

BEBERAPA ASPEK LIMNO-BIOLOGI DAN PERIKANAN DI DANAU TONDANO, SULAWESI UTARA

Chairulwan Umar¹⁾ dan Krismono²⁾

ABSTRAK

Studi beberapa aspek limno-biologi dan keadaan perikanan yang meliputi karakteristik fisika, kimia air, kelimpahan plankton, produktivitas primer, karakteristik habitat ikan akibat usaha budidaya telah dilakukan di perairan Danau Tondano, Sulawesi Utara, pada bulan Juni-November 1995. Studi dilakukan menggunakan metode survai dengan pengambilan contoh secara stratifikasi. Pengamatan dilakukan di empat stasiun dengan strata kedalaman 0, 2, 4, 8 m dan dasar perairan yang dilakukan sebanyak tiga kali dalam setahun mengikuti musim (kemarau, peralihan kemarau ke hujan, hujan). Berdasarkan kualitas air, produktivitas primer, kelimpahan plankton dan banyaknya tanaman air, perairan danau mempunyai tingkat kesuburan sedang - tinggi (mesotrofik-eutrofik). Keadaan kualitas air masih cukup baik, suhu air dari permukaan sampai ke dasar perairan tidak terlalu berbeda sekitar 27-28,5°C, kandungan oksigen berkisar antara 4,5-6,8 mg/L sedangkan pH masih stabil dan alkalis sekitar 7,9-8,7. Komunitas ikan didominasi ikan payangka (*Ophiocara aporos*) sebagai ikan asli, mujair (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*) bukan ikan asli, sedangkan dari krustacea udang waor (*Caridina* spp.) serta jenis moluska, renga (*Angulyagra* spp.) dan kolombi (*Pila ampullacea*). Tumbuhan air banyak ditemukan hingga mencapai 20% di antaranya yang dominan adalah *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum* spp., *Najas indica*, dan *Salvinia molesta*. Jumlah plankton tertinggi sebanyak 32.127 ind./L pada bulan September dan terendah pada bulan November sekitar 16.533 ind./L. Usaha budidaya ikan dalam keramba jaring berkembang cukup pesat, hingga mencapai 3.000 unit dengan jenis ikan yang dipelihara yaitu ikan mas dan mujair.

ABSTRACT: *Some limno-biological and fisheries aspects of Lake Tondano, North Sulawesi. By: Chairulwan Umar and Krismono.*

*A study on limno-biological aspects including physico-chemical characteristics, plankton density, primary productivity, and fisheries of Lake Tondano was conducted in June - November 1995. A stratified sampling method at four stations in depth strata of 0, 2, 4, 8 m and at bottom was conducted. Based on the physico-chemical characteristics, primary productivity and plankton density, the lake can be classified into meso-eutrophic lake. Fish community of the lake was dominated by payangka (*Ophiocara aporos*) as indigenous fish, mujair (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*) and waor shrimp (*Caridina* spp.), and the moluska renga (*Angulyagra* spp.) and kolombi (*Pila ampullacea*). Macrophytes population was dominated by *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum* spp., *Najas indica* and *Salvinia molesta*. Highest density of plankton (32,127 ind./L) occurred in September and lowest one (16,533 ind./L) in November. The fish culture in net cages increased up to 3,000 units and species cultured were *Cyprinus carpio* and *Oreochromis mossambicus*.*

KEYWORDS: *limno-biological, fish community, Lake Tondano.*

PENDAHULUAN

Perairan umum merupakan ekosistem yang rentan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi degradasi lingkungan. Pemanfaatan sumber daya alam perairan umum yang kurang bijaksana telah mengakibatkan degradasi sumber daya dan lingkungan yang dicirikan antara lain oleh penurunan produktivitas, kerusakan habitat, penurunan kepadatan populasi dan keanekaragaman hayati khususnya ikan.

Pengaturan perikanan tangkap dapat berupa a) pengaturan terhadap upaya penangkapan seperti waktu dan daerah penangkapan, jumlah alat tangkap dan ukuran mata jaring dan b) pengaturan terhadap tangkapan, biasanya belum diterapkan dengan baik. Selain itu dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi pengelolaan perikanan perairan umum di Indonesia masih minim (Ilyas & Cholik, 1986).

¹⁾ Peneliti pada Balai Penelitian Perikanan Air Tawar, Sukamandi

Danau Tondano yang berada di Propinsi Sulawesi Utara mempunyai luas sekitar 5.600 ha dengan kedalaman mencapai 26 meter dan terletak pada ketinggian 600 meter d.p.l. (Whitten *et al.*, 1988). Air Danau Tondano berasal dari 25 buah sungai-sungai kecil serta sumber air panas, sedangkan pengeluarannya melalui Sungai Tondano yang membentuk air terjun dengan ketinggian 75 m yang dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, kemudian bermuara di pantai Manado. Dasar danau yang cukup landai dan banyak tumbuhan air, pada waktu musim hujan luapan airnya dapat menggenangi persawahan serta rumah penduduk yang ada di sebelah selatan dan utara danau. Kegiatan perikanan yang ada terutama penangkapan bersifat tradisional dan berskala kecil, sedangkan kegiatan budidaya ikan di keramba jaring apung sampai saat ini perkembangannya cukup pesat hingga mencapai 3.000 unit dan tersebar di sebelah timur dan selatan danau.

