

Makalah Meeting Room A

PEMILIHAN PARAMETER LINGKUNGAN UNTUK MERUMUSKAN KRITERIA ZONASI IKAN ENDEMIK DI DANAU TOWUTI, SULAWESI SELATAN

Syahroma Husni Nasution, Sulastri, Dede Irving Hartoto, Tuahta Tarigan dan Sugiarti

Pusat Penelitian Limnologi-LIPI

Email: syahromanasution@yahoo.com

ABSTRAK

Danau Towuti terdapat di wilayah Kompleks Malili, Sulawesi Selatan yang tergolong oligotrofik dan memiliki spesies ikan endemik bernilai ekonomis. Selain dihuni ikan endemik, Danau Towuti juga dimanfaatkan untuk PLTA, perikanan tangkap, navigasi, ekowisata dan sumber air untuk kebutuhan domestik. Berbagai kegiatan yang dilakukan di sekitar Danau Towuti, ditengarai akan mempengaruhi ikan endemik yang hidup di danau tersebut. Penelitian ini bertujuan memilih parameter lingkungan untuk merumuskan kriteria zonasi ikan endemik di Danau Towuti. Penelitian dilakukan di perairan Danau Towuti dari bulan Juni-Oktober 2009 dengan metode deskriptif di tujuh lokasi yaitu: Tominanga, Tj. Neote, P. Loeha, Muara Sungai Hola-hola, Muara Sungai Kawatang, Beau dan Tj. Bakara. Ikan dikumpulkan menggunakan experimental gillnet dengan ukuran mata jaring $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, dan $1\frac{1}{2}$ inci. Dilihat integritas ekologi (jenis dan kelimpahan ikan, kualitas air dan tipe substrat) dan konektivitas ekologi (penutupan vegetasi riparian dan makrofita air) yang berperan penting untuk merumuskan kriteria zonasi ikan endemik. Keterkaitan sumber daya ikan dengan parameter lingkungan dianalisis menggunakan analisis komponen utama. Hasil penelitian ini dilihat dari integritas ekologi bahwa faktor lingkungan yang berperan penting untuk ikan endemik adalah pH dan total P tinggi. Untuk ikan endemik yang hidup di dasar yang berperan adalah konsentrasi total P, total bahan organik dan padatan tersuspensi tinggi dan tipe substrat adalah lumpur, liat dan pasir rendah. Bila dilihat dari konektivitas ekologi bahwa persen penutupan vegetasi yang tinggi berasal dari kelompok Cyperus dan Ottelia mesenterium. Stasiun yang memiliki keragaman jenis ikan endemik tinggi adalah di stasiun Tominanga dan M.S. Hola-hola.

Kata Kunci: parameter lingkungan, kriteria zonasi, ikan endemik dan Danau Towuti

ABSTRACT

Lake Towuti is a oligotrophic located in Malili Complex, South Sulawesi and has economic value of endemic fish species. This lake sustains the life of several endemic fish resources, as well as utilized for various human purposes i.e. hydroelectric power plant, capture fishery, navigation, ecotourism and source of water for domestic uses. Various activities in the lake it is suspected to influence the endemic fish. The objective of the study to select of environmental parameters to formulate the zonation criteria for endemic fish in Lake Towuti. The study is proposed to be done in Lake Towuti from June until October 2009 with descriptive method at seven stations, namely: inlet of lake Towuti from Tominanga river, cave of Neote, Loeha Island, outlet of Lake Towuti from Hola-hola river, inlet of lake Towuti from Kawatang river, Beau and cave of Bakara. Samples were collected using experimental gillnet sized 0.75, 1.0, 1.25 and 1.5 inches. Viewed ecological integrity (species and abundance of fish, water quality and substrate type) and ecological connectivity (covered of riparian vegetation and water macrophytes) that is important to formulate the zonation criteria of endemic fish. The connection of the fish resources with environmental parameters were analyzed using principal components analysis. The results of this research shows that the views of the ecological integrity of environmental factors that play an important role for endemic fish is high in pH and P total. For

endemic fish that live at the bottom, the play is concentration of P total, total of suspended solid organic material is high and the type of substrate are mud, clay and sand is low. When viewed from the ecological connectivity that the percent coverage of riparian vegetation of Cyperus and Ottelia mesenterium is high. Station that have a high diversity of endemic fish species are at inlet (Tominanga) and outlet (Hola-hola).

Keywords: environmental parameters, zonation criteria, endemic fish and Lake Towuti.

PENDAHULUAN

Danau Towuti terdapat di wilayah Kompleks Malili, Sulawesi Selatan yang mempunyai luas 560 km², kedalaman maksimum 203 m, dan tergolong oligotrofik (Haffner *et al.*, 2001). Berdasarkan Keputusan Mentan No. 274/Kpts/Um/1979, danau ini telah ditetapkan sebagai Kawasan Taman Wisata Alam. Perairan danau ini memiliki jenis-jenis sumber daya ikan endemik. Menurut Wirjoatmodjo *et al.*, (2003), di Danau Towuti terdapat 29 spesies ikan dari 13 famili. Dari 29 spesies ikan tersebut terdapat 19 spesies ikan endemik yang tercatat dalam IUCN (IUCN, 2003 dan Froese and Pauly, 2004).

Danau Towuti juga dimanfaatkan untuk PLTA, perikanan tangkap, navigasi, ekowisata dan sumber air untuk kebutuhan domestik. Kondisi ini menunjukkan bahwa Danau Towuti memiliki fungsi penting untuk mendukung kehidupan masyarakat di sekitarnya. Masyarakat di sekitar D. Towuti memanfaatkan sumber daya ikan untuk dikonsumsi dalam bentuk kering/asin maupun sebagai ikan hias dan bahan pakan hewan (Nasution, 2006).

Sejalan dengan pertambahan penduduk dan kegiatan-kegiatan lainnya di sekitar D.Towuti, ditengarai akan mempengaruhi sumber daya ikan endemik yang hidup di danau tersebut. Berdasarkan fungsi sumber daya ikan sebagai sumber pangan dan mata pencaharian, sepatutnya sumberdaya ikan tersebut dikonservasi.

