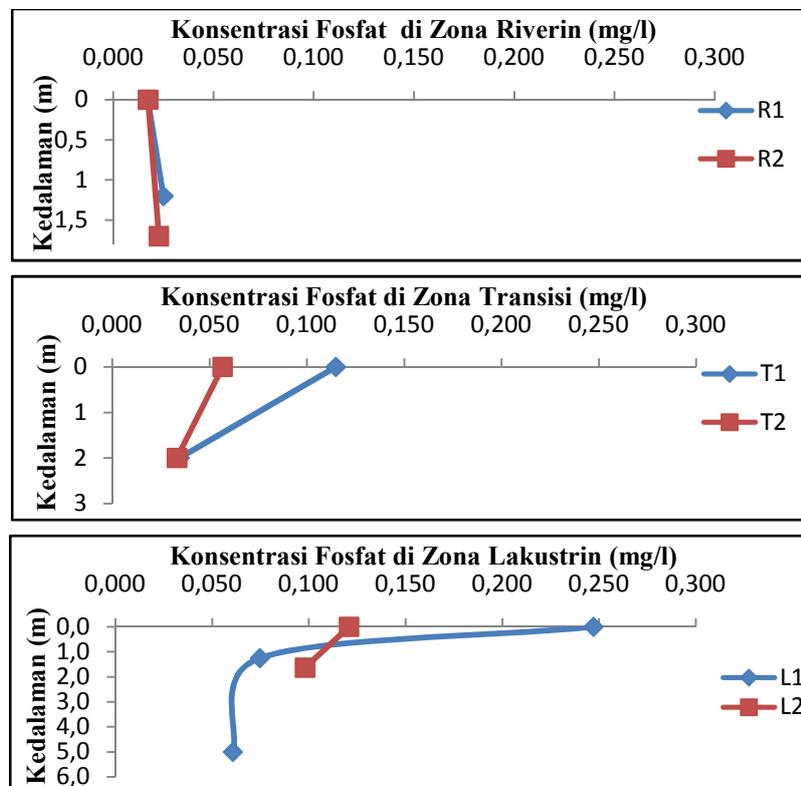
di lapangan ataupun yang dianalisis di laboratorium. Data sekunder berupa literatur yang mendukung penelitian.

Stasiun pengamatan dalam penelitian ini, secara horizontal ditentukan berdasarkan zonasi di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari, yaitu zona riverin, transisi dan lakustrin. Pada masing-masing zona terdapat dua stasiun. Sedangkan sampling secara vertikal ditentukan berdasarkan nilai kecerahan. Titik sampling vertikal di masing-masing stasiun ada dua kecuali di stasiun L₁, yaitu di permukaan (0 m) dan di dasar waduk, sementara di stasiun L₁ terdapat tiga titik sampling vertikal yaitu pada permukaan (0 m), 2,5 kali Secchi (1,25 m) dan dasar waduk.

Data hasil pengukuran parameter kualitas air di lapangan dan data di laboratorium ditabulasikan dalam bentuk tabel serta digambarkan dalam bentuk grafik. Data yang telah ditabulasikan dan digambarkan dianalisa secara deskriptif kemudian dibahas berdasarkan literatur yang ada dan dikaitkan dengan parameter kualitas air lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fosfat



Gambar 1. Profil Vertikal Fosfat pada Masing-Masing Zona di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Selama Penelitian

Konsentrasi fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari selama penelitian berkisar 0,017-0,247 mg/l, dimana konsentrasi tertinggi ditemukan di stasiun L₁ permukaan dan terendah di stasiun R₁ dan R₂ permukaan. Tingginya konsentrasi fosfat di zona lakustrin disebabkan adanya aktivitas pariwisata dan KJA yang menghasilkan limbah organik seperti sampah-sampah, sisa pakan dan kotoran ikan ke dalam waduk. Sedangkan rendahnya konsentrasi fosfat di zona riverin diduga disebabkan rendahnya bahan organik yang terdapat di zona ini baik yang berasal dari sungai maupun dari sekitar, hal ini ditandai dengan rendahnya BOD₅ (Gambar 3) sehingga fosfat yang dihasilkan sedikit.