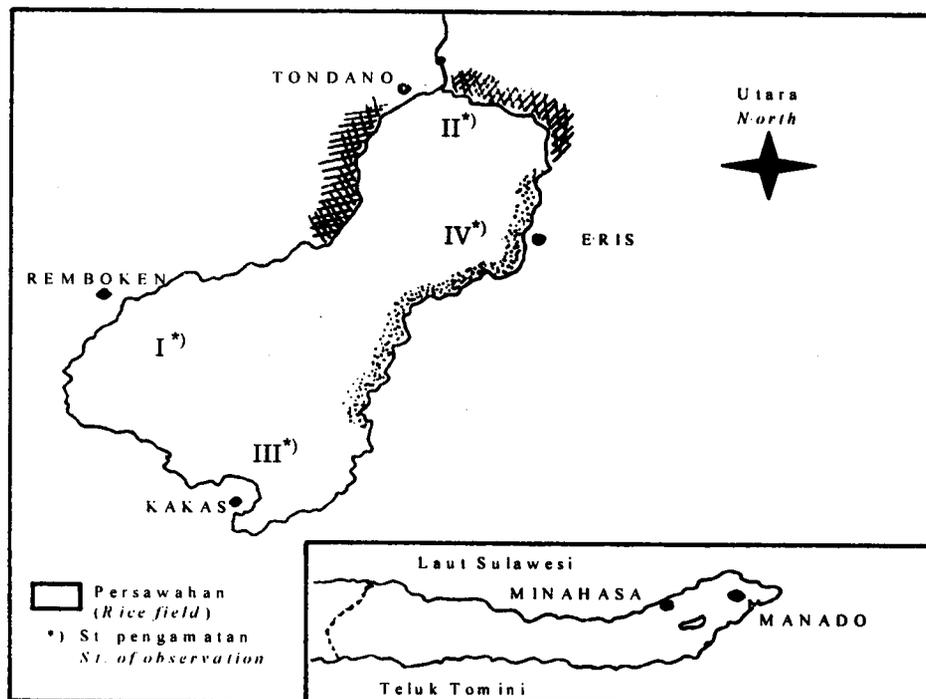
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas fisika-kimiawi dan biologi perairan serta komposisi populasi ikan, yang diharapkan dapat berguna sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan dan pengembangan

pengelolaan usaha perikanan yang berorientasi kelestarian/kesinambungan di Danau Tondano.

BAHAN DAN METODE

Pengamatan dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada bulan Juni, September dan November 1995 (musim kemarau, musim peralihan kemarau ke hujan dan musim hujan). Metode penelitian adalah metode survai dengan pengambilan contoh secara stratifikasi (*stratified sampling method*) (Nielsen & Johnson, 1985) yaitu :

- 1) Stratifikasi secara horizontal, penentuan lokasi pengamatan mulai dari *inlet* sampai *outlet*, sebanyak empat lokasi (stasiun) yang dianggap mewakili perairan tersebut yaitu stasiun I (Wilayah Remboken, lokasi yang terdapat sumber air panas), stasiun II (daerah outlet), stasiun III (Wilayah Kakas, daerah pemukiman penduduk) dan stasiun IV (lokasi KJA) (Gambar 1).
- 2) Stratifikasi secara vertikal, yaitu pengamatan strata kedalaman 0, 2, 4, 8 m dan dasar perairan (tergantung kedalaman yang ada) di setiap stasiun penelitian.
- 3) Stratifikasi musim, yaitu pengambilan sampel



Gambar 1. Peta Danau Tondano.
Figure 1. Map of Lake Tondano.

dan pengamatan di setiap lokasi dilakukan tiga kali dalam setahun sesuai musim (musim kemarau, peralihan kemarau ke hujan dan musim hujan).

Di setiap lokasi penelitian dilakukan pengambilan contoh air dengan menggunakan timbaan air (*water sampler*) dan tanaman air. Sampling populasi ikan menggunakan *gill net* (jaring insang) dengan berbagai ukuran mata jaring (1; 1,5; 2; 2,5; 3; dan 4 inci), kemudian dilakukan identifikasi jenis ikan di Laboratorium Inlitkanwar Jatiluhur. Di samping itu dilakukan pula pencatatan hasil tangkapan nelayan serta pengukuran panjang dan bobotnya. Hal ini untuk melihat produksi perikanan di perairan tersebut serta frekuensi sebaran panjang ikan yang tertangkap.

Pengambilan sampel plankton menggunakan jaring plankton ukuran mata no. 25. Tumbuhan air diambil dan selanjutnya diidentifikasi jenis-jenisnya. Pengukuran produktivitas primer perairan dilakukan dengan metode botol gelap terang dan pendugaan potensi produksi ikan dihitung dari nilai produktivitas primer dengan model persamaan dari Alamazan & Boyd (1978), yaitu:

$$Y = 32,69\alpha^{0,001\alpha} \quad (r = 0,91)$$

di mana:

- Y = Yield (kg/ha/tahun) dan
- α = Produktivitas primer (gC/m²/th)
- r = Konstanta

Analisis fisika-kimiawi air yang dilakukan di lapangan menggunakan Toa Water Quality Cheker (WQC-1), Fisher digital conductivity meter dan secara titrimetri adalah: suhu air dan udara, kecerahan, pH, O₂ terlarut, CO₂ bebas, konduktivitas dan alkalinitas. Sedangkan analisis di laboratorium antara lain: nitrit (N-NO₂), nitrat (N-NO₃), sulfat, N-NH₄, P-PO₄, total P, Fe, Ca, Mg, dan zat organik menggunakan mini spektrometer (Baush & Lomb), yaitu alat untuk mengukur kualitas air. Untuk menduga kriteria kesuburan perairan digunakan metode Goldman & Horne (1983).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fisika - Kimia Air

Hasil pengukuran beberapa parameter fisika-kimia air pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 1.

