

KUALITAS PERAIRAN DAN POTENSI PRODUKSI SUMBER DAYA IKAN DI DANAU BATUR, BALI

Danu Wijaya, Agus Arifin Sentosa, dan Didik Wahyu Hendro Tjahjo

*Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan
Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan*

e-mail : van_danoe@yahoo.com

Diterima redaksi : 18 Oktober 2012, disetujui redaksi : 21 Maret 2013

ABSTRAK

Danau Batur merupakan danau terbesar di Pulau Bali yang terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Danau Batur memiliki luas 16,05 km², kedalaman maksimum sekitar 60 – 70 m serta berada di ketinggian 1050 m di atas permukaan laut. Danau tersebut telah dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan perikanan, selain sektor pariwisata yang telah berkembang sebelumnya. Dalam Konferensi Nasional Danau Indonesia I dan II telah disepakati untuk memilih 15 danau sebagai salah satu prioritas penanganan permasalahan lingkungan hidup periode 2010-2014 dan Batur termasuk salah satu dari 15 danau prioritas tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan dan estimasi potensi produksi sumber daya ikan di Danau Batur, Provinsi Bali. Penelitian dilaksanakan dibulan Mei, Juli dan Oktober tahun 2011, pada enam stasiun yaitu Kedisan, Abang, Trunyan, Songan, Toya Bungkah dan bagian tengah danau. Potensi produksi sumber daya ikan dihitung berdasarkan kandungan klorofil-a. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi kualitas perairan di Danau Batur secara umum masih layak untuk kehidupan sumber daya ikan di habitat alaminya. Kandungan klorofil-a selama penelitian berkisar 1,70 – 21,38 mg/m³ dengan estimasi potensi produksi sumber daya ikan berkisar antara 42,57 – 456,20 kg/ha/tahun.

Kata kunci: kualitas air, potensi produksi, Danau Batur

ABSTRACT

WATER QUALITY AND PRODUCTION POTENTIAL OF FISH RESOURCES IN LAKE BATUR, BALI. *Lake Batur is the largest lake on Bali Island and is located in Distric of Kintamani, Bangli Regency. Lake Batur has an area of 16,05 km², maximum depth of about 60 - 70 m and is located at an altitude of 1050 m above sea level. The lake has been used in the fisheries sector, together with other sectors such as tourism which has been developed previously. Indonesia Lake National Conference I and II have agreed to choose 15 priority lakes for handling environmental issues in 2010 – 2014 and Lake Batur is one of them. This study aims to determine the water quality and production potential of fish resources in Lake Batur, Bali Province. The reseach was conducted in May, July and October 2011, at six stations, namely Kedisan, Abang, Trunyan, Songan, Toya Bungkah and the center of the lake. Potential production of fish resources was calculated based on the content of chlorophyll-a. The results showed that water quality conditions in Lake Batur is still good for the life of fish resources in their natural habitat. During research, the content of chlorophyll-a ranged from 1.70 to 21.38 mg/m³ with estimate of the potential production of fish resources in Lake Batur ranged from 42,57 to 456,20 kg/ha/year.*

Keywords: water quality, production potential, Lake Batur

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki tidak kurang dari 500 danau dengan luas total sekitar 5.000 km² atau 0,25% luas daratan. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan kegiatan pembangunan yang kurang memperhatikan keseimbangan dan daya dukung lingkungan, kualitas lingkungan hidup ekosistem danau di Indonesia semakin menurun akibat pencemaran dan kerusakan lingkungan (Witoelar, 2009). Kondisi tersebut telah mendorong diselenggarakannya Konferensi Nasional Danau Indonesia (KNDI) I yang telah dilaksanakan di Bali tahun 2009 dan KNDI II di Semarang tahun 2011. KNDI II bertujuan untuk meningkatkan kepedulian masyarakat, pemerintah daerah dan instansi terkait dalam memelihara dan menyelamatkan fungsi danau serta menarik sektor swasta untuk dapat memanfaatkan jasa lingkungan secara berkesinambungan. KNDI II juga menetapkan 15 Danau Prioritas Nasional sebagai salah satu prioritas penanganan permasalahan lingkungan hidup periode 2010-2014 (KLH, 2011).