Apabila dibandingkan konsentrasi fosfat antar zona terlihat bahwa makin ke bawah konsentrasi fosfat semakin berkurang kecuali di zona riverin (Gambar 1). Profil vertikal fosfat di zona riverin Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari cenderung meningkat ke arah dasar. Hal ini sejalan dengan pendapat Simanjuntak (1996) dalam Salmin (1997) yang menyatakan bahwa pada suatu perairan di permukaan kadar fosfatnya rendah sedangkan pada lapisan yang lebih dalam kadarnya lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena di dasar waduk terjadi proses dekomposisi yang menghasilkan fosfat, yang ditandai dengan rendahnya oksigen dan tingginya BOD₅ (Tabel 1). Selanjutnya Baikal (2001) menyatakan bahwa tingginya konsentrasi fosfat didasar dibandingkan permukaan karena unsur fosfat mengendap sehingga unsur fosfat terakumulasi di dasar. Sementara di zona transisi dan lakustrin konsentrasi fosfat di permukaan cenderung lebih tinggi daripada di dasar. Hal ini disebabkan di zona transisi dan lakustrin bagian permukaan memiliki kelimpahan fitoplankton lebih rendah jika dibandingkan dengan kedalaman 2,5 kali Secchi sehingga fosfat di permukaan sedikit dimanfaatkan oleh fitoplankton. Hal ini sejalan dengan pendapat Ulqodry, Yulisman, Syahdan dan Santoso (2010), yang menyatakan bahwa adanya kandungan fosfat yang rendah dan tinggi pada kedalaman-kedalaman tertentu dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kelimpahan fitoplankton dan arus.

Berdasarkan pendapat Joshimura dalam Sugianto (1995), kesuburan perairan berdasarkan fosfat, dibagi atas lima kategori yaitu: konsentrasi fosfat 0,00-0,020 mg/l (kesuburan rendah), 0,021-0,050 mg/l (kesuburan cukup), 0,051-0,100 mg/l (kesuburan baik), 0,101-0,200 mg/l (kesuburan baik sekali) dan > 0,200 mg/l (perairan terlalu subur). Berdasarkan pendapat tersebut, maka dapat diketahui tingkat kesuburan di

masing-masing zona Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari yaitu di zona lakustrin sudah berada pada status kesuburan terlalu subur, sedangkan di zona riverin status kesuburannya cukup dan di zona transisi status kesuburannya baik. Dari hasil penelitian ini terlihat, berbeda zona tingkat kesuburannya berbeda yaitu semakin mengarah ke dam tingkat kesuburannya semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa KJA di zona lakustrin sudah memberikan pengaruh yang kurang baik di perairan. Keadaan yang demikian terjadi karena masukan bahan organik dari sisa pakan dan sisa ekskresi dari KJA perlu diperhatikan.

Kualitas Air

Parameter Kimia

Data parameter kimia di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Pengukuran Parameter Kimia pada Masing-Masing Zona dan Stasiun Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Selama Penelitian

Zona	Stasiun	Titik Sampling	Parameter Kimia			
			pH	DO (mg/l)	BOD ₅ (mg/l)	Ammonia (mg/l)
Riverin	R ₁	Permukaan	5	6,8	4,1	0,10
		Dasar	5	3,1	6,9	0,08
	R ₂	Permukaan	5	6,7	4,1	0,12
		Dasar	5	3,3	6,5	0,20
Transisi	T ₁	Permukaan	5	6,3	4,8	0,21
		Dasar	5	3,4	6,8	0,24
	T ₂	Permukaan	5	6,5	4,4	0,18
		Dasar	5	4,1	5,8	0,19
Lakustrin	L ₁	Permukaan	5	6,1	3,8	0,11
		2,5xSecchi	5	5,1	4,5	0,12
		Dasar	5	2,6	7,4	0,06
	L ₂	Permukaan	5	5,8	4,8	0,11
Dasar		5	3,4	6,5	0,29	

Oksigen Terlarut (DO)

Konsentrasi DO di Waduk Bandar Kayangan selama penelitian berkisar 2,6-6,8 mg/l. Konsentrasi tertinggi ditemukan di stasiun R₁ permukaan dan terendah di stasiun L₁ dasar. Tingginya konsentrasi DO di stasiun R₁ permukaan disebabkan masih adanya arus. Selain itu dari hasil penelitian Mayunita (2012), di stasiun R₁ permukaan memiliki kelimpahan fitoplankton yang tinggi sehingga DO yang dihasilkan dari hasil fotosintesis juga tinggi. Sedangkan rendahnya konsentrasi DO di stasiun L₁ dasar disebabkan dalamnya stasiun L₁ dibandingkan dengan stasiun lain sehingga DO di stasiun ini rendah karena sumber DO terbatas.