Penelitian ini bertujuan memilih parameter lingkungan untuk merumuskan kriteria zonasi ikan endemik di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. Dengan penelitian ini dapat dijadikan landasan untuk pengelolaan Danau Towuti dengan melihat dari sisi keendemisan ikan tersebut.

Untuk merumuskan kriteria zonasi ikan endemik harus didasarkan pada beberapa ketentuan yaitu ada tidaknya integritas dan koneksi ekologis sumber

daya ikan endemik serta ciri-ciri morfometri habitat. Integritas ekologi adalah kemampuan suatu ekosistem untuk mendukung dan memelihara keseimbangan yang

adaptif terdiri dari komposisi, keragaman jenis dan organisme fungsional yang dapat dibandingkan dengan habitat alami pada wilayah yang sama. Konektivitas ekologi menggambarkan sifat mudah tidaknya perpindahan materi, energi dan organisme melintasi ekoton. Wilayah ekoton adalah wilayah perbatasan antara dua tipe habitat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keterkaitan sumber daya habitat ekoton danau dengan sumber daya habitat di perairan danau yang berperan penting untuk mendukung kelangsungan siklus hidup sumber daya ikan di danau.

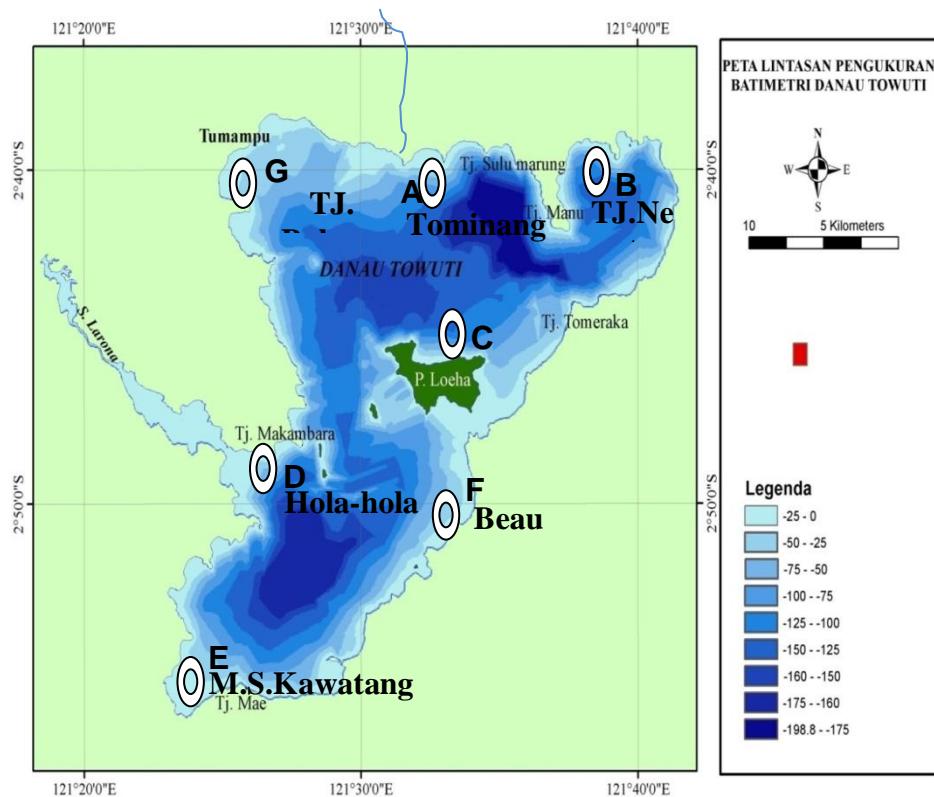
BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di perairan Danau Towuti dari bulan Juni hingga Oktober 2009 dengan metode deskriptif di tujuh lokasi yaitu: Tominanga (A), Tj. Neote (B), P.Loeha (C), Muara Sungai Hola-hola (D), Muara Sungai Kawatang (E), Beau (F) dan Tj. Bakara (G). Stasiun penelitian di Danau Towuti dapat dilihat pada Gambar 1.

Ikan ditangkap menggunakan *experimental gillnet* (jaring insang eksperimental) dengan ukuran mata jaring $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, dan $1\frac{1}{2}$ inci dengan panjang masing-masing 50 m dan tinggi 2 m sehingga total panjang jaring satu unit adalah 200 m. Jaring dilengkapi pelampung pada bagian atas dan pemberat pada bagian bawah. Jaring dipasang dengan sudut 45° – 90° terhadap garis pantai. Pengoperasian jaring dilakukan pada setiap stasiun dari arah pantai ke arah perairan bebas yang dipasang di kolom air bagian atas (Nasution *et al.*, 2007). Hasil tangkapan dari masing-masing stasiun pengamatan dipisahkan menurut ukuran dan jenis kelamin.

Dihitung jumlah dan ukuran ikan per penarikan alat tangkap selama dua jam agar jumlah ikan yang tertangkap memadai. Contoh ikan diawetkan dengan formalin 4% selanjutnya direndam dalam alkohol 70%. Contoh ikan diukur panjang dan bobotnya masing-masing menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 1 mm dan timbangan dengan ketelitian 0,01 gram. Untuk menentukan jenis-jenis ikan

diidentifikasi menggunakan buku Weber and Beaufort (1913), Weber and Beaufort (1916), Weber and Beaufort (1922), dan Kottelat *et al.*, (1993)..