Suhu air permukaan sampai dasar (4 dan 16 meter) umumnya tidak terlalu berbeda begitu juga antara stasiun, rata-rata sekitar 27-28,5°C; sedangkan suhu udara sekitar 28,0-29,5°C. Keadaan suhu air cukup stabil, namun hasil penelitian Lumingas (1983) menunjukkan di lokasi Remboken (stasiun I) suhu perairan pada saat itu cukup tinggi sekitar 27-39°C, hal ini disebabkan karena di sekitar lokasi tersebut banyak terdapat sumber air panas yang mengalir ke danau. Kecerahan perairan ini cukup tinggi terutama pada bulan September mencapai 220 cm dan terendah pada bulan November mencapai 110 cm. Dibandingkan pada tahun-tahun sebelumnya yang paling tinggi hanya mencapai 150 cm (Whitten *et al.*, 1988). Penetrasi cahaya ini akan berpengaruh dalam proses fotosintesis jasad nabati yang dapat menghasilkan kandungan oksigen di perairan. Derajat keasaman (pH) cukup baik dan stabil, bersifat alkalis yaitu sekitar 7,9-8,7. Alkalinitas perairan ini rata-rata berkisar antara 23,1-69,3 mg/L. Berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Swingle (1968) menunjukkan nilai alkalinitas yang cukup rendah. Nilai alkalinitas di stasiun IV (lokasi KJA) lebih rendah dari stasiun lainnya. Hal ini diduga antara lain akibat tingginya kandungan kalsium yang berasal dari buangan cangkang dari moluska (renga, kolombi dan kijing taiwan) di lokasi tersebut.

Rata-rata kandungan oksigen cukup baik untuk perikanan, bahkan sampai ke dasar perairan (4-16 m) masih mencapai 6,8 mg/L, meskipun di stasiun IV (lokasi KJA) sampai kedalaman enam meter rata-rata lebih rendah sekitar 4,5-5,2 mg/L. Keadaan ini ada kaitannya dengan aktivitas budidaya ikan yang padat di lokasi tersebut, salah satu penyebab adalah dekomposisi bahan organik, di mana dalam proses dekomposisi dibutuhkan oksigen yang diambil dari perairan. Kandungan CO₂ cukup rendah (1,97-5,91 mg/L) dan agak merata di setiap stasiun. Kandungan nitrit rata-rata mencapai 1,75 mg/L, angka ini telah jauh melebihi ambang batas yaitu 0,06 mg/L. Hal ini diduga akibat tingginya pembusukan dari tumbuhan air yang cukup padat di perairan tersebut. Kadar amonia rata-rata masih di bawah ambang batas untuk kehidupan ikan dan biota lainnya yaitu 1 mg/L (Pescod, 1973), kecuali di stasiun I pada kedalaman 4 dan 8 m yaitu sekitar 2,31-2,44 mg/L. Kadar fosfat di perairan ini rata-rata cukup tinggi dan mencirikan tipe perairan yang hipertropik. Keadaan ini cukup baik karena merupakan salah satu faktor untuk mendukung

Tabel 1. Nilai rata-rata parameter fisika-kimia di Danau Tondano.
 Table 1. Average values of physico-chemical parameters of Lake Tondano.

Stasiun Station	Kedalam- an Depth	Suhu (Temperature)		pH	O ₂	CO ₂	Alk.	Zat organik Organic matter										Kecerahan Transparency (cm)		
		Udara (Air)	Air (Water)					(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)		(mg/L)	(mg/L)
I	0	29.5	28.0	8.7	5.7	3.94	37.80	34.76	0.816	1.22	1.631	1.746	0.101	0.03	55	13	220			
	2		28.0	8.7	4.6	4.6	40.95	36.75	0.092	1.66	1.729	0.812	0.109	0.026	28	45				
	4		27.5	8.6	5.3	1.97	52.5	33.81	0.807	1.813	2.996	1.237	2.437	0.688	29	35				
	8		27.5	8.2	6.0	3.94	60.94	34.44	1.248	1.690	1.457	0.446	2.312	0	38	32				
	16		27.0	8.3	6.0	3.94	56.70	32.54	0.932	1.311	0.716	0.767	0.146	0.248	36	52				
II	0	28.5	28.0	8.1	5.4	3.94	44.10	38.23	1.061	0.779	0.431	0.293	0.728	0.486	28	62	100			
	2		28.5	8.3	5.2	3.94	45.15	38.23	1.264	0.858	0.887	0.435	0.472	0.1	36	64				
	4		28.0	8.2	6.3	3.94	63.00	38.23	1.108	1.690	0.146	0.767	0.158	0.003	36	56				
	0	28.0	28.5	8.3	7.0	1.94	32.90	30.52	1.281	0.831	0.173	0.596	0.374	0.197	28	52	220			
III	2		28.5	8.3	6.4	3.94	35.00	35.70	0.829	0.857	0.18	0.527	0.216	0.124	38	38				
	4		28.0	8.4	6.2	3.94	35.00	33.33	1.546	0.694	0.046	0.527	0.045	0	34	46				
	8		27.5	8.4	6.0	5.91	63.00	32.86	0.757	1.075	0.146	0.813	0.089	0.013	32	48				
	16		27.0	8.3	6.8	3.94	69.30	33.18	1.423	1.311	0.089	0.767	0.032	0.248	34	40				
	0	29.0	27.5	8.0	5.2	1.94	39.93	33.70	1.115	1.578	1.598	0.477	0.411	0.737	27	45	210			
	2		28.0	7.9	4.6	3.94	39.2	35.81	1.2	1.266	1.605	0.446	0.157	0.066	40	36				
	4		27.5	8.0	4.7	3.94	37.1	35.14	1.046	1.476	1.454	0.649	0.469	0.096	54	39				
	8		27.0	7.9	4.5	3.94	23.1	35.07	0.909	0.216	0.091	0.057	0	0	32	136				
SD		0.5	0.3	0.8	0.98	12.98	2.2	0.33	0.44	0.86	0.38	0.74	0.24	8.17	25.4					