Danau Batur adalah salah satu danau yang termasuk dalam 15 Danau Prioritas Nasional yang dipilih berdasarkan parahnya tingkat kerusakan dan dampaknya terhadap kehidupan masyarakat (Suwanto *et al.*, 2011). Danau Batur merupakan danau terbesar di Pulau Bali yang terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Danau tersebut memiliki luas 16,05 km² dengan kedalaman maksimum sekitar 60 – 70 m serta berada di ketinggian 1050 m di atas permukaan laut. Danau tersebut telah dimanfaatkan masyarakat di sektor perikanan, selain sektor pariwisata yang telah berkembang sebelumnya (Gubernur Bali, 2010). Menurut Suryono *et al.* (2008), kondisi perairan Danau Batur pada saat ini cenderung mengalami penurunan kualitas, akibat pengaruh aktivitas masyarakat di sekitar danau. Kondisi Danau Batur yang

merupakan sistem perairan tertutup dan tidak ada outlet sangat berpengaruh terhadap kualitas perairannya dan tekanan terhadap kualitas perairan danau akan semakin meningkat dengan adanya peningkatan aktivitas masyarakat yang menimbulkan limbah seperti adanya kawasan pertanian sayuran, daerah wisata, budidaya ikan dalam keramba jaring apung (KJA) dan pemanfaatan lainnya (Suryono *et al.*, 2006).

Pembangunan infrastruktur dan pemanfaatan perairan danau akan berpengaruh terhadap kondisi kualitas perairan danau. Pencemaran akan menurunkan kualitas perairan yang pada akhirnya akan berpengaruh pula terhadap potensi produksi ikan di Danau Batur mengingat ikan dan organisme akuatik lainnya membutuhkan persyaratan habitat yang baik untuk mendukung kehidupannya (Kristanto, 2002). Permasalahan tersebut perlu ditangani dengan pengelolaan yang rasional terhadap sumber daya perairan di danau tersebut.

Potensi produksi ikan dapat diestimasi menggunakan kandungan klorofil. Klorofil-a merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menduga kemampuan fotosintesis dari fitoplankton di suatu perairan. Menurut Sutomo *et al.* (1989), kandungan klorofil-a di suatu perairan dapat digunakan sebagai ukuran *standing stock* fitoplankton yang dapat dijadikan sebagai petunjuk produktivitas primer suatu perairan. Semakin tinggi kandungan klorofil-a fitoplankton dalam suatu perairan, berarti semakin tinggi pula produktivitas perairan tersebut sehingga daya dukung terhadap komunitas penghuninya juga semakin tinggi (Riyono *et al.*, 2006). Oleh karena itu, berdasarkan data kandungan klorofil-a dapat diestimasi potensi produksi ikan untuk masing-masing danau menggunakan rumus hubungan antara klorofil-a terhadap produksi ikan pelagis yang dikemukakan oleh Almazan & Boyd dalam Boyd (1990).

Data dan informasi mengenai kualitas perairan danau dan nilai potensi produksi sumber daya ikan merupakan salah satu komponen yang diperlukan dalam pengelolaan danau (Wijaya *et al.*, 2009). Oleh karena itu, penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kondisi kualitas perairan dan estimasi potensi produksi sumber daya ikan di Danau Batur, Provinsi Bali perlu dilakukan.