Jika dilihat konsentrasi DO antar zona, profil vertikal DO selama penelitian menunjukkan pola yang cenderung sama, yaitu konsentrasi DO di permukaan lebih tinggi dibandingkan dasar. Hal ini disebabkan karena di permukaan terjadi proses fotosintesis oleh fitoplankton yang menghasilkan oksigen terlarut. Selain itu, oksigen terlarut di permukaan juga berasal dari difusi udara, sehingga konsentrasi oksigen pada bagian permukaan lebih tinggi daripada di dasar. Sementara di dasar, suplai oksigen sedikit dan dimanfaatkan oleh organisme dasar dalam proses respirasi dan juga oleh organisme pengurai dalam proses penguraian atau dekomposisi, sehingga konsentrasi oksigen terlarut di dasar rendah. Hal ini sesuai dengan pendapat Adiwilaga, Hariyadi dan Pratiwi (2009), yang menyatakan bahwa konsentrasi DO cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kedalaman karena suplai oksigen dari proses fotosintesis dan difusi menurun. Selain itu pada lapisan dasar perairan terjadi akumulasi bahan organik yang membutuhkan oksigen dalam proses penguraiannya. Hal ini ditandai dengan tingginya BOD₅ pada bagian dasar waduk dibandingkan dengan bagian permukaan.

Konsentrasi DO antar zona di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari pada bagian permukaan tidak jauh berbeda, begitu juga pada bagian dasar. Konsentrasi DO di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari, di permukaan masih mendukung kehidupan organisme akuatik, sedangkan pada bagian dasar sudah mulai mengganggu tetapi tidak sampai mematikan bagi organisme akuatik. Hal ini sejalan dengan ketentuan UNESCO/WHO/UNEP (1992) dalam Suryono, Sunanisari, Mulyana dan Rosidah (2010) bahwa bahwa konsentrasi oksigen terlarut kurang dari 4 mg/l dapat menimbulkan efek yang kurang menguntungkan bagi hampir semua organisme akuatik, jika kadar oksigen terlarut yang kurang dari 2 mg/l dapat menyebabkan kematian ikan.

Oksigen terlarut dimanfaatkan oleh organisme pengurai untuk mendekomposisi bahan organik menjadi unsur hara, salah satunya adalah fosfat. Konsentrasi DO di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari menunjukkan bahwa DO masih mendukung proses dekomposisi di waduk.

BOD₅

Konsentrasi BOD₅ di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari selama penelitian berkisar 3,8-7,4 mg/l. Konsentrasi tertinggi ditemukan di stasiun L₁ dasar dan terendah di stasiun L₁ permukaan. Tingginya konsentrasi BOD₅ di stasiun L₁ dasar disebabkan

stasiun L₁ merupakan stasiun yang paling dalam di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari sehingga bahan organik mengendap dan terakumulasi di dasar, akibatnya bahan organik di dasar lebih tinggi dibandingkan permukaan. Menumpuknya bahan organik di dasar menyebabkan tingginya proses dekomposisi yang terjadi sehingga nilai BOD₅ di dasar tinggi. Sedangkan rendahnya konsentrasi BOD₅ di stasiun L₁ permukaan disebabkan oleh terjadinya proses pengendapan bahan organik dari permukaan ke dasar sehingga bahan organik cenderung tinggi di dasar.

Jika dilihat konsentrasi BOD₅ antar zona, profil vertikal BOD₅ selama penelitian menunjukkan pola yang cenderung sama, yaitu konsentrasi BOD₅ di dasar relatif tinggi dibandingkan permukaan. Hal ini sesuai dengan pendapat Anggoro (1996) dalam Panjaitan (2009), yang menyatakan bahwa pada perairan yang relatif tenang (*stagnant*) seperti waduk, limbah organik yang masuk kemungkinan akan mengendap dan terakumulasi pada substrat dasar perairan sehingga menumpuknya bahan pencemar organik di dasar perairan akan menyebabkan proses dekomposisi oleh organisme pengurai juga semakin meningkat, sehingga konsentrasi BOD₅ meningkat. Hal ini ditandai dengan rendahnya oksigen terlarut di dasar karena banyak dipakai dalam proses dekomposisi.