Gambar 1. Stasiun penelitian Danau Towuti (Peta batimetri, sumber: Laboratorium hidroinformatik Puslit Limnologi LIPI)

Pengukuran parameter kondisi lingkungan sumber daya ikan terdiri dari parameter yang langsung diukur di lapangan a.l: suhu, turbiditas, konduktivitas, oksigen terlarut/DO dan pH menggunakan *Water quality checker* Horiba U-10. Parameter kondisi lingkungan yang diukur di laboratorium meliputi parameter pengganggu (N-NO₂, N-NH₄) dan unsur hara (TN, N-NO₃, TP, P-PO₄) dan kandungan klorofil-a. Pengambilan contoh air dilakukan menggunakan *vandorm bottle sampler* sebanyak 2 liter dan selanjutnya diawetkan mengikuti metode Anonymous (1998). Adapun metode analisis kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Penetapan parameter keragaman fisik sebagai kriteria penetapan zonasi kawasan konservasi diasumsikan bahwa semakin beragamnya habitat fisik suatu perairan, maka perairan yang memiliki keragaman fisik tinggi tersebut akan mampu mendukung keanekaragaman biota yang tinggi di perairan tersebut. Demikian pula penetapan parameter lingkungan, penting untuk merumuskan

kriteria zonasi ikan endemik. Untuk mengetahui ciri morfologi dan keanekaragaman habitat fisik perairan (ada tidaknya aliran air keluar atau aliran masuk, tanjung atau teluk ke dalam perairan) dilakukan melalui analisis peta batimetri yang tersedia. Karakteristik habitat fisik diidentifikasi melalui analisis tipe-tipe substrat yang berperan penting dalam mendukung siklus hidup ikan.

Tabel 1. Metode analisis parameter kualitas air

No.	Parameter	Metode
1.	Suhu	<i>In situ</i> , Water Quality Checker-Horiba U-10
2.	pH	<i>In situ</i> , Water Quality Checker-Horiba U-10
3.	Oksigen terlarut (DO)	<i>In situ</i> , Water Quality Checker-Horiba U-10
4.	Turbiditas	<i>In situ</i> , Water Quality Checker-Horiba U-10
5.	Konduktivitas	<i>In situ</i> , Water Quality Checker-Horiba U-10
6.	N-NO ₂	Sulfanilamid, spektrofotometri
7.	N-NO ₃	Brusin, spektrofotometri
8.	N-NH ₄	Fenat, spektrofotometri
9.	Total N	Brusin dengan oksidator K ₂ S ₂ O ₈ , spektrofotometri
10.	P-PO ₄	Asam Askorbat, spektrofotometri
11.	Total P	Asam Askorbat, spektrofotometri
12.	Klorofil-a	Ekstraksi menggunakan aseton, spektrofotometri
13.	SS	Spektrofotometri

Keberadaan vegetasi juga berperan dalam penetapan parameter keragaman habitat fisik. Vegetasi disampling menggunakan metode transek 10 x 10 m dipasang sejajar pantai masing-masing dua ulangan. Selanjutnya dibuat dokumentasinya dan diawetkan menggunakan alkohol 70%, kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 70 °C. Contoh vegetasi diidentifikasi di Herbarium Bogoriense, Puslit Biologi LIPI, Cibinong.

Keterkaitan sumber daya ikan dengan parameter lingkungan dianalisis menggunakan analisis komponen utama (*Principle Component Analysis/PCA*). Analisis ini ditujukan untuk mengetahui parameter lingkungan yang berperan penting dalam menentukan distribusi sumber daya ikan. Parameter penting yang terpilih merupakan parameter kriteria untuk merumuskan zonasi kawasan konservasi untuk ikan. Untuk merumuskan kriteria zonasi, menilai keanekaragaman ikan merujuk Ganasan and Hughes (1998). Kriteria-kriteria tersebut selanjutnya diberi skor sesuai kondisi di lokasi penelitian. Dari tabel tersebut dibuat grafik yang menggambarkan *Biological Integrity Index* untuk ikan di setiap stasiun pengamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Habitat

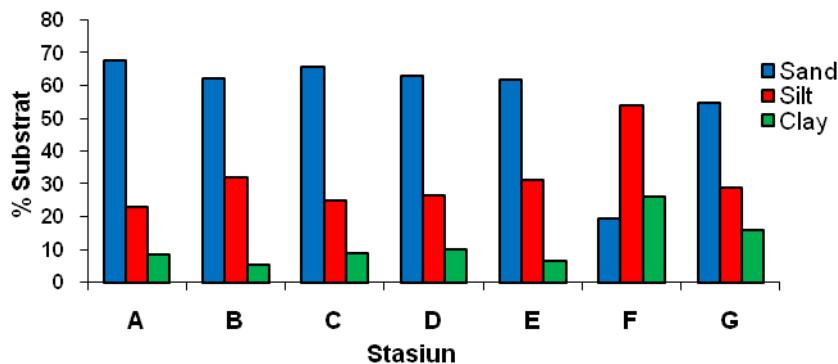
Karakteristik habitat stasiun penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Dari tabel tersebut, masing-masing stasiun penelitian mempunyai karakteristik yang berbeda. Di beberapa stasiun seperti Tominanga, M.S. kawatang, M.S. Hola-hola dan Beau ada koneksi ekologis seperti adanya sumber air masuk (*inlet*) dan air keluar (*outlet*). Stasiun Tominanga merupakan *inlet* Danau Towuti yang berasal dari Sungai Tominaga. Stasiun M.S. Kawatang dan Beau ada sumber air yang masing-masing berasal dari S. Kawatang dan S. Babasalo. Stasiun M.S. Hola-hola merupakan *outlet* Danau Towuti yang mengalir ke S. Larona dan bermuara ke Teluk Bone.

Tabel 2. Karakteristik habitat stasiun penelitian di Danau Towuti

No	Stasiun	Koordinat	Karakteristik habitat			Sumber daya ikan
			Substrat	Lingkungan		
1	Tominanga (A)	E 02° 39.365' S 121° 29.935'	Batuhan >15 cm (<i>boulders</i>)	Ada <i>inlet</i> dari S. Tominanga; tidak ada vegetasi air		Cukup tinggi dan beragam
2	Tj. Neote (B)	E 02° 40.406' S 121° 37.081'	Pasir hitam	Tidak ada vegetasi air		Rendah
3	P.Loeha (C)	E 02° 46.505' S 121° 31.830'	Batuhan >15 cm (<i>boulders</i>) Lumpur	Pulau di tengah danau; tidak ada vegetasi air		Sedang
4	Muara S.Hola-hola (D)	E 02° 48.187' S 121° 24.941'	Berlumut dari pantai sampai ke tengah (5m)	Ada <i>outlet</i> danau yang mengalir ke S. Larona; ada tanaman rumput danau		Cukup tinggi dan beragam
5	Muara S.Kawatang (E)	E 02° 56.377' S 121° 23.720'	Lumpur	Rawa-rawa; ada flood plain; ada keterkaitan danau dengan aliran-aliran sungai masuk yaitu S.Kawatang; ada tanaman rumput danau berbungin (licin)		Cukup tinggi dan beragam
6	Beau (F)	E 02° 48.091' S 121° 33.848'	Lumpur	Ada <i>inlet</i> dari S.Babasalo; Rawa-rawa; ada vegetasi air		Cukup tinggi dan beragam
7	Tj. Bakara (G)	E 02° 40.893' S 121° 25.873'	Batuhan >15 cm (<i>boulders</i>) Lumpur berpasir	Ada vegetasi air berbatang tinggi (pandan)		Sedang

