

**Distribusi Bakteri Nitrifikasi di Danau Paparan Banjir  
Studi Kasus : di Suaka Perikanan Danau Loa Kang, Kalimantan Timur**

**Muhammad Badjoeri**

Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Cibinong Life Science Center, Jl. Jakarta Bogor km 46, Cibinong Bogor, 16911  
Tel: 021-8757071, Fax 021-8757976, E-mail: mbad001@limnologi.lipi.go.id

**ABSTRACT**

**Distribution of Nitrifying Bacteria in Floodplain Lake. Case Study in Lake Loa Kang Fishery Reserve, East Kalimantan.** Lake Loa Kang is a fishery reserve located in a floodplain system of River Mahakam. This floodplain lakes consists of several habitat types among the others are backswamp deposit lakes represented by Lake Loa Kang and Lake Balikpapan. This two floodplain lakes exchange water with River Mahakam and one of its tributary, the River Pela. Nitrification is one key of microbiological process of nitrogen cycle in inland water. The nitrifying bacteria functional group that mediated the process can be detected and identified by enrichment culture. This study was aimed to reveal feature of nitrification process in several floodplain habitat types of Lake Loa Kang Fishery Reserve (LLFR) system with emphasize on the spatial distribution pattern of nitrifying bacteria. The results of the study will be utilized as limnological data base for development of conservation and restoration of Pesut habitat. Water samplings are conducted for three times in 2003, those were in dry season (June), transitional (August) and the rainy (Sept.). Results of the study showed that the number of nitrifying bacteria is highest at connecting channel between floodplain lakes (L. Balik Papan) and River Mahakam and the lowest in small size ephemeral pond in LLFR (Lopak). Ex situ simulation of this biogeochemical cycle indicate a duration of 13 - 21 days to complete the nitrification process. The number of nitritation and nitratation bacteria in Lake Loa Kang in the dry season is smaller compared to the number in rainy season. The duration of nitrification process in LLFR suspected to be influenced by the number of bacteria, organic material and season.

**Key words:** Distribution, Floodplain, Lake Loa Kang Fishery Reserve, Nitrifying bacteria

**PENDAHULUAN**

Sistem paparan banjir Mahakam merupakan komplek danau perairan darat yang satu dengan lainnya saling berhubungan dan bermuara di Lembah Mahakam. Danau Paparan banjir ini

terdiri dari atas danau-danau besar, seperti Danau Semayang (13.000 Ha), Melintang (10.000 Ha) Jempang (15.000 Ha) dan danau-danau kecil, seperti Danau Siran, Batu Bumbun, Loa Kang, Kahol Pongkol dan Balikpapan (Lukman & Gunawan 1998). Sejak beberapa

dekade yang lalu, danau paparan banjir ini mempunyai fungsi yang penting sebagai habitat bagi ikan-ikan perairan darat dan sebagai areal daerah penangkapan

Menurut Suwelo (1984 *dalam* Lukman & Gunawan 1998) di danau paparan banjir Mahakam terdapat 7 wilayah suaka perikanan, sedangkan Hartoto dkk (2002) ada 12 wilayah suaka perikanan di danau paparan banjir Mahakam. Ke 12 wilayah suaka perikanan tersebut masuk dalam suaka perikanan Danau Loa Kang terdiri dari dua danau paparan banjir, yaitu Danau Loa Kang dan Balikpapan (Hartoto dkk. 2002). Secara ekologis ke dua danau tersebut saling berhubungan dan selalu terjadi pertukaran air dengan Sungai Maha-kam. Pertukaran air tersebut disebabkan adanya pasang surut air Sungai Mahakam dan pertukaran melalui Sungai Balikpapan dan Sungai Pela yang merupakan anak sungai Mahakam.

Sekitar 500 tahun yang lalu, pada masa pemerintahan kerajaan Muslim Kutai, Danau Loa Kang sudah merupakan wilayah cagar alam yang dilindungi untuk perikanan dan sejak tahun 1970-an Danau Loa Kang tidak lagi dipelihara dan dihormati sebagai wilayah cagar alam perikanan. Berdasarkan pengamatan Danau Loa Kang merupakan areal yang mempunyai berbagai karakteristik habitat bagi ikan, seperti habitat bertelur, pembesaran, mencari makan dan daerah penjelajahan. Hal ini merupakan informasi penting, mengapa kerajaan Muslim Kutai menjadikan Danau Loa Kang sebagai wilayah

dilindungi karena danau tersebut berhubungan dengan cadangan ikan sebagai makanan dari pesut (*Orcaella brevirostris*) hewan mamalia air tawar, yang sekarang sudah semakin langka (Hartoto dkk. 1997).