pertumbuhan mikroorganisme di perairan. Dari beberapa parameter kualitas air yang diamati di perairan ini rata-rata masih baik dan layak untuk kehidupan ikan, namun untuk lokasi budidaya ikan harus diawasi lebih cermat karena mutu perairannya sudah semakin menurun. Dari kriteria kesuburan menurut Goldman & Horne (1983) perairan Danau Tondano termasuk perairan eutropik.

Dari Tabel 1 tersebut terlihat bahwa stasiun pengamatan yang ada kedalaman perairan tidak sama, hal ini sehubungan dengan lokasi yang mewakili daerah tertentu seperti daerah KJA, pemukiman, sumber air panas dan daerah pengeluaran.

Keadaan kualitas air rata-rata dari tiga kali pengamatan yaitu bulan Juni, September dan November 1995 dari beberapa kedalaman menunjukkan adanya perbedaan (Tabel 2). Rata-rata kualitas air pada pengamatan bulan September lebih baik dari pengamatan bulan lainnya. Kandungan nutrisi (NO_3 , NH_3 dan P) pada bulan September lebih baik dari pengamatan bulan lainnya. Di lain pihak kandungan nitrit pada

bulan September lebih tinggi dari pengamatan lainnya yaitu 0-0,601 mg/L. Hal ini karena pada bulan September merupakan musim kemarau di mana mendukung proses fotosintesis di perairan yang menghasilkan O_2 serta kandungan nutrisi lebih baik.

Plankton dan Produktivitas Primer

Plankton di suatu perairan merupakan salah satu faktor penting yang mendukung berbagai kegiatan biologi yang berkaitan dengan produktivitas ikan, atau sebagai makanan alami ikan (Foog, 1975). Plankton di Danau Tondano terdiri atas 34 jenis fitoplankton yaitu Chlorophyceae (18 jenis), Bacillariophyceae (12 jenis), Cyanophyceae (3 jenis), Dynophyceae (1 jenis) dan zooplankton sebanyak 8 jenis, yaitu Copepoda (2 jenis), Rotifera (4 jenis) dan Protozoa (2 jenis) (Tabel 3, kolom 2).

Kelimpahan populasi plankton rata-rata tertinggi terjadi pada pengamatan ke dua (bulan September), sebanyak 32.127 ind./L dan terendah pada pengamatan ke tiga (bulan November 1995) sebanyak 16.533 ind./L. Hal ini berhubungan dengan kandungan nutrisi dan fosfor pada bulan

Tabel 2. Nilai rata-rata parameter fisika-kimia di Danau Tondano selama penelitian (Juni-November 1995).

Table 2. Average values of physico-chemical parameters of Lake Tondano (June-November 1995).

Parameter		Pengamatan I Observation I (June)	Pengamatan II Observation II (September)	Pengamatan III Observation III (November)
Suhu udara (Air temperature)	(°C)	26,0 - 29,5	26,0 - 29,5	25,5 - 28,0
Suhu air (Water temperature)	(°C)	27 - 28	27,5 - 28,0	27,0 - 30,0
Kecerahan (Transparency)	(cm)	160 - 240	200 - 220	40 - 180
pH		8,4 - 8,8	8,1 - 9,1	7,6 - 8,0
O ₂ terlarut (DO)	(mg/L)	5,0 - 7,4	4,1 - 7,5	3,3 - 6,6
CO ₂ terlarut	(mg/L)	1,97 - 7,88	1,97 - 7,8	0 - 9,85
Total alk. (Total alkalinity)	(mg/L)	52,5 - 69,3	27,1 - 31,5	14,7 - 37,8
Zat organik (Organic matter)	(mg/L)	31,95 - 33,81	33,81 - 40,76	29,1 - 39,18
Kekeruhan (Turbidity)	(mg/L)	1500 - 2640	138 - 595	25 - 430
DHL	(mg/L)	160 - 310	12 - 52	1 - 135
Fosfat (Phosphate)	(mg/L)	0,757 - 1,423	0,814 - 1,107	0,235 - 1,245
Sulfat (Sulphate)	(mg/L)	1,075 - 1,690	2,143 - 3,032	1,606 - 0,350
Nitrat (Nitrate)	(mg/L)	0 - 0,887	3,761 - 4,576	0 - 0,601
Nitrit (Nitrite)	(mg/L)	0,583 - 1,089	0,561 - 1,610	0 - 1,94
NH ₁	(mg/L)	0,032 - 1,457	0 - 0,636	0 - 0,312
NH ₃	(mg/L)	0,030 - 1,376	0 - 0,601	0 - 0,295
Besi (Iron)	(mg/L)	0,003 - 0,933	0 - 0,490	0 - 0,890
Kalsium (Calcium)	(mg/L)	28 - 40	18 - 62	20 - 36
Magnesium	(mg/L)	40 - 80	4 - 56	4 - 136