Ada sumber air masuk maupun air keluar, vegetasi riparian maupun tanaman air dan tipe substrat yang berbeda. Seperti stasiun Beau ada air sungai yang masuk ke danau adalah S. Babasalo dan merupakan sumber air bagi tiga desa yaitu Desa Beau, Bantilang, dan Loeha. Habitat Beau juga sangat unik karena

ditemukan enam jenis tanaman air dan vegetasi ripariannya dihuni oleh kelelawar dan burung-burung. Tipe substrat di Danau Towuti didominasi oleh substrat keras yakni pasir. Substrat keras ini berperan penting bagi organisme bentik terutama udang, kepiting dan moluska (Tabel 2 dan Gambar 2).



Gambar 2. Tipe substrat Danau Towuti

Kualitas Air

Parameter kualitas air disajikan pada Tabel 3. Parameter N-NO₂ dan N-NH₄ digolongkan sebagai parameter pengganggu (Hartoto *et al*,1998). Batas maksimum N-NO₂ (nitrit) untuk perikanan yang ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah (PP) No.82 Tahun 2001 adalah 0,06 mg/L sedangkan N-NH₄ (ammonia) yaitu 0,02 mg/L. Konsentrasi N-NO₂ di Danau Towuti selama tiga kali pengambilan contoh air tahun 2009 yaitu berkisar antara 0,001-0,007 mg/L dan konsentrasi N-NH₄ antara 0-0,009 mg/L, tidak mengancam kehidupan sumber daya akuatik di Danau Towuti karena nilainya masih di bawah ambang batas maksimum sesuai PP tersebut diatas. Ketersediaan oksigen terlarut yang cukup yang berkisar antar 4,7-7,4 mg/L tampaknya mampu mengoksidasi ammonia dan nitrit menjadi nitrat. Konsentrasi nitrit terbesar yaitu 0,007 mg/L terjadi di stasiun Beau pada bulan Oktober 2009.

Turbiditas atau kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam air. Kekeruhan disebabkan oleh adanya bahan organik dan anaorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), maupun bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme

air (Greenberg *et al*, 1998). Metode penentuannya yaitu Nephelometrik dengan satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Kisaran kekeruhan di Danau Towuti selama tahun 2009 adalah 0-8 NTU, dengan kekeruhan terbesar di M. S. Kawatang dengan nilai 8 NTU pada pengambilan contoh air di bulan Oktober 2009. Kemungkinan besar disebabkan oleh banyaknya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi di lokasi tersebut yang dapat berupa koloid dan partikel-partikel halus. Konsentrasi *suspended solid* (SS) di lokasi tersebut berkisar antara 0-8,8 mg/L dan konsentrasi *total organic matter* (TOM) berkisar antara 8,233-25,198 mg/L.

Konduktivitas (daya hantar listrik/DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Reaktivitas, bilangan valensi, dan konsentrasi ion-ion terlarut sangat berpengaruh terhadap nilai DHL (Greenberg *et al*, 1998). Kisaran nilai DHL di Danau Towuti 0,139-0,156 mS/cm.

Suhu air di Danau Towuti dari tiga kali pengambilan contoh air pada bulan Juni, Agustus dan Oktober 2009 adalah 28,6-31,3 °C dengan rata-rata 29,6 °C. pH air yaitu berkisar antara 7,46-8,4 mg/L, dengan rata-rata 7,93, cenderung bersifat basa. Sedangkan konsentrasi oksigen terlarut berkisar antara 4,7-7,4 mg/L dengan rata-rata 6,26 mg/L. Nilai rata-rata ketiga parameter tersebut masih memenuhi baku mutu PP No.82 tahun 2001 untuk perikanan.

Parameter N-NO₃, Total Nitrogen, P-PO₄ dan Total Posfor adalah parameter yang menunjukkan konsentrasi nutrient di Danau Towuti. Konsentrasi N-NO₃ berkisar antara 0-0,697 mg/L, dengan rata-rata 0,076 mg/L. Konsentrasi TN berkisar antara 0,005-0,793 mg/L, dengan rata-rata 0,254 mg/L. Konsentrasi P-PO₄ berkisar antara 0-0,022 mg/L, dengan rata-rata 0,008 mg/L. Konsentrasi TP berkisar antara 0 -0,211 mg/L, dengan rata-rata 0,063 mg/L. Konsentrasi N- NO₃ dan P-PO₄ masih di bawah baku mutu PP No.82 tahun 2001 untuk perikanan yaitu N- NO₃ maksimal 10 mg/L dan P-PO₄ maksimal 0,2 mg/L.

Ikan

Jenis ikan yang tidak tertangkap pada penelitian ini adalah ikan Sepat rawa (*Trichogaster trichopterus*), Dui-dui (*Dermogenys megarhamphus*), Pangkilang

merah (*Tominanga* sp.), dan Padi (*Oryzias marmoratus*) (Nasution, 2008). Pada hasil penelitian ini ditemukan ikan Gabus (*Canna striata*) merupakan pesaing ikan Butini (*Glossogobius matanensis*) yang merupakan ikan endemik di D. Towuti. Ikan eksotik yang juga sudah masuk ke Danau Towuti adalah ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), Mujair (*O.mosambicus*), Osang/Betok (*Anabas testudineus*), dan Mas (*Cyprinus carpio*) (Tabel 4). Hal ini menandakan bahwa sudah terjadi pencemaran secara biologis di perairan Danau Towuti yang akan berpengaruh terhadap biota endemik yang ada.