Oleh karena lokasi ini merupakan habitat penting dari Pesut mahakam, maka upaya mempelajari faktor-faktor pembatas untuk menunjang sumber pakan pesut sangat diperlukan. Salah pembatas tersebut diantaranya peranan bakteri sebagai produktivitas primer bahan organik.

Nitrogen adalah unsur penyusun protein, yang merupakan elemen penting untuk kehidupan organisme. Tumbuhan hijau memanfaatkan nitrogen terutama dalam bentuk amonia dan nitrat, namun di perairan unsur ini tersedia dalam jumlah yang relatif sedikit jumlahnya, karena itu nitrogen menjadi salah satu faktor pembatas untuk kehidupan tumbuhan di sungai, danau, laut (Rheinheimer 1985).

Nitrifikasi merupakan proses yang sangat penting dalam siklus nitrogen, yang melibatkan oksidasi ammonia menjadi nitrit dan dilanjutkan dengan oksidasi nitrit menjadi nitrat. Menurut Cappucinno & Sherman (1983) dan Rheinheimer (1985), amonia yang dihasilkan dari proses amonifikasi pada lingkungan aerobik oleh bakteri akan dioksidasi menjadi nitrat oleh bakteri yang bersifat khemoautotrofik. Proses nitrifikasi ini berjalan melalui dua tahap, yaitu fase nitritasi dan fase nitratasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran bakteri dan proses nitrifikasi di habitat paparan banjir Suaka

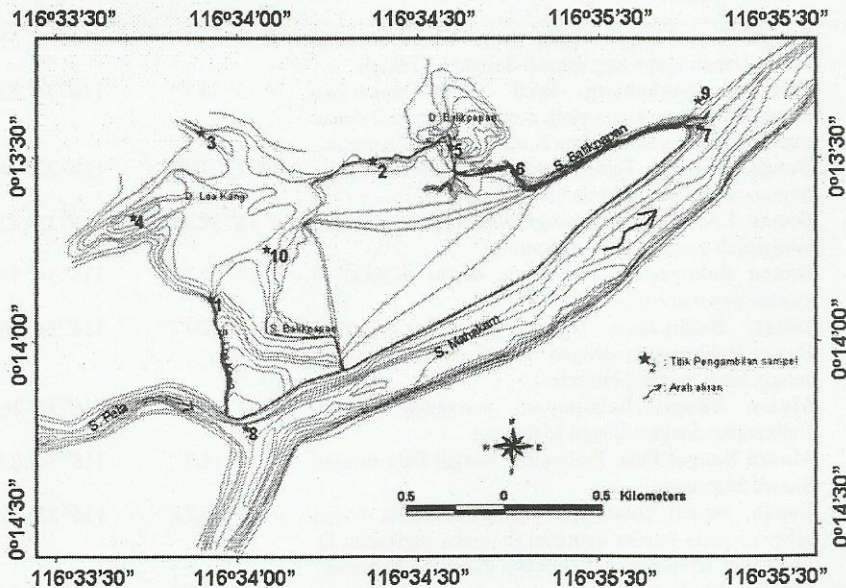
Perikanan Danau Loa Kang. Hasil penelitian ini dapat menjadi data dasar limnologis untuk pengembangan Suaka Perikanan Danau Loa Kang dan restorasi habitat pesut (*Orcaella brevirostris*)

**BAHAN DAN CARA KERJA**

Bakteri nitrifikasi sulit untuk dihitung secara langsung dengan menggunakan metoda agar cawan tebar, selanjutnya untuk mendeterminasi proses dan menghitung sebaran bakteri di danau dapat menggunakan metode Most-Probable-Number (MPN) dan menggunakan media kultur bakteri yang diperkaya.

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2003 di Suaka Perikanan Danau Loa Kang yang terletak di Kecamatan Kota Bangun, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur.

Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pada musim kemarau (Juni), musim peralihan (Agustus) dan musim hujan (September). Pengambilan sampel air dilakukan secara komposit pada 9 stasiun sampling dari air permukaan sampai dengan air dasar sedimen dengan menggunakan botol sampler. Stasiun sampling di Suaka Perikanan Danau Loa Kang diperlihatkan pada Gambar 1. komposisi media yang digunakan untuk bakteri nitrifikasi dapat dilihat pada Tabel 1. Lokasi sampling dan kriteria habitat di Suaka Perikanan Danau Loa Kang dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan untuk perhitungan bakteri nitrifikasi menggunakan metoda MPN (*Most Probable Number*) dengan 3 seri tabung (Cappuccino & Sherman 1983, Rodina 1972).