Canter and Hill (1979) dalam Panjaitan (2009), menyatakan bahwa peningkatan nilai BOD₅ merupakan indikasi menurunnya kandungan oksigen terlarut di perairan karena adanya aktivitas organisme pengurai yang mendekomposisikan bahan organik menjadi unsur hara. Hal ini sejalan dengan perbandingan nilai BOD₅ dengan konsentrasi DO di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari, dimana jika semakin tinggi nilai BOD₅ maka konsentrasi DO akan semakin rendah dan sebaliknya.

Ammonia

Konsentrasi ammonia di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari selama penelitian berkisar 0,06-0,29 mg/l. Konsentrasi tertinggi ditemukan di stasiun L₂ dasar dan konsentrasi terendah di stasiun L₁ dasar. Tingginya konsentrasi ammonia di Stasiun L₂ dasar disebabkan aktivitas KJA menghasilkan sisa pakan yang tidak termakan dan kotoran ikan yang mengendap di dasar dan menjadi sumber ammonia di stasiun ini. Hal ini sesuai dengan Wardhana dalam Purba (2010) mengemukakan bahwa, sisa pakan yang tidak termakan dan kotoran ikan akan teroksidasi dan menyebabkan kandungan ammonia di perairan meningkat. Sedangkan rendahnya konsentrasi ammonia di stasiun

L₁ dasar diduga disebabkan terjadinya proses nitrifikasi oleh bakteri yang mengubah ammonia menjadi nitrat, hal ini sejalan dengan tingginya konsentrasi nitrat di stasiun L₁ dasar sesuai dengan penelitian Rahma (2012).

Jika dilihat konsentrasi ammonia antar stasiun, profil vertikal ammonia semakin ke dasar semakin tinggi kecuali di stasiun R₁ dan L₁ (Gambar 4), hal ini disebabkan oleh rendahnya oksigen terlarut di dasar dibandingkan dengan permukaan sehingga pembentukan ammonia di dasar lebih tinggi daripada di permukaan.

Parameter Fisika

Data Parameter Fisika Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Selama Penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Parameter Fisika Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari Selama Penelitian

Zona	Stasiun	Parameter Fisika		
		Kecerahan (cm)	Suhu (°C)	Kedalaman (m)
Riverin	R ₁	55,83	31	1,2
	R ₂	47,00	31	1,7
Transisi	T ₁	49,00	31	2,0
	T ₂	49,33	31,3	2,0
Lakustrin	L ₁	52,67	31,7	5,0
	L ₂	51,00	31,3	1,6

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kecerahan di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari selama penelitian berkisar 47,0-55,8 cm. Kecerahan tertinggi ditemukan di stasiun R₁ dan terendah di stasiun R₂. Tingginya kecerahan di stasiun R₁ disebabkan stasiun ini lebih terbuka dibanding stasiun lainnya sehingga penetrasi cahaya yang masuk ke perairan lebih dalam. Sedangkan rendahnya kecerahan di stasiun R₂ diduga disebabkan oleh banyaknya partikel tersuspensi sehingga menghambat penetrasi cahaya yang masuk ke perairan. Secara keseluruhan nilai kecerahan di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari termasuk kecerahan rendah, sejalan dengan pendapat Alaerts dan Santika (1984) bahwa kecerahan yang baik berkisar 60-90 cm.

Kedalaman di masing-masing zona Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari berkisar 1,6-5,0 m. Kedalaman tertinggi ditemukan di stasiun L₁ dan terendah di stasiun L₂. Berdasarkan kedalamannya, Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari termasuk waduk dangkal, sejalan dengan pendapat Purnomo *et al.* (1993) yang menyatakan bahwa waduk berdasarkan kedalamannya, dibagi atas dua jenis waduk, yaitu waduk dangkal dengan rata-rata kedalaman kurang dari 15 m dan waduk dalam dengan rata-rata kedalaman lebih besar dari 15 m.