Menurut Wirjoatmodjo *et al.*, (2003) di Danau Towuti terdapat 29 spesies ikan dari 13 famili. Dari 29 spesies ikan tersebut terdapat 19 spesies ikan endemik yang tercatat dalam IUCN. Dari hasil penelitian ini diperoleh tujuh spesies endemik. Terlihat ikan yang diperoleh lebih sedikit dibandingkan dengan yang diperoleh Wirjoatmodjo *et al.*, (2003). Hal ini ditunjukkan juga dari penilaian endemisitas ikan di mana stasiun Tominanga, M.S. Hola-hola, M.S. Kawatang dan Beau memiliki endemisitas cukup tinggi (skor 3), sedangkan skor tertinggi adalah 5 (endemisitas sangat tinggi). Hal ini diduga karena dalam pengamatan ini alat yang digunakan untuk menangkap ikan menggunakan satu alat tangkap yaitu *experimental gillnet* dengan empat ukuran mata jaring dan waktu yang relatif singkat yaitu selama dua jam (Nasution, *et al.*, 2010). Wirjoatmodjo *et al.*, (2003) menangkap ikan menggunakan berbagai alat tangkap selama kurang lebih 15 jam.

Tabel 3 . Nilai kisaran kualitas air Danau Towuti

Parameter	Unit	Stasiun					
		A	B	C	D	E	G
pH		7.69-8.40	7.70-8.10	7.51-8.30	8.00-8.30	7.75-8.30	7.51-7.60
Konduktivitas	mS/cm	0.140-0.146	0.141-0.156	0.142-0.148	0.139-0.146	0.142-0.149	0.143-0.153
Turbiditas	NTU	0-2	0-2	1	0-2	0-8	4
DO	mg/L	6.11-7.30	5.45-7.00	6.07-6.60	5.65-7.00	6.05-7.40	4.70-5.96
Suhu	°C	29.3-31.0	28.7-29.3	28.7-30.2	28.7-30.8	29.6-30.6	28.7-29.9
SS	mg/L	0	0	0	0	0 - 8.8	1.6 - 11.2
Klorofil-a	mg/m ³	0 - 0.002	0 - 0.145	0 - 0.241	0 - 0.344	0 - 2.019	0 - 1.847
N-NO ₂	mg/L	0.001 - 0.003	0.001 - 0.004	0.001 - 0.004	0.001 - 0.002	0.001 - 0.004	0.004 - 0.007
N-NO ₃	mg/L	0.006 - 0.068	0.007 - 0.697	0 - 0.004	0 - 0.132	0 - 0.088	0 - 0.179
N-NH ₄	mg/L	0 - 0.001	0	0	0 - 0.006	0 - 0.007	0
TN	mg/L	0.110 - 0.325	0.118 - 0.793	0.087 - 0.165	0.099 - 0.603	0.042 - 0.299	0.005 - 0.218
P-PO ₄	mg/L	0 - 0.012	0 - 0.014	0 - 0.012	0 - 0.016	0.007 - 0.018	0 - 0.012
TP	mg/L	0 - 0.143	0 - 0.169	0 - 0.111	0 - 0.114	0.021 - 0.127	0 - 0.211
TOM	mg/L	5.240 - 13.472	8.483 - 13.722	23.451 - 27.942	8.483 - 29.938	8.233 - 25.198	18.212 - 28.940
							12.225 - 17.464

Keterangan : A = Tominanga, B = Tj. Neote, C = P.Loeha, D = M.S. Hola-hola, E = M.S.Kawatang, F = Beau dan G = Tj. Bakara

Tabel 4. Ikan yang tertangkap menggunakan *experimental gill net*

Spesies Ikan	Stasiun							Jumlah (ekor)
	A	B	C	D	E	F	G	
<i>Telmatherina celebensis</i>	289	42	35	65	175	246	29	881
<i>Paratherina striata</i>	9	3	3	1	2	5	1	24
<i>P.cyanea</i>	22	0	0	11	6	0	0	39
<i>Glossogobius celebius</i>	22	2	3	32	15	25	4	103
<i>G. flavigipinnis</i>	3	1	4	45	0	0	0	53
<i>G. intermedius</i>	2	0	3	4	3	12	7	31
<i>G. matanensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Oreochromis niloticus</i>	3	0	0	0	0	1	0	4
<i>Channa striata</i>	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Anabas testudineus</i>	5	0	0	0	0	2	1	8
<i>Aplocheilus panchax</i>	0	0	0	0	0	5	0	5
Jumlah (ekor)	356	48	48	158	201	296	43	1150
Jumlah spesies endemik*	6	4	5	6	5	4	5	
Jumlah spesies endemik**	8	0	8	7	8	8	9	

eterangan :