Tabel 3. Kelimpahan rata-rata plankton (individu/L) di Danau Tondano.
 Tabel 3. Average abundance plankton (individu/L) at Lake Tondano.

Kelompok plankton <i>Plankton group</i>	Jumlah spesies <i>Number of species</i>	Kelimpahan (<i>Density</i>) (ind./L)		
		<i>June</i>	<i>September</i>	<i>November</i>
<i>Phytoplankton</i>	34	15,812	31,36	16,916
- Chlorophyceae	18	7,287	21,771	3,216
- Bacillariophyceae	12	5,457	9,353	2,183
- Cyanophyceae	3	2,596	236	10,573
- Dynophyceae	1	472	-	944
<i>Zooplankton</i>	8	1,644	767	561
- Copepoda	2	375	118	236
- Rotifera	4	1,269	118	325
- Protozoa	2	-	531	-
Jumlah (<i>Total</i>)	42	17,456	32,127	16,533

ini cukup tinggi. Reynold (1984) mengemukakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelimpahan fitoplankton adalah konsentrasi nutrisi (NO_3 , NH_3 dan PO_4) di suatu perairan. Selain itu kadar nutrisi akan lebih rendah pada musim hujan dibandingkan pada musim kemarau. Rata-rata kelimpahan plankton terbanyak terjadi pada stasiun I dan II. Jenis plankton yang dominan adalah dari famili Chlorophyceae yaitu mencapai 21.771 ind./L dan ini terjadi pada stasiun I dan II di lapisan permukaan. Hal ini karena di stasiun I merupakan daerah pariwisata yang kurang KJA, sehingga plankton yang ada kurang dimanfaatkan oleh zooplankton dan ikan, selain itu cukup tingginya nutrisi di kedua stasiun tersebut.

Namun pada bulan November jenis plankton yang dominan adalah dari famili Cyanophyceae dengan kelimpahan 10.573 ind./L yang terjadi di stasiun IV pada kedalaman empat meter. Keadaan ini hampir sama di Waduk Saguling yaitu dari spesies *Microcystis* di mana terjadi *blooming* setiap bulan November - awal Januari (Umar, 1988).

Plankton dari famili Chlorophyceae yang banyak ditemukan adalah *Protococcus* spp. (590-9.440 ind./L), *Chlorococcus* spp. (118-2.950 ind./L) dan *Staurastrum* spp. (118-2.242 ind./L), dari famili Bacillariophyceae adalah *Navicula* spp. (236-2.714 ind./L) dan *Melosira* spp. (472-1.888 ind./L) sedangkan dari famili Cyanophyceae adalah *Microcystis* spp. (354-21.290 ind./L). Tingginya kelimpahan *Microcystis* spp. terjadi pada permulaan musim hujan (November), yang banyak unsur hara

yang masuk ke perairan ini dan kandungan kalsium yang merupakan salah satu faktor penting yang menunjang pertumbuhan *Microcystis* spp., di mana cukup tinggi pada stasiun IV dibanding stasiun lainnya.

Jenis zooplankton dari kelas Rotifera yang banyak ditemukan adalah *Sarcina* spp. (236-472 ind./L) dan dari Copepoda adalah *Cyclop* spp. (118-236 ind./L). Penyebaran rata-rata kelimpahan plankton di empat stasiun menunjukkan bahwa di lokasi budidaya lebih tinggi dari stasiun lainnya yang didominasi *Microcystis* spp. Namun spesies ini kurang dimanfaatkan oleh ikan karena selnya mengandung lendir sehingga sulit dicerna.

Berdasarkan kelimpahan plankton dan indeks sebaran plankton sesuai kriteria Ryding & Rast (1989), Danau Tondano dapat digolongkan ke dalam perairan eutrofik.

Hasil analisis produktivitas primer di perairan Danau Tondano selama pengamatan di empat lokasi berkisar antara 15,6-140 mgC/m³/jam dan tertinggi terdapat di stasiun IV (lokasi budidaya ikan) pada bagian permukaan sekitar 140,7 mgC/m³/jam. Berdasarkan nilai produktivitas primer dan klasifikasi kesuburan dari Lander (1978) Danau Tondano termasuk dalam tingkat kesuburan sedang (mesotrof) sampai subur (eutrof). Sedangkan dari nilai produktivitas primer yang ada berdasarkan rumus Alamazan & Boyd (1978), maka potensi perikanan di Danau Tondano berkisar antara 39-162 kg/ha/th.