BAHAN DAN METODE

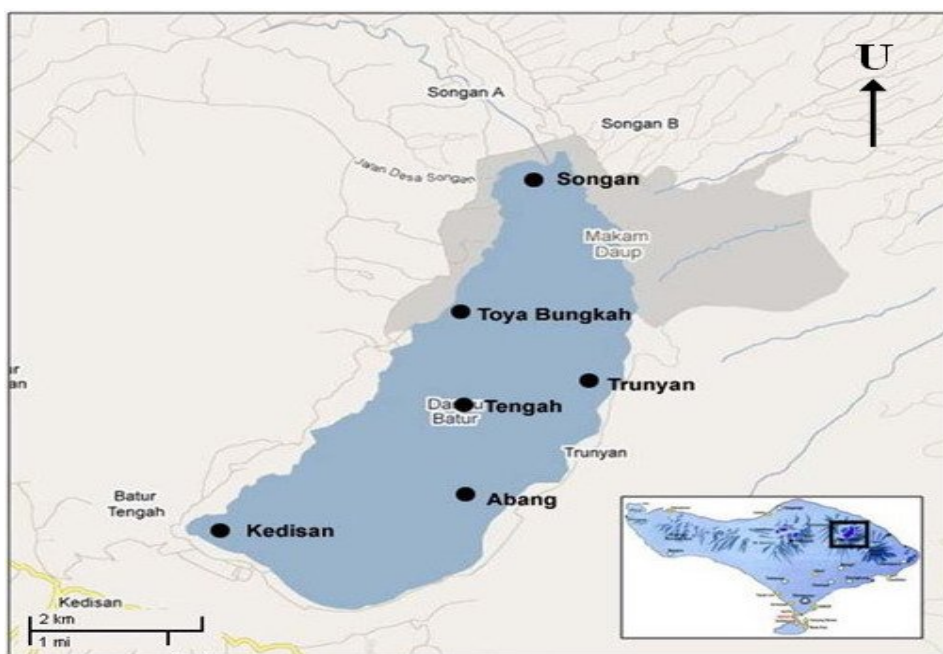
Penelitian dilakukan di perairan Danau Batur yang secara administratif terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli Provinsi Bali. Pengumpulan data dengan metode survei lapangan dilakukan pada bulan Mei, Juli, dan Oktober 2011. Penentuan stasiun dilakukan dengan metode survei secara purposive didasarkan pada keterwakilan lokasi perairan dan karakter pemanfaatan sumber daya perairan di danau tersebut. Lokasi pengamatan dibagi menjadi enam stasiun (Gambar 1) dengan karakteristik lokasi masing-masing stasiun disajikan pada

Tabel 1. Pengambilan sampel air dilakukan menggunakan *kemmerer water sampler* pada kedalaman eufotik yang ditentukan dengan persamaan Viner (1984) dalam An & Jones (2000) dengan rumus:

$$\text{Zeufotik} = 2,3 \times \text{kecerahan (m)}.$$

Parameter kualitas air diamati secara *in situ* dan *ex situ* mengacu kepada APHA (2005) sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Pengamatan *in situ* dilakukan secara langsung di lapangan menggunakan alat yang sudah dikalibrasi dan *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan (BP2KSI) di Purwakarta, Jawa Barat.

Potensi produksi sumber daya ikan di Danau Batur dihitung berdasarkan kandungan klorofil-a. Analisis kandungan klorofil-a dilakukan dengan menggunakan metode trichromatik (determinasi spektrofotometrik klorofil-a, b dan c). Contoh air dengan volume 250 ml diawetkan dengan menambahkan larutan MgCO_3 sebanyak 1 ml. Sampel kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Millipore dengan diameter pori 0,45 μm .



Gambar 1. Stasiun penelitian di Danau Batur

Tabel 1. Karakteristik lokasi stasiun pengamatan di Danau Batur

No. stasiun pengamatan	Lokasi	Letak geografis	Karakteristik lokasi
1.	Kedisan	LS : 08° 16,520' BT : 115° 22,816'	Pantai danau berupa dataran landai yang merupakan daerah pertanian dan pemukiman penduduk, terdapat dermaga wisata, keramba jaring apung (KJA), dan sepanjang tepian banyak tumbuhan air.
2.	Abang	LS : 08° 16,415' BT : 115° 24,528'	Pantai danau berupa dataran berbukit, merupakan daerah pertanian dan pemukiman penduduk, sepanjang tepian banyak terdapat tumbuhan air
3.	Trunyan	LS : 08° 14,495' BT : 115° 25,591'	Pantai danau berupa tebing bukit dengan kemiringan sekitar 45° - 60°, sepanjang tepian banyak tumbuhan air, dan dekat dengan makam adat Desa Trunyan
4.	Songan	LS : 08° 13,624' BT : 115° 24,910'	Pantai danau berupa dataran landai yang merupakan daerah pertanian, sepanjang tepian banyak tumbuhan air
5.	Toya Bungkah	LS : 08° 15,111' BT : 115° 24,924'	Pantai danau merupakan batuan vulkanis, terdapat rumah penduduk dan daerah wisata, terdapat sumber air panas dan KJA.
6.	Tengah Danau	LS : 08° 15,098' BT : 115° 24,924'	Merupakan bagian tengah danau yang paling dalam.