A = Tominanga, B = Tj. Neote, C = P.Loeha, D = M.S. Hola-hola,

E = M.S.Kawatang, F = Beau dan G = Tj. Bakara

* = jumlah spesies endemik berdasarkan pengamatan

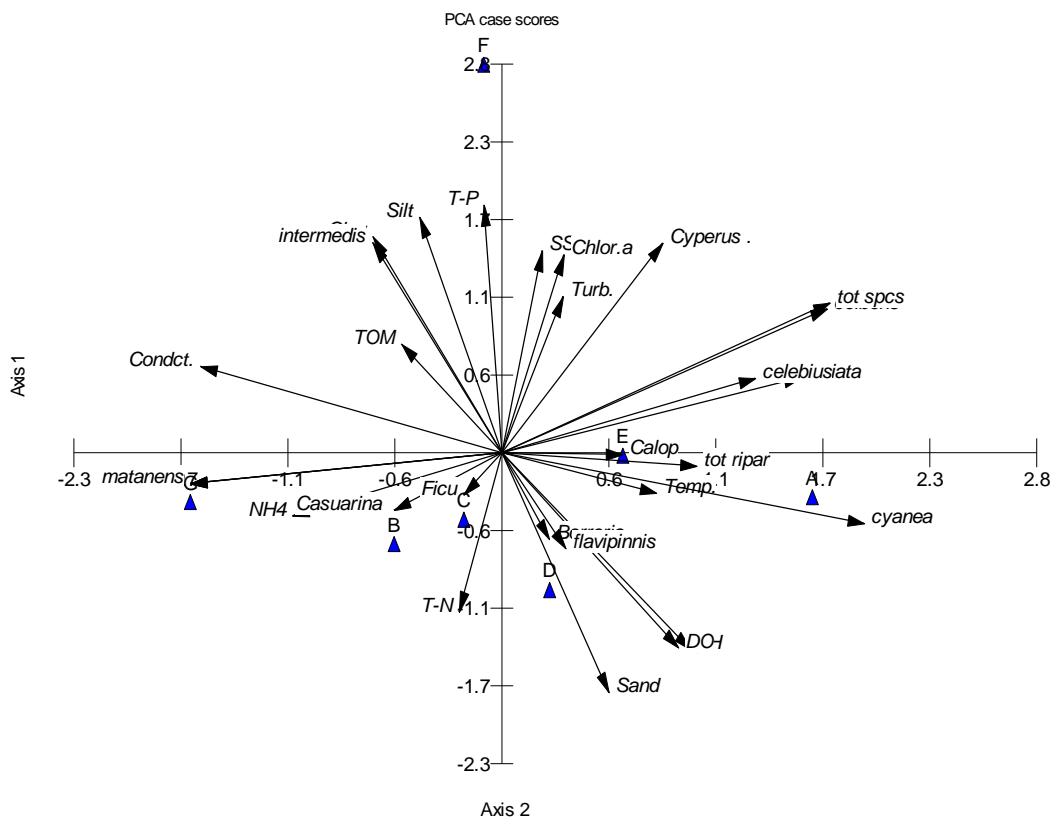
** = jumlah spesies endemik berdasarkan Wirjoatmodjo *et al.*(2003)

Dari analisis komponen utama, total spesies ikan endemik banyak dijumpai di stasiun Tominanga dan parameter lingkungan yang berperan penting adalah Total Posfor (TP) dan *Cyperus* sp. dan *Ottelia mesenterium* (Gambar 3). Untuk beberapa jenis ikan endemik seperti *Telmatherina celebensis* parameter yang berperan penting adalah suspended solid, TP dan persen penutupan *Cyperus* sp. dan *Ottelia mesenterium* juga merupakan parameter penting yang menentukan distribusi jenis ikan endemik tersebut. Untuk jenis ikan *Paratherina striata* parameter yang berperan penting adalah amoniak (dimana semakin kecil konsentrasinya, maka semakin banyak ikannya), total jenis riparian, dan persen penutupan *Cyperus* sp. Untuk jenis ikan *P.cyanea* parameter pentingnya atau yang menentukan distribusinya adalah TOM. Pada ikan *Glossogobius flavigipinnis* yang menentukan distribusinya adalah pH, TN, total jenis riparian dan persen tutupan *Borreria* sp. Untuk ikan *G.celebius* yang berperan penting adalah persen tutupan *Borreria* sp. Pada

ikan *G.intermedius* yang berperan penting adalah pH, SS, TOM, pasir. Yang menentukan distribusinya adalah substrat halus yaitu lumpur dan tanah liat. Untuk ikan *G.matanensis* parameter yang berperan penting adalah amoniak (NH₄).

Dari hasil analisis tersebut terlihat bahwa vegetasi riparian memiliki peran penting sebagai sumber masukan material organik dari luar sistem perairan (*allochthonous*) seperti serangga yang merupakan sumber pakan beberapa jenis ikan endemik di perairan ini dan serasah yang dapat berperan sebagai substrat atau sumber pakan bagi organisme bentik (ikan, udang, kepiting dan moluska). Sebagai contoh jenis *Kjelbergedendron celebicum* (Korth.) dan *Ficus microcarpa* L.f. buah dan biji dapat dijadikan pakan ikan di danau tersebut. Oleh karena itu secara ekologis, Danau Towuti yang miskin zat hara (oligotrofik) sumber pakan organismenya dipasok dari vegetasi riparian, sehingga vegetasi riparian memiliki koneksi ekologis yang penting terhadap sistem perairan Danau Towuti.

Pada ikan Pangkilang kasar/Pangkilang kuning (*Telmatherina celebensis*) kelimpahan tertinggi, rekrutmen berlangsung baik dan tapak pemijahannya adalah di habitat yang memiliki tanaman air yaitu di stasiun M.S. Hola-hola (Nasution, 2005; Nasution, *et al.* 2007; dan Nasution, 2007). Di stasiun tersebut banyak terdapat vegetasi air tempat untuk menempelkan telur ikan Pangkilang kuning. Lain pula halnya pada ikan Bonti-bonti biru (*Paratherina striata*), ikan ini mempunyai kelimpahan tertinggi, pertumbuhan dan rekrutmen berlangsung baik, dan tapak pemijahannya di habitat bebatuan seperti di Tominanga dan P.Loeha (Nasution, *et al.* 2007 & 2008 dan Nasution, 2008b).



Vector scaling: 5.73

Gambar 3. Hasil analisis PCA antara jenis ikan dengan parameter lingkungan

Keterkaitan antara ikan dengan parameter kualitas air, vegetasi riparian dan sedimen memiliki beberapa parameter lingkungan yang penting dalam merumuskan kriteria zonasi biota endemik Danau Towuti dapat dilihat pada Tabel 5.

Untuk merumuskan kriteria zonasi, menilai keanekaragaman hayati perairan khususnya ikan merujuk Ganasan and Hughes (1998). Kriteria-kriteria tersebut selanjutnya diberi skor sesuai kondisi di lokasi penelitian (Tabel 6). Dari tabel tersebut dibuat grafik yang menggambarkan *Biological Integrity Index* untuk ikan di setiap stasiun Danau Towuti (Gambar 4).