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

**Tabel 1.** Komposisi media uji untuk perhitungan bakteri nitrifikasi

Preparasi	Komposisi media	Keterangan
Pembentukan nitrit (Nitrite Formation)	<b>Sulfate broth medium</b>	1. MPN (Most Probable Number) dengan 3 seri tabung uji
	1. (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 2 g	2. Tidak disterilisasi
	2. K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 1 g	3. Inkubasi : 21 hari pada temperatur 28 °C
	3. MgSO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 0,5 g	4. NEDD dan reagen sulfanilamide untuk deteksi nitrit atau reagen Trommsdorf's dan asam sulfat (sulfuric acid).
	4. FeSO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 0,4 g	
	4. CaCO <sub>3</sub> 5 g	
	5. Aquadest 1000 ml	
	6. pH medium 7,4	
Pembentukan nitrat (Nitrate Formation)	<b>Nitrite broth medium</b>	1. MPN (Most Probable Number) dengan 3 seri tabung uji
	1. Na NO <sub>3</sub> 1g	2. Reagen : Diphenylamine, sulfuric acid
	2. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 1g	3. Sterilisasi 121°C, 1 atm, 20 minutes
	3. NaCl 0,5 g	4. Inkubasi : 21 hari, temperatur 28 °C
	4. K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> 0,5 g	5. Reagen Brucine (5%) untuk deteksi nitrat
	5. MgSO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 0,3 g	
	6. FeSO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O 0,3 g	
7. Aquadest 1000 ml		

**Tabel 2.** Deskripsi stasiun sampling di Suaka Perikanan Danau Loa Kang

Stasiun	Lokasi dan type habitat	Koordinat	
		Lintang Selatan	Bujur Timur
1	<b>Sungai Loa Kang</b> , saluran yang menghubungkan antara Danau Loa Kang dengan Sungai Mahakam	0° 13' 53.1''	116° 33' 55.61''
2	<b>Saluran penghubung kecil (Inter-Connecting channel)</b> , saluran alami yang menghubungkan 2 danau paparan banjir, yaitu D. Loa Kang dan D. Balikpapan.	0° 13' 30.5''	116° 34' 22.674''
3	<b>Bunga Tunjung</b> , Tempat tumbuhnya tanaman bunga tunjung di system paparan banjir	00° 13' 26.0''	116° 33' 54.0''
4	<b>Danau Loa Kang (Hakang) atau Lebung</b> , Danau dangkal di system paparan banjir	0° 13' 39.85''	116° 33' 42.89''
5	<b>Danau Balikpapan or Lebung</b> , danau dangkal di system paparan banjir	0° 13' 28.32''	116° 34' 35.64''
6	<b>Sungai Balikpapan</b> , saluran penghubung antara Danau Balikpapan dengan Sungai Mahakam (anak sungai kecil dari S. Mahakam)	0° 13' 32,47''	116° 34' 46.14''
7	<b>Muara Sungai Balikpapan</b> , pertemuan Sungai Balikpapan dengan Sungai Mahakam	0° 13' 25.0''	116° 35' 16.53''
8	<b>Muara Sungai Pela</b> . Pertemuan Sungai Pela dengan Sungai Mahakam.	0° 14' 14.0''	116° 34' 0.926''
9	<b>Lopak</b> , seperti kolam kecil yang terbentuk hanya sebentar pada musim kemarau di suaka perikanan D. Loa Kang, tempat ikan berlindung di musim kemarau.	0° 13' 20.73''	116° 35' 16.368''
10	<b>Saluran Maling</b> , berupa saluran buatan kecil yang menghubungkan Danau Loa Kang dengan Sungai Mahakam.	0° 13' 45,8''	116° 34' 5.0''

**HASIL**

Distribusi temporal bakteri nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang (Tabel 3), ditunjukkan dengan ditemukannya jumlah bakteri nitrit tertinggi (13.200 upk/L) di Sungai Balikpapan (St. 6) dan terendah (4.367 upk/L) di Lopak (St. 9). Jumlah bakteri nitrat tertinggi (5.450 upk/L) di Sungai Balikpapan (St.6) dan terendah (390 upk/L) di saluran alami yang menghu-bungkan dua danau paparan banjir (St.2). Tabel 4 terlihat sebaran bakteri nitrifikasi secara spasial, dimana jumlah bakteri nitrit selalu lebih tinggi dibanding bakteri nitrat, dan jumlah bakteri nitrit dan nitrat

paling tinggi di temukan di Sungai Balikpapan (St.6).

Pengamatan secara eks-situ di laboratorium, memperlihatkan waktu yang diperlukan (durasi) proses nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang berkisar 13–21 hari (Tabel 5).