Suhu di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari berkisar 31-31,7°C. Suhu tertinggi ditemukan di stasiun L₁ dan terendah di stasiun R₁, R₂ dan T₁. Tingginya suhu di L₁ disebabkan tenangnya air di stasiun ini sehingga kenaikan suhu cepat. Sedangkan rendahnya suhu di stasiun R₁ dan R₂ disebabkan adanya arus, sedangkan di T₁ diduga masih menerima pengaruh dari stasiun sebelumnya yaitu stasiun R₁ dan R₂ yang berarus dan bersuhu rendah sehingga suhunya menjadi rendah. Berdasarkan hasil pengukuran suhu di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari, suhu perairan masih dapat mendukung kehidupan organisme perairan, sejalan dengan pendapat Perkins *dalam* Yuliana (2001), kisaran suhu optimal untuk kehidupan dan perkembangan organisme akuatik berkisar 25-32°C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa profil vertikal fosfat di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari pada setiap zona berbeda, dimana di zona riverin dari permukaan ke dasar semakin tinggi, sedangkan di zona transisi dan lakustrin dari permukaan ke dasar semakin rendah. Hal ini disebabkan karakteristik masing-masing zona berbeda.

Kondisi kesuburan Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari berdasarkan konsentrasi fosfatnya berbeda di setiap zona. Sementara itu, parameter kualitas air yang diukur selama penelitian menunjukkan bahwa Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari masih mendukung kehidupan organisme di dalamnya.

Saran

Berdasarkan konsentrasi fosfat yang diukur selama penelitian di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari, khususnya di zona lakustrin sudah mengalami eutrofikasi. Hal ini ditandai dengan tingginya konsentrasi fosfat di zona ini bahkan sudah berada pada tingkat kesuburan yang terlalu subur (eutrofik). Berdasarkan hal tersebut, disarankan agar dilakukan pengelolaan aktivitas KJA di Waduk Bandar Kayangan Lembah Sari.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ibu Dr. Ir. Asmika Harnalin Simarmata dan Bapak Dr. Ir. Madju Siagian selaku pembimbing yang telah memberikan yang terbaik dan juga kepada semua pihak yang turut serta dalam penelitian ini.

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.
- Alaerts dan Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya, 309 hal.
- APHA (American Public Health Assosiation). 1998. *Standart Method for the Examination of Water and Wastewater*. American Public Control Federation. 20th edition, Washington DC. American Public Health Assosiation Inc.
- Baikal. 2001. Profil Vertikal Fosfat dan Nitrat di Waduk Koto Panjang Desa Tanjung Balik Kecamatan Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Koto Provinsi Sumatra Barat. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (tidak diterbitkan).
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air Bagi pengelolaan Sumberdaya Lingkungan Perairan*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 259 hal (tidak diterbitkan).
- Panjaitan, P. 2009. *Kajian Potensi Pencemaran Keramba Jaring Apung PT. Aquafarm Nusantara di Ekosistem Perairan Danau Toba*. Sumatra Utara. *Jurnal VISI*. Vol. 17, no. 3, p. 290-300.
- Prangin-angin, B. *Jenis dan Kelimpahan Perifiton pada Tumbuhan Teratai (Nymphaea sp.) di Zona Litoral Waduk Limbungan Kota Pekanbaru*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
- Purba, E. S. 2010. *Hubungan antara Konsentrasi BOD₅ dengan Kosentrasi Oksigen Terlarut (DO) di Sekitar Keramba Jaring Apung (KJA) Waduk Limbungan Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau. Pekanbaru (tidak diterbitkan).
- Salmin. 1997. *Derajat Keasaman (pH) dan Kadar Fosfat di Perairan Sungai Dadap dalam Kaitannya dengan Penelitian Foraminifera Sebagai Bioindikator Pencemaran*. *Jurnal Balitbang Oseanografi, Puslitbang Oseanografi, LIPI, Jakarta*. Vol II no. 2. 2667.
- Suryono, T., S. Sunanisari, E. Mulyana dan Rosidah. 2010. *Tingkat Kesuburan dan Pencemaran Danau Limboto Gorontalo*. Gorontalo. Pusat Penelitian Limnologi-LIPI. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. ISSN 0125-9830 (2010) Vol 36 (1): 49-61.
- Tarigan, S. 2012. *Distribusi Fosfat dan Klorofil-a Secara Vertikal di Sekitar Keramba Jaring Apung Danau Bandar Khayangan Kelurahan Lembah Sari Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru*. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau (tidak diterbitkan).

Ulqodry, Yulisman, Syahdan dan Santoso, 2010. Karakteristik dan Sebaran Nitrat, Fosfat dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah. Jawa Tengah. Jurnal Penelitian Sains. Vol. 13, no. 1 (D), 13109.

Wardoyo, S. 1981. Analisis Dampak Lingkungan Suatu Proyek Terhadap Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. PPLH-UNDIP-PSL-IPB. Bogor. 208 hal.