Dari grafik tersebut terlihat bahwa stasiun Beau mempunyai nilai indeks yang paling tinggi yaitu sebesar 33, selanjutnya diikuti stasiun Tominanga, M.S.Hola-hola, Tj.Neote dan M.S.Kawatang dengan nilai indeks yang sama yaitu 31. Nilai indeks di kelima stasiun stasiun tersebut relatif hampir sama, namun di stasiun Beau lebih tinggi. Hal ini diduga karena adanya faktor lingkungan yang mendukung seperti kualitas air,

habitat dan sumber bahan organik *allochthonous* dari vegetasi riparian dan tanaman air. Di stasiun Beau ditemukan enam jenis tanaman air yaitu *Ottelia mesenterium*, *Ipomoea aquatica* Forsk, *Paspalum conjugatum* Berg., *Paspalum scrobiculatum* L., *Eleocharis* sp., *Pennisetum* sp., *Anodendron microstachyum* Baker and Aldewer.

Tabel 5. Beberapa parameter lingkungan yang penting untuk merumuskan kriteria zonasi sumber daya ikan endemik D. Towuti

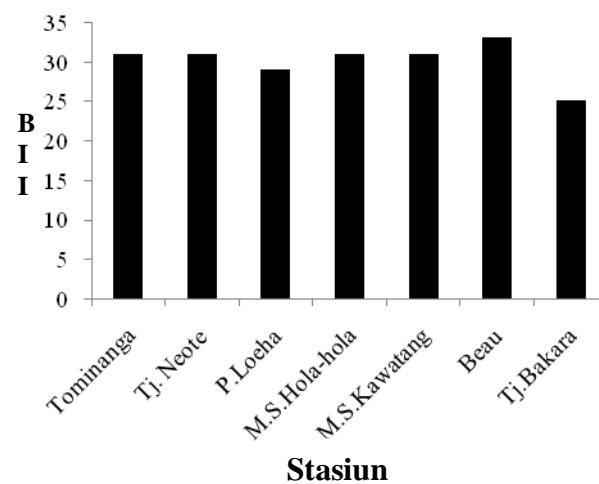
Fauna	Kriteria zonasi	Parameter lingkungan penting yang menentukan distribusi spesies endemik	Stasiun yang memiliki keragaman spesies tinggi
Ikan	Integritas ekologi: Kesesuaian kondisi lingkungan (kualitas air dan tipe substrat)	1. Keragaman spesies endemik yang tinggi: pH dan total P konsentrasi tinggi 2. Beberapa spesies endemik yang hidup di dasar: TP dan TOM tinggi, SS tinggi Tipe substrat dasar: lumpur, liat, pasir rendah	Tominanga dan M.S. Hola-hola (A dan D)
	Konektivitas ekologi: Tipe riparian	1. Keragaman spesies endemik yang tinggi: Penutupan vegetasi yang tinggi dari kelompok <i>Ottelia mesenterium</i> dan <i>Cyperus</i>	

Tanaman air sangat penting bagi sistem hayati perairan, yaitu sebagai tempat berlindung bagi ikan dan anak ikan, jasad makanan ikan, memelihara kadar zat asam bebas dalam air melalui proses fotosintesis, dan sebagai produsen primer. Tanaman air berperan dalam proses pemijahan ikan rainbow sulawesi (Axelrod and Vonderwinkler, 1986) dan ikan rainbow irian (Nasution, 2000). Telur-telur ikan rainbow irian umumnya dijumpai diantara dedaunan tanaman air atau pada benda-benda seperti serabut di perairan dangkal (Nasution, 2000).

Tabel 6. *Index Of Biological Integrity* untuk menilai keanekaragaman ikan Danau Towuti (Modifikasi dari Ganasan and Hughes, 1998)

Keterangan: TA= tidak ada

Kategori	Metrik	Kriteria skoring		
		Terbaik (5)	Sedang (3)	Terburuk (1)
Kekayaan taksonomis	1. Jumlah spesies endemik	>5	2-4	<2
	2. Jumlah spesies bukan endemik	0	2-3	>5
Komposisi habitat	3. Jumlah spesies bentik	>10	5-9	<5
	4. Jumlah spesies yang hidup di kolom air	>6	2-5	<2
Komposisi trofik	5. Jumlah spesies yang tidak toleran	>2	2	<2
	6. % spesies insektivorus	>50	30-50	<30
Kesehatan dan kelimpahan ikan	7. % spesies herbivorus	>30	5-30	<5
	8. % spesies karnivorus	>50	20-50	<20
Kesehatan dan kelimpahan ikan	9. Jumlah total individu / hektar	>1000	500-1000	<500
	10. % individu bukan spesies endemik	<1	1-20	>20
	11. % spesies dengan bentuk tidak normal/ kecacatan dan penyakit	TA	TA	<1



Gambar 4. *Biological Integrity Index* (BII) untuk ikan di setiap stasiun Danau Towuti

KESIMPULAN

- Dilihat dari integritas ekologi bahwa faktor lingkungan yang berperan penting untuk ikan endemik adalah pH dan TP tinggi. Untuk ikan endemik yang hidup di dasar yang berperan adalah konsentrasi TP, total bahan organik dan padatan tersuspensi tinggi dan tipe substrat adalah lumpur, liat, pasir rendah.
- Dilihat dari konektivitas ekologi bahwa persen penutupan vegetasi yang tinggi berasal dari kelompok *Cyperus* dan *Ottelia mesenterium*.
- Stasiun yang memiliki keragaman jenis ikan endemik tinggi adalah di stasiun Tominanga dan M.S.Hola-hola.
- Nilai indeks dari grafik *Biological Integrity* untuk ikan di setiap stasiun Danau Towuti relatif sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1998. *Standard Method For the Examination of the Water and Waste Water*. 17th Edition. APA-AWWA-WPCF: 1100 pp.
- Axelrod, H.R. and W. Vonderwinkler. 1986. *Encyclopedia of Tropical Fishes*. T.F.H. Publication, Inc., Canada. 521 p.
- Froese, R. and D. Pauly. Fish base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, Download on July 6, 2004.
- Ganasan, V and R.M. Hughes. 1998. Application of an Index of Biological Integrity (IBI) to Fish Assemblages of The Rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), *India Freshwater Biology*, 40:367-383.
- Greenberg, A.E, L.S Clesceri & A.D Eaton (Eds). 1998. *Standard Methods For Examination of The Water and Waste Water*. edisi 20. APHA-AWWA-WEF.
- Haffner, G.D., P.E. Hehanussa, and D. I. Hartoto. 2001. *The Biology and Physical Processes of Large Lakes of Indonesia: Lakes Matano and Towuti*. In M. Munawar and R.E. Hecky (eds.). *The Great Lakes of The World (GLOW): Food-web, health, and integrity*. Netherlands. p:183-192.
- Hartoto, D.I., A.S. Sarnita, D.S. Sjafei, A.Satya, Yustiawati, Sulastri, M.M. Kamal dan Y. Siddik.1998. *Dokumen Kriteria Evaluasi Suaka Perikanan Perairan Darat*. Puslitbang Limnologi-LIPI, 51 hal.