Hasil analisa kualitas air di Suaka Perikanan Danau Loa Kang diperlihatkan pada Lampiran 1 (Yustia-wati & Hartoto 2004) menunjukkan kandungan amonia pada musim kemarau (Juni) dan musim hujan (September) lebih tinggi diban-dingkan pada musim peralihan (Agustus). Kandungan nitrat tertinggi pada musim hujan, sedangkan konsentrasi nitrit tertinggi di musim peralihan (Agustus).

**Tabel 3.** Distribusi temporal bakteri nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang

Stasiun	Jumlah Bakteri Nitrifikasi / L					
	Nitritasi			Nitratasi		
	Juni	Agustus	September	Juni	Agustus	September
1	4600	2400	24000	930	2100	11000
2	-	930	11000	-	390	-
3	-	210	11000	-	230	750
4	4600	-	-	2400	-	-
5	2100	1500	24000	1200	640	4600
6	11000	4600	24000	4600	750	11000
7	-	-	-	-	-	-
8	4600	11000	-	2100	11000	-
9	2100	-	11000	1500	-	4600

**Tabel 4.** Distribusi spasial bakteri nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang

Stasiun	Jumlah Bakteri Nitrifikasi / L		Tipe Habitat
	Nitritasi	Nitratasi	
1	10333	4677	Sungai Loa Kang
2	5965	390	Saluran kecil yang menghubungkan D. Loa Kang dengan D. Balikpapan
3	5605	490	Danau Loa Kang (Hakang)
4	4600	2400	Mata Air Tunjung
5	9200	2147	Danau Balikpapan
6	13200	5450	Sungai Balikpapan
7	-	-	Muara Sungai Balikpapan
8	5200	4367	Muara Sungai Pela
9	4367	3050	Lopak di danau Loa Kang

**Tabel 5.** Durasi Proses Nitrifikasi Proses Nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang.

Stasiun	Lamanya Waktu yang diperlukan Proses Nitrifikasi (Hari)					
	Nitritasi			Nitratasi		
	Junii	Agustus	September	Junii	Agustus	September
1	20,33	17,33	18,00	13,67	12,33	12,67
2	-	17,00	-	-	12,33	-
3	-	17,00	17,67	-	12,67	12,67
4	-	-	-	-	-	-
5	21,00	17,33	17,67	14,00	12,67	-
6	20,33	17,00	18,33	13,33	12,00	13,67
7	-	-	-	-	-	-
8	21,00	17,00	-	14,00	12,67	-
9	21,33	-	18,33	13,67	-	13,00
Rata-rata	20,80	17,11	18,00	13,67	12,50	12,94

Hasil analisa juga menunjukkan adanya korelasi ( $r_{P \leq 0,05; v=13} = 0,608$ ) antara bakteri nitritasi dan bakteri nitratasi dengan kandungan amonia, total bahan organik dan total nitrogen di Suaka Perikanan Danau Loa Kang (Gambar 2).