Tanaman air

Keberadaan populasi tumbuhan air di suatu perairan dapat menguntungkan atau merugikan. Keuntungan dengan adanya tanaman air adalah bila tanaman air tenggelam akan menaikkan konsentrasi O_2 di lapisan tersebut, selain itu sebagai tempat berlindung. Sedangkan yang merugikan antara lain jika tanaman air menutup permukaan perairan sehingga akan terjadi stratifikasi O_2 secara vertikal di perairan tersebut. Hal ini terjadi karena laju fotosintesis di permukaan lebih tinggi dari lapisan bawahnya. Keadaan tersebut akan membahayakan kehidupan ikan. Tumbuhan air (makrofita) yang dominan ditemukan di perairan ini adalah yang akarnya di dasar dan daunnya sampai ke permukaan. Diperkirakan luas tumbuhan air di perairan ini sekitar 20% dan tersebar di bagian pesisir pantai atau daerah perairan dangkal dan sekitar lokasi budidaya keramba jaring apung. Padatnya tumbuhan air di Danau Tondano akan menyulitkan pengelolaan perikanan di perairan tersebut, di antaranya mengganggu ekosistem, mengganggu lalu lintas air dan secara fisik akan mempercepat pendangkalan dan dapat meningkatkan gas-gas beracun seperti kandungan amonia dan H_2S yang tinggi. Untuk usaha budidaya ikan di KJA jika tanaman air telah melebihi dari 20% kurang baik karena akan mengganggu KJA-nya. Boyd (1973) menyatakan bahwa populasi tumbuhan air sebaiknya tidak melebihi 10-20% dari luas permukaan perairannya karena akan menyulitkan pengelolaan perikanan di perairan tersebut. Kelimpahan tumbuhan air ini didukung oleh beberapa faktor antara lain keadaan perairan agak tenang dan dangkal, serta konsentrasi nutrien dan fosfor tinggi. Hal ini dapat dilihat dari kualitas air terutama pada bulan September menunjukkan kandungan nutrien dan fosfor cukup tinggi (Tabel 2). Jenis tumbuhan air yang ada di perairan Danau Tondano hampir sama dengan yang di Danau Limboto (Sarnita, 1994) yaitu: *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum* spp., *Najas indica*, *Potamogeton* spp., *Salvinia molesta*, *Eichornia crassipes*, *Ipomea aquatica* dan *Polygonum* spp.

Perikanan

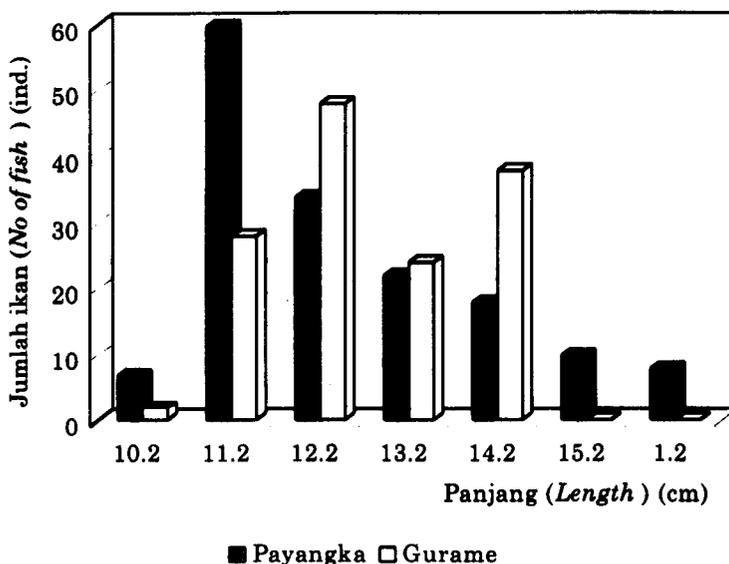
Jenis ikan yang tertangkap oleh nelayan di Danau Tondano diperkirakan sebanyak 12 jenis, yaitu: ikan payangka (*Ophiocara aporos*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*), mas (*Cyprinus carpio*), gurame (*Osphro-*

nemus gouramy), sepat (*Trichogaster trichopterus*), nilem (*Osteochilus hasselti*), betok (*Anabas testudineus*), gabus (*Ophicepalus striatus*) dan lele (*Clarias* spp.). Jenis yang dominan adalah ikan payangka (*Ophiocara aporos*), mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan nila (*Oreochromis niloticus*). Jenis-jenis ikan ini merupakan ikan ekonomis penting dan disukai oleh masyarakat sekitarnya. Ikan yang tertangkap di perairan ini umumnya merupakan ikan-ikan introduksi kecuali ikan gabus dan betok. Ikan payangka di danau ini diintroduksi tahun 1902 dari Danau Limboto (informasi Dinas Perikanan Minahasa) sampai saat ini ukuran ikan tersebut semakin kecil.