- Head, K.H. 1981. *Manual of Soil Laboratory Testing*. Vol 1. John Wiley & Sons, New York, Toronto.
- IUCN. 2003. 2003 IUCN Redlist of Threatened Species. www.redlist.org. Download on July 16, 2004.
- Kottelat, M., A.J. Whitten, S.N. Kartikasari, dan S.Wirjoatmodjo. 1993. *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*. Periplus Edition (HK) Ltd. Bekerjasama dengan Proyek EMDI, Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta. 293 hal.
- Nasution, S.H. 2000. *Ikan Hias Air Tawar Rainbow*. Cetakan I. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hlm.
- Nasution, S.H. 2005. Karakteristik Habitat, Aspek Biologi dan Upaya Pengelolaan Ikan Endemik *Telmatherina celebensis* di Danau Towuti. *Makalah Seminar Pertemuan Pakar Perikanan, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Pusat Riset Perikanan Tangkap*. 2 Agustus 2005, Jakarta. Hal: 8-1 – 8-26.
- Nasution, S.H. 2006. Pangkilang (Telmatherinidae) Ornamental Fish: An Economic Alternative for People Around Lake Towuti. *Proceedings International Symposium*. The Ecology and Limnology of the Malili Lakes on March 20-22, 2006 in Bogor-Indonesia. Supported by: PT. INCO Tbk. and Research Center for Limnology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI). p:39-46.
- Nasution, S.H., Sulistiono, D.S. Sjafei, dan G.S. Haryani. 2007. Distribusi spasial dan temporal ikan endemik Rainbow Selebensis (*Telmatherina celebensis* Boulenger) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Edisi Sumber Daya dan Penangkapan*, 13(2):95-104.
- Nasution, S.H. 2007. Growth and Condition Factor of Rainbow Selebensis (*Telmatherina celebensis* Boulenger) in Lake Towuti, South Celebes. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 13(2):117-123.
- Nasution, S.H. 2008. Ekobiologi dan Dinamika Stok sebagai Dasar Pengelolaan Ikan Endemik Bonti-bonti (*Paratherina striata*) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Disertasi*. 152 hal.
- Nasution, S.H., D.I. Hartoto, Sulastri, S. Aisyah, T. Tarigan, H. Fauzi dan Sugiarti. 2010. Penerapan Kriteria untuk Penyusunan Rancangan Zonasi Kawasan Konservasi Biota Endemik Danau Towuti. *Laporan Kemajuan Kegiatan Tahap 1 Program Insentif Peneliti dan Perekayasa LIPI Tahun 2010*. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. 132 hal.

- Sulaeman, Supaeto dan Evianti. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Eds. I. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Weber, M and K.L.F. de Beaufort. 1913. *The Fisheries of Indo-Australia Archipelago*. Vol. II. E.J. Brill. Ltd., Leiden: 404 pp.
- Weber, M and K.L.F. de Beaufort. 1916. *The Fisheries of Indo-Australia Archipelago*. Vol. III. E.J. Brill. Ltd., Leiden: 455 pp.
- Weber, M and K.L.F. de Beaufort. 1922. *The Fisheries of Indo-Australia Archipelago*. Vol. IV. E.J. Brill. Ltd., Leiden: 410 pp.
- Wirjoatmodjo, S, Sulistiono, M.F. Rahardjo, I.S. Suwelo and R.K. Hadiyati. 2003. *Ecological Distribution of Endemic Fish Species in Lakes Poso and Malili Complex, Sulawesi Island*. Funded by Asean Regional Centre for Biodiversity Conservation and the European Comission. 30 p.

DISKUSI

Penanya : Husnah (BRPPU – Palembang)

Pertanyaan :

1. Bagaimana transek riparian hanya luasan saja, bukan ketebalan?
2. Bagaimana menentukan komponen – komponen dalam Biotic Integrity Index, berdasarkan literatur atau uji laboratorium?

Jawaban :

1. Hal ini akan dicariakan informasi lebih lanjut tentang metode vegetasi riparian. Sebagai informasi, dari awal Danau Malili dikategorikan oligotropik, jadi tidak dilihat ketebalan vegetasinya.
2. Penentuan komponen mengacu kepada buku kriteria Biotic Integrity Index.

Saran : Dalam *Biotic Integrity Index*, diperlukan analisis statistik dulu sebelum digunakan.

Penanya : Satrio Wicaksono

Pertanyaan : Keluhan masyarakat tentang buangan limbah INCO ke Malili menyebabkan ikan ompong. Berdasarkan hasil penelitian, kenapa kualitas airnya masih dikatakan baik? Apakah ada mekanisme tertentu untuk reduksi logam berat dan bagaimana perbandingan kualitas air dengan danau lain di kompleks Malili?

Jawaban : Penelitian mengenai logam berat di kompleks Malili masih berlangsung, sehingga belum ada kesimpulan yang tepat.

Penanya	: Senny Sunanisari (Puslit Limnologi LIPI)
Pertanyaan	: Mengapa kualitas air yang cocok untuk ikan endemik adalah dengan kadar SS tinggi?
Jawaban	: Bukan yang tinggi, justru air dengan kadar SS rendah.

CATATAN

1. Ketebalan vegetasi riparian perlu diperhatikan karena selain mempengaruhi luas penutupan juga menentukan kestabilan ekosistem.
2. Logam berat sebaiknya dianalisis, karena misalnya diperlukan untuk mengetahui apakah benar berpengaruh terhadap warna ikan yang bagus.