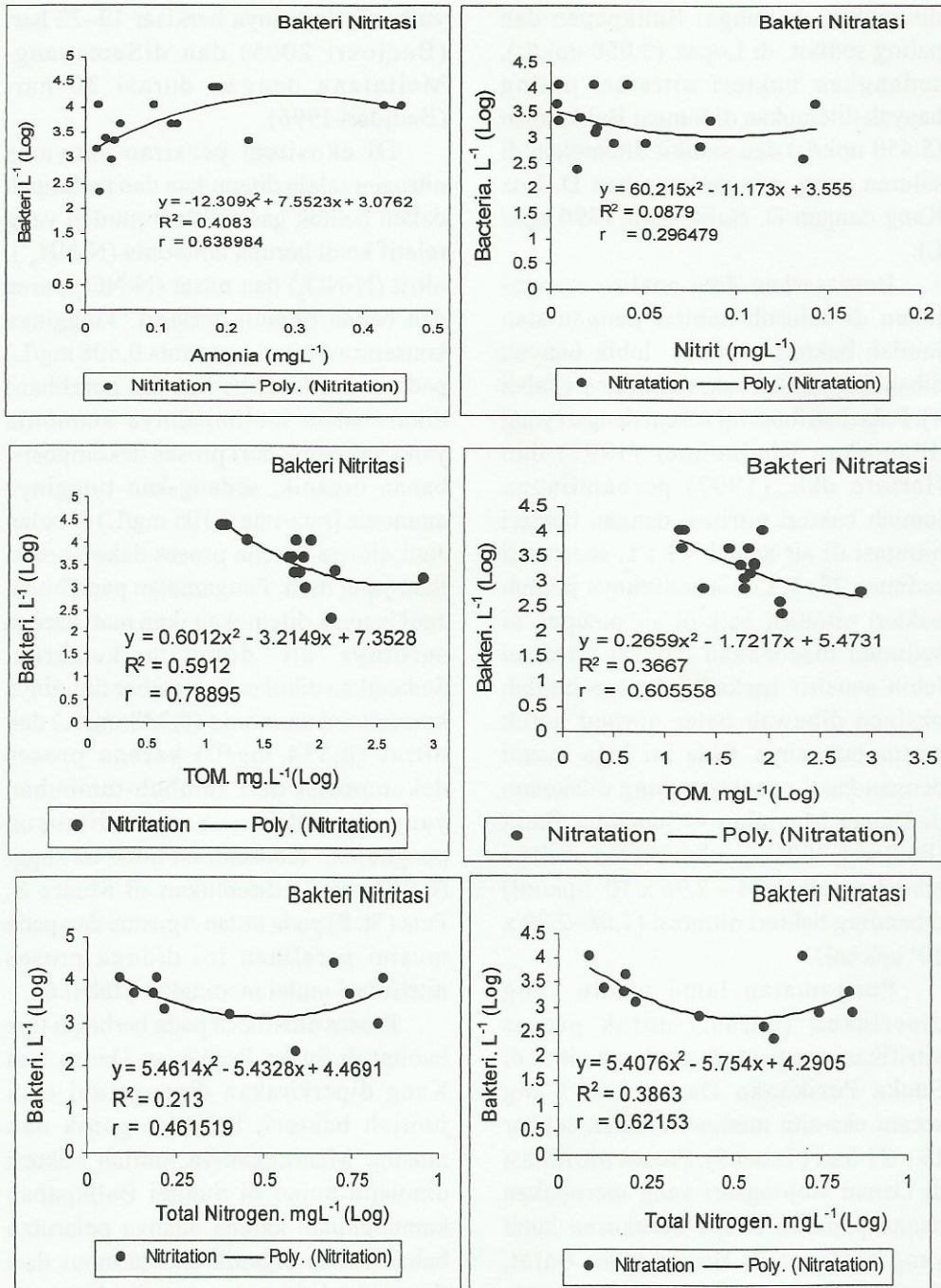
## PEMBAHASAN

Distribusi secara temporal bakteri nitrifikasi di Suaka Perikanan danau Loa kang (Gambar 2) terlihat menyebar sangat bervariasi dan berfluktuasi. Berdasarkan hasil analisa jumlah bakteri nitrifikasi yang ditemukan diduga penyebarannya dipengaruhi oleh musim dan kandungan bahan-bahan organik yang ada di habitatnya. Pada musim kemarau bakteri nitrifikasi, paling banyak jumlahnya ditemukan di S. Balikpapan yaitu 11.000 upk/L (bakteri nitritasi) dan 4600 upk/L (bakteri nitratasi) dan paling sedikit ditemukan di Lopak, bakteri nitritasi 2100 upk/L dan bakteri nitratasi 1200 upk/L di D. Balikpapan. Pada musim peralihan,

bakteri nitritasi dan bakteri nitratasi paling banyak ditemukan di muara S. Pela (11.000 upk/L) dan paling sedikit ditemukan di Mata air Tunjung (bakteri nitritasi 210 upk/L, bakteri nitratasi 230 upk/L). Kondisi ini dikarenakan pada musim kemarau, air Sungai Mahakam surut sehingga hanya sedikit yang dapat masuk ke Danau Balikpapan melalui Sungai Balikpapan dan diperkirakan nutrisi berupa bahan-bahan organik yang terbawa terakumulasi di Sungai Balikpapan. Sedangkan pada musim hujan, bakteri nitrifikasi paling banyak ditemukan di Sungai Balikpapan (bakteri nitritasi 13.200 upk/L, bakteri nitratasi 11.000 upk/L) dan bakteri nitritasi sedikit ditemukan di saluran yang menghubungkan D. Loa Kang dengan S. Mahakam, Mata air Tunjung dan di Lopak 11.000 upk/L, sedangkan bakteri nitratasi sedikit ditemukan di Mata air Tunjung (750 upk/L).

Penyebaran bakteri nitrifikasi secara spasial, terlihat jumlah bakteri nitritasi paling banyak (13.200 upk/L)

Distribusi Bakteri Nitrifikasi di Danau Paparan



Gambar 2. Korelasi antara bakteri nitritasi dan nitratasi dengan amonia, total bahan organik dan total nitrogen di Suaka Perikanan Danau Loa Kang

ditemukan di Sungai Balikpapan dan paling sedikit di Lopak (3.050 upk/L), sedangkan bakteri nitrifikasi paling banyak ditemukan di Sungai Balikpapan (5.450 upk/L) dan sedikit ditemukan di saluran yang menghubungkan D. Loa Kang dengan D. Balikpapan (390 upk/L).