Dari hasil tangkapan ikan dan pengamatan di pasar ternyata ukuran ikan ini rata-rata mencapai 16,2 cm, sedangkan pada tahun 1988 ikan ini bisa mencapai panjang 30 cm. Di lain pihak ada jenis ikan yang tidak ditemukan lagi (punah) yaitu ikan lele putih (*Clarias batrachus*), karena pada tahun delapan puluhan, jenis ikan ini diintroduksi oleh pengusaha ikan hias, pada saat itu dapat berkembang dengan baik berlimpah di perairan ini (Soeroto, 1988). Hilangnya jenis ikan lele menunjukkan adanya perubahan struktur lingkungannya atau habitatnya sehingga tidak bisa berkembang dengan baik. Selain ikan juga tertangkap jenis krustase udang waor (*Cardinna* spp.), jenis moluska yaitu renga (*Angulyagra* spp.), kolombi (*Pila ampullacea*) yang dimanfaatkan sebagai makanan oleh masyarakat sekitarnya dan kijing Taiwan yang dimanfaatkan untuk tambahan pakan ikan budidaya terutama ikan mas.

Kisaran panjang ikan payangka yang tertangkap selama penelitian berkisar antara 8,8-16,2 cm, ikan gurami antara 9,8-13,7 cm sedangkan ikan betok antara 12,3-16,2 cm. Distribusi frekuensi panjang ikan payangka dari hasil tangkapan didominasi ukuran panjang total 10,3-11,2 cm dan ikan gurami didominasi ukuran panjang total 11,3-12,2 cm (Gambar 2). Hal ini menunjukkan adanya perubahan ukuran ikan terutama ikan payangka dari panjang sekitar 30 cm hingga mencapai 16,2 cm yang dapat disebabkan oleh perubahan habitat dan lingkungan perairan yang kurang mendukung.

Hasil analisis isi perut ikan menunjukkan bahwa makanan ikan payangka terdiri atas moluska sebanyak 71,53%, fitoplankton 14,61%, udang (krustase) 7,7% dan tumbuhan tingkat tinggi 6,16%. Pada bulan November isi perut jenis udang persentasenya lebih tinggi dari rumput, dan jenis lainnya merupakan makanan tambahan. Hasil ini



Gambar 2. Distribusi frekuensi panjang ikan Payangka dan Gurame di Danau Tondano.
 Figure 2. Length frequency distribution of Payangka and Giant Gouramy in Tondano Lake.

sama dengan yang diperoleh Soeroto (1988), yang menunjukkan bahwa pakan yang terbanyak adalah moluska dari jenis *Stenothyra*, kemudian udang dari jenis *Caridina* spp. Dari analisis isi perut ikan menunjukkan ikan payangka merupakan jenis omnivor.

Alat tangkap yang digunakan nelayan setempat umumnya tergolong tradisional, dan bersifat pasif seperti pancing, seser, bubu, anco, rawai, tombak dan jaring insang. Jaring insang yang banyak digunakan nelayan setempat dengan ukuran mata jaring 1-2 inci. Produksi perikanan tangkap Danau Tondano sampai saat penelitian turun cukup drastis (informasi Dinas Perikanan). Keadaan ini sangat memprihatinkan karena produksi ikan dari Danau Tondano merupakan pemasok ikan perairan umum terbesar di daerah Kabupaten Minahasa. Oleh sebab itu produksi perikanan lebih banyak dipasok dari budidaya ikan di KJA.

Perkembangan budidaya sistem keramba jaring tancap di wilayah Danau Tondano kemajuannya cukup pesat, karena sampai saat penelitian sudah mencapai 3.000 unit keramba yang diooperasikan sejak tahun 1990 dan tersebar di sekitar Desa Eris, Watumea, Kakas dan Remboken dan terpadat di daerah Eris dan Watumea. Jumlah keramba yang ada sudah terlalu padat. Menurut Schmittou (1991) penentuan area budidaya ikan

yang optimum sebesar 3 ha di lokasi budidaya. Jenis ikan yang dipelihara yaitu ikan mas dan mujair dengan sistem pemeliharaan semi intensif. Pakan yang diberikan adalah pakan buatan berupa pelet kemudian ditambah dengan cacahan daging kijing Taiwan. Pemasaran ikan budidaya sekitar wilayah Tondano dan di beberapa kota lainnya di Propinsi Sulawesi Utara dengan harga sekitar Rp3.000 - Rp3.500 /kg untuk ikan mas dan ikan mujair sekitar Rp2.000 - Rp2.500/kg.