Berdasarkan data analisa menunjukkan di seluruh habitat pengamatan jumlah bakteri nitritasi lebih banyak dibanding jumlah bakteri nitrifikasi (Tabel 4). Pola distribusi ini sesuai dengan yang dilaporkan Rheiheimer (1995) dan Hartoto dkk. (1997) perbandingan jumlah bakteri nitritasi dengan bakteri nitrifikasi di air adalah 13 : 1, sedang di sedimen 28: 1. Lebih sedikitnya jumlah bakteri nitrifikasi baik di air maupun di sedimen disebabkan bakteri nitrifikasi lebih sensitif (peka) terhadap jumlah oksigen dibawah batas normal untuk pertumbuhannya. Pola ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan di Danau Maninjau – Sumatera Barat (Badjoeri, 2005), jumlah bakteri nitritasi lebih banyak ( $1,34 - 2,96 \times 10^3$  upk/ml) dibanding bakteri nitrifikasi ( $1,08 - 2,70 \times 10^3$  upk/ml).

Pengamatan lama waktu yang diperlukan (durasi) untuk proses nitrifikasi sampai terbentuknya nitrat di Suaka Perikanan Danau Loa Kang secara eks-situ memperlihatkan sekitar 13 – 21 hari (Tabel 5). Proses nitrifikasi di Danau Bojongsari yang merupakan danau paparan banjir berukuran kecil yang terdapat di Bogor-Jawa Barat, durasinya berkisar 19,7 – 22 hari (Meutia & Hartoto 1990), dan di Danau Maninjau Sumatera Barat yang merupakan danau

vulkanik durasinya berkisar 12–22 hari (Badjoeri 2005) dan diSemayang-Melintang dengan durasi 30 hari (Badjoeri 1996).

Di ekosistem perairan senyawa nitrogen selalu ditemukan dan melimpah dalam bentuk gas. Dalam jumlah yang relatif kecil berupa ammonia ( $N-NH_4^+$ ), nitrit ( $N-NO_2$ ) dan nitrat ( $N-NO_3$ ), urea dan bahan organik terlarut. Tingginya konsentrasi nitrat (rata-rata 0,408 mg/L) pada bulan Agustus (musim peralihan) dikarenakan melimpahnya ammonia yang terbentuk dari proses dekomposisi bahan organik, sedangkan tingginya ammonia (rata-rata 0,105 mg/L) di bulan Juni diduga karena proses dekomposisi ikan yang mati. Pengamatan pada bulan Juni banyak ditemukan ikan mati karena surutnya air dimusim kemarau. Sedangkan dibulan September tingginya konsentrasi ammonia (0,258 mg/L) dan nitrat (0,334 mg/L) karena proses dekomposisi dari tumbuh-tumbuhan yang terendam banjir dimusim penghujan. Konsentrasi nitrit tertinggi (0,042 mg/L) ditemukan di Muara S. Pela (St. 8) pada bulan Agustus dan pada musim peralihan ini diduga proses nitrifikasi mulai meningkat (Tabel 6).

Proses nitrifikasi pada berbagai tipe habitat di Suaka Perikanan Danau Loa Kang diperkirakan dipengaruhi oleh jumlah bakteri, bahan organik dan musim. Meningkatnya jumlah bakteri dimusim hujan di Sungai Balikpapan kemungkinan karena adanya pelarutan bahan-bahan organik allochthonous dari Sungai Mahakam dan area disekitarnya. Kasus ini sama dengan yang terjadi di Danau Maninjau, dimana pada musim



hujan jumlah bakterinya meningkat karena danau menerima air yang banyak mengandung bahan organik. Seperti Sungai Balikpapan yang menerima air dari Sungai Mahakam yang membawa bahan organik.

Meningkatnya ketersediaan bahan organik kemungkinan dapat memacu pertumbuhan bakteri nitrifikasi. Jumlah bakteri mulai meningkat di musim peralihan (Agustus) dan pada pertengahan musim hujan (September) dan dekomposisi bahan organik menunjukkan adanya korelasi yang signifikan dengan jumlah bakteri. Hasil analisa korelasi ( $r_{\text{tabel } \alpha=0,05; v=13} = 0,608$ ) antara jumlah bakteri nitritasi dengan konsentrasi TOM (total bahan organik,  $r = 0,789$ ;  $y = 0,6012 X^2 - 3,2149 X + 7,3528$ ) dan amonia ( $r = 0,639$ ;  $y = 12,309 X^2 + 7,5523 X + 3,0762$ ) menunjukkan korelasi yang nyata, tapi tidak menunjukkan korelasi yang nyata dengan total nitrogen (TN,  $r = 0,462$ ;  $y = 5,4514 X^2 - 5,4328 X + 4,4691$ ), sedangkan bakteri nitratasi hanya menunjukkan korelasi yang nyata dengan konsentrasi total nitrogen ( $r = 0,622$ ;  $y = 5,4076 X^2 - 5,754 X + 4,2905$ ), (Gambar 2).