Keberadaan budidaya ikan ini dapat memberikan keuntungan sebesar Rp250.000 - Rp400.000,- untuk ikan mujair dan Rp 300.000 - Rp 400.000,- ikan mas untuk satu unit kantong jaring/4 bulan bagi petani ikan tersebut dan dapat meningkatkan pendapatan, karena umumnya mereka sebelumnya sebagai petani cengkeh karena alasan sudah tidak menguntungkan. Namun di lain pihak dari segi lingkungan perairan danau, keadaan ini dapat berdampak negatif, karena jumlah keramba yang terlalu padat akan merusak mutu lingkungan perairan dan merupakan salah satu faktor dalam mempercepat proses pendangkalan yang diakibatkan oleh sisa pakan dan sisa kulit kerang yang dibuang ke perairan. Untuk itu diperlukan perhatian oleh unsur terkait agar perairan ini tidak semakin jelek akibat aktivitas perikanan yang ada.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil peneltiian dan pembahasan di atas dapat dikemukakan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kualitas air menunjukkan keadaan perairan Danau Tondano cukup baik untuk perikanan budidaya tapi kandungan nitrit dan amonia telah melebihi ambang batas yang dianjurkan. Pada lokasi KJA, kandungan O₂ rendah dan kandungan nutriennya cukup tinggi.
2. Kelimpahan plankton di Danau Tondano sebanyak 32.127 ind./L dengan jumlah spesies sebanyak 42 jenis dari tujuh famili. Jenis yang dominan adalah *Protococcus*, *Chlorococcus*, *Staurastrum*, *Navicula*, *Melosira* dan *Mycrocistis* serta *Sarcina* spp. Sedangkan produktivitas primernya berkisar antara 15,6-140 mgC/ m³/jam.
3. Kelimpahan tumbuhan air (makrofit) diperkirakan telah mencapai luas 20%, dari total luas danau yang terdiri dari *Hydrilla verticillata*, *Ceratophyllum*, *Najas indica*, *Potamogeton*, *Salvinia molesta* dan *Eichornia crassipes*.
4. Jenis ikan yang banyak tertangkap dan mempunyai nilai ekonomis adalah ikan payangka, gabus, nila dan gurame.
5. Pengembangan perikanan budidaya ikan di KJA telah berkembang cukup pesat hingga mencapai 3.000 unit, dengan jenis ikannya adalah mas dan mujair. Pakan yang diberikan adalah cacahan dari kijing Taiwan dan pelet.
6. Potensi perikanan diperkirakan sebesar 100 kg/ ha/tahun.

Saran

Diperlukan suatu pengelolaan perairan dan perikanan secara terpadu dari aparat yang terkait terutama padatnya unit KJA, pemberian pakan yang kurang benar serta adanya buangan limbah pakan (cangkang kijing Taiwan), renga dan kolombi yang dapat mempercepat pendangkalan perairan. Di lain pihak tingginya kepadatan tumbuhan air akan sangat berpengaruh untuk usaha perikanan maupun aktivitas lainnya, di antaranya lalu lintas air untuk pariwisata. Kemudian dari segi perikanan jenis-jenis ikan yang tertangkap ukurannya semakin kecil dan

dikhawatirkan beberapa jenis ikan asli akan punah seperti ikan lele putih yang sudah tidak ada lagi di perairan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Almazan, G. and C.E. Boyd. 1978. Plankton production and *Tilapia* yield in ponds. *Aquaculture* 15: 75-77.
- Boyd, C.E. 1973. Summer algal community and primary productivity in fish pond. *Hydrobiologia*, 41: 357-390.
- Foog, G.E. 1975. *Algae Culture and Phytoplankton Ecology*. The University of Wisconsin Press Madison, Milwaukee and London. 199 pp.
- Goldman, C.R. and A.J. Horne. 1983. *Limnology*. McGraw Hill Int. Book Comp. London. 464 pp.
- Ilyas, S dan F. Cholik. 1986. Dukungan litbang bagi pemanfaatan dan pengelolaan perairan umum untuk tujuan pembangunan perikanan. *Prosiding Puslitbang Perikanan* 9: 11-15.
- Ilyas, S. et al. 1992. *Petunjuk Teknis Pengelolaan Perairan Umum bagi Pengembangan Perikanan*. Seri Pengembangan Hasil Penelitian Perikanan No. PHP/KAN/09/1990. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 80 hal.
- Lumingas, L. 1983. *Beberapa Aspek Biologi Ikan Lele Putih (Clarias batrachus) di Danau Tondano*. Tesis dalam bidang biologi. Unsrat Manado. Fakultas Perikanan. 78 hal.
- Lander, D.L. 1978. *Eutrophication of Lake, Causes Effects and Means for Control with Emphasis on Lake Rehabilitation*. WHO. Rome. 8 pp.
- Nielsen, L.A and D.L. Johnson. 1985. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society, Southern Printing Company, Inc., Blacksburg, VA. 468 pp.
- Pescod, M.B. 1973. *Investigation of Rational Effluent and Stream Standards for Tropical Countries*. AIT. Bangkok 59 pp.
- Reynolds, C.S. 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge University Press. Cambridge. 363 pp.
- Ryding, S.O. and W. Rast. 1989. *The Control of Eutrophication of Lakes and Reservoirs. Man and the Biosphere Series Vol 1*. The Parthenon Publishing Group. Paris. 314 pp.
- Sarnita, A. 1994. *Potensi dan usaha perikanan di Danau Limboto, Sulawesi Utara*. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Perikanan Air Tawar*. Balitkankarwar Sukamandi. 309-317.
- Schmittou, H.R. 1991. *Levels of Aquaculture Production*. Short course on aquaculture technology (cage culture) 21 Januari - 9 Februari. 3 pp.
- Soeroto, B. 1988. *Makanan dan Reproduksi Ikan Payangka (Ophiocletris aporos) di Danau Tondano*. Fakultas Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 184 hal.

- Swingle, H.S. 1968. Standardization of chemical analysis for water and pond muds. *FAO Fish. Rep.* 44 (4): 397-406.
- Umar, C. 1988. Komunitas plankton di Waduk Saguling, Jawa Barat dan manfaatnya bagi perikanan. *Bulletin Penelitian Perikanan Darat.* (7)1: 1-6.
- Wetzel, R.G. and G.E. Likens. 1979. *Limnological Analyses.* W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto. 743 pp.
- Whitten, A.J., M. Mustafa and G.S. Henderson. 1988. *The Ecology of Sulawesi.* Gadjah Mada University Press. 777 pp.