## KESIMPULAN

Distribusi spasial bakteri nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang pada musim kemarau menunjukkan jumlah bakteri lebih sedikit dibanding pada musim peralihan dan musim hujan. Proses nitrifikasi di Suaka Perikanan Danau Loa Kang dipengaruhi oleh

jumlah bakteri nitrifikasi, bahan organik dan musim. Proses nitrifikasi memerlukan waktu proses (durasi) sekitar 21 hari dan adanya korelasi antara jumlah bakteri nitrifikasi dengan konsentrasi ammonia, total bahan organik dan total nitrogen. Terdapat korelasi yang nyata antara bakteri nitritasi dengan konsentrasi ammonia dan total bahan organik dan antara bakteri nitratasi dengan konsentrasi total nitrogen.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badjoeri M. 1996. Penelitian Pendahuluan Nitrifikasi dan Denitrifikasi pada Lapisan Sedimen di Danau Semayang – Melintang, Kalimantan Timur. Puslitabang Ekonomi dan Pembangunan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Seri Laporan PEP LIPI No. 7. Jakarta, 25–34.
- Badjoeri, M. 2005. Studi Pendahuluan Profil Bakteri pada Kolom Air dan Sedimen di Danau Maninjau, Sumatera Barat. *dalam* : Interaksi Darat dan Lautan. Pengaruhnya Terhadap Sumber Daya dan Lingkungan. Setyawan. WB. Pradina. P. Senny. S. Djedi. W. Ronald. N. & Oemi. A. (eds). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta, LIPI Press. 355–368.
- Cappuccino, JG. & N, Sherman. 1983. MICROBIOLOGY : a laboratory manual. Addison-Wesley Publishing Company. California.
- Hastings, R C., J.R. Saunders, G H. Hall, R W. Pickup & A J, Mc Carthy.

1998. Application of Molecular Biological Techniques to a Seasonal Study of Ammonia Oxidation in a Eutrophic Freshwater Lake. *Applied and Environmental Microbiology*. 64 (10): 3674–3682
- Hartoto, D I, Gunawan, Tarigan, T, Sudarso, Y, Triyanto, Ridwansyah I, Hamid A., Subehi L, Nomosatryo, S. & Sugiarti. 2002. Ecological Engineering of water system of Kumala Island and Fishery Reserve of Lake Loa Kang as Area of ekowisata Pesut Mahakam. Research Center for Limnologi, Indonesian Institute of Sciences. Cibinong, Bogor.
- Hartoto, DI. 1997. Notes on Limnological Condition of Lake Loa Kang as Fishery Reserve and its Potential as Food Suply Habitat for Mahakam Freshwater Dolphin. 1997. *in* : Environmental Rehabilitation of Lake Semayang, East Kalimantan. Anonymous ( Ed.). Research and Development for Economic and Development. Indonesian Institute of Sciences. Jakarta. 63–85.
- Lukman & Gunawan. 1998. Lake Semayang and Melintang, East Kalimantan as the Habitat of Freshwater Dolphin. *in*:. Environmental Rehabilitation of Lake Semayang, East Kalimantan. Lukman and Hartoto. D.I. (Eds.). Research and Development for Economic and Development. Indonesian Institute of Sciences. Jakarta. 51-68.
- Meutia AA & DI. Hartoto. 1990. Changes In Nitrification and Denitrification Proseses. *In* : Preliminary Ecological Response of lake Bojongsari to Aeration with Limnotek 3.0. Research and Development Centre for Limnology, Indonesia Institute of Science. Bogor. p. 47 – 52.
- Rodina, GA. 1972 *Methodes in Aquatic Microbiology*. Rita R. C. and Michael S.Z (Ed.). University Park Press. Baltimore. 461 p.
- Rheinheimer. G. 1985. *Aquatic Microbiology*. 3<sup>rd</sup>(ed.). John Wiley and Sons. Chichester. 257 p.
- Yustiawati & DI. Hartoto. 2004. Distribution of Aquatic Humic Substances in Lake Loakang Floodplain System. *In* : Ecological Integrity of a mahakam Floodplain System. D.I. Hartoto & Yustiawati (Eds.) Indonesian Institute of Sciences. Research Center for Limnology. 73 – 80.

## Distribusi Bakteri Nitrifikasi di Danau Paparan

**Lampiran 1.** Data analisa kualitas air di Suaka Perikanan Danau Loa Kang (Yustiawati & Hartoto 2004)

Kualitas Air di Suaka Perikanan Danau Loa Kang (Musim kemarau, Juni)											
Stasiun	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	TN	SS	TOM	BOD <sub>5</sub>	pH	suhu	DO	Turbidity
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		(°C)	(mg/L)	(NTU)
1	0.016	0.219	0.132	1.353	57.00	73.31	4.148	6.56	31.10	5.56	150.30
2	0.038	0.188	0.040	1.389	297.00	31.60	3.420	6.12	28.70	0.63	342.60
3	0.011	0.183	0.136	1.459	93.50	9.36	2.362	5.50	35.77	3.02	116.00
4	Stasiun sampling kering										
5	0.025	0.269	0.042	1.669	209.74	61.30	1.299	6.35	34.23	5.2	178.83
6	0.143	0.454	0.098	1.575	49.50	64.46	4.965	5.78	35.80	3.58	123.30
7	0.026	0.433	0.235	1.573	83.00	20.86	0.666	4.86	26.90	0.5	11.00
8	0.005	0.038	0.051	0.564	26.67	55.26	2.543	6.07	30.30	4.01	62.30
9	0.031	0.289	0.108	1.548	49.50	69.52	1.160	5.96	33.30	7.74	324.00
Rata-rata	0.037	0.259	0.105	1.391	108.24	48.21	2.570	5.90	32.01	3.780	163.54

Kualitas Air Suaka Perikanan Danau Loa Kang (Musim Peralihan, Agustus)											
Stasiun	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	TN	SS	TOM	BOD <sub>5</sub>	pH	suhu	DO	Turbidity
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		(°C)	(mg/L)	(NTU)
1	0.087	0.571	0.028	1.352	46.50	139.66	7.086	5.36	24.90	5.678	120.33
2	0.137	0.592	0.038	6.792	80.50	76.46	5.594	5.68	26.00	2.917	119.33
3	0.015	0.162	0.020	3.908	0.00	130.18	2.285	5.37	25.30	1.870	102.60
4	0.058	0.295	0.029	4.144	127.33	139.66	0.665	5.43	27.00	4.294	104.60
5	0.081	0.734	0.016	2.536	47.50	814.38	3.529	5.92	28.30	4.113	110.00
6	0.018	0.234	0.034	1.474	39.50	59.08	2.372	6.15	29.00	4.932	118.33
7	0.035	0.186	0.123	5.584	134.00	59.08	3.676	6.35	28.90	4.930	135.33
8	0.042	0.172	0.019	1.233	122.50	87.52	2.749	6.49	28.90	4.055	308.33
9	0.015	0.304	0.047	5.016	67.00	119.12	3.015	5.71	26.90	0.856	124.46
10	0.622	0.827	0.065	1.768	886.00	153.88	4.801	5.96	32.10	4.952	794.17
Rata-rata	0.111	0.408	0.042	3.381	155.08	177.90	3.577	5.84	27.73	3.8597	203.75

Kualitas Air Suaka Perikanan Danau Loa Kang (Musim Hujan, September)											
Stasiun	N-NO <sub>2</sub>	N-NO <sub>3</sub>	N-NH <sub>4</sub>	TN	SS	TOM	BOD <sub>5</sub>	pH	suhu	DO	Turbidity
	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		(°C)	(mg/L)	(NTU)
1	0.024	0.261	0.191	5.036	11.00	15.455	2.316	6.98	27.50	4.16	63.70
2	0.021	0.175	-	9.453	16.67	14.823	1.122	6.46	29.40	5.41	74.40
3	0.052	0.126	0.456	6.963	43.33	23.671	3.928	6.76	30.70	4.89	106.70
4	0.025	0.149	0.265	0.719	33.33	20.511	3.157	6.93	30.80	4.87	98.60
5	0.004	0.151	0.187	0.882	32.00	14.823	2.147	6.70	27.80	4.69	89.70
6	0.005	0.051	0.181	0.652	38.67	14.191	8.418	6.80	27.40	5.51	109.00
7	0.008	0.328	0.141	7.126	92.00	11.677	1.123	7.38	27.20	5.77	89.00
8	0.007	0.22	0.212	6.058	56.67	11.999	0.782	6.07	30.30	4.01	62.30
9	0.008	1.548	0.43	-	572.00	42.013	-	7.05	29.90	6.43	140.70
Rata-rata	0.017	0.334	0.258	4.611	99.519	18.796	2.874	7.64	32.63	5.718	104.26