Tabel 2. Parameter kualitas perairan yang diamati selama penelitian

Parameter	Satuan	Metode
Kecerahan	cm	Cakram Secchi, <i>in situ</i>
Suhu air	°C	Termometer alkohol, <i>in situ</i>
pH air	unit	<i>Water Quality Checker HORIBA U50</i> , <i>in situ</i>
Oksigen terlarut (O ₂)	mg/L	Titrimetri Winkler, <i>in situ</i>
Karbon dioksida (CO ₂)	mg/L	Titrimetri (Na ₂ CO ₃), <i>in situ</i>
Alkalinitas	mg/L	Titrimetri (HCl), <i>in situ</i>
Nitrit (N-NO ₂)	mg/L	Spektrofotometri (Naftilamine), <i>ex situ</i>
Nitrat (N-NO ₃)	mg/L	Spektrofotometri (Brucine sulphate), <i>ex situ</i>
Ammonia (N-NH ₄)	mg/L	Spektrofotometri (Nessler), <i>ex situ</i>
Ortostat fosfat (P-PO ₄)	mg/L	Spektrofotometri (SnCl ₂), <i>ex situ</i>
Turbiditas	NTU	<i>Water Quality Checker HORIBA U50</i> , <i>in situ</i>
Klorofil-a	mg/m ³	Spektrofotometri, <i>ex situ</i> (pengawet MgCO ₃)

Kertas saring kemudian diekstraksi dengan menggunakan Aseton 90 % setelah itu disentrifuse selama 15 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Perhitungan klorofil-a mengikuti persamaan APHA (2005) sebagai berikut:

$$C_a = 11.85 (OD664) - 1.54 (OD647) - 0.08 (OD630)$$

$$\text{Klorofil-a (mg)} = \frac{C_a \times \text{Volume ekstrak}}{\text{Volume air contoh} \times d}$$

keterangan:

- C_a : Konsentrasi klorofil-a dalam ekstrak (mg/m^3)
 Volume ekstrak : Volume sample setelah dilarutkan dalam aseton
 Volume sampel : Volume air yang disaring (liter)
 D : diameter atau celah kuvet yang digunakan (cm)

OD664, OD647, OD630 : Nilai absorban pada setiap panjang gelombang (664 nm, 647 nm dan 630 nm) setelah dikurangi dengan absorban pada panjang gelombang 750 nm.

Potensi produksi ikan diestimasi dengan menggunakan rumus hubungan antara klorofil-a terhadap produksi ikan yang dikemukakan oleh Almazan & Boyd dalam Boyd (1990), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\hat{Y} = 1,43 + 24,48 x - 0,15 x^2$$

Keterangan:

- \hat{Y} = produksi ikan ($\text{kg}/\text{ha}/\text{tahun}$)
 x = klorofil-a (mg/m^3)

Hubungan antar parameter kualitas perairan di Danau Batur diketahui berdasarkan analisis komponen utama (PCA, *Principal component analysis*) dan analisis clustering dengan bantuan software STATISTICA versi 8.0. Analisis ANOVA dengan bantuan program Microsoft Office Excel juga digunakan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi klorofil-a pada setiap bulan pengamatan di Danau Batur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Perairan Danau Batur

Pengamatan kualitas air di Danau Batur dilakukan pada kedalaman eufotik yang merupakan kedalaman dimana alga dan makrofita masih dapat tumbuh karena masih terdapat cahaya matahari yang digunakan untuk fotosintesis (Horne & Goldman, 1994). Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa zona eufotik di danau tersebut berada pada kisaran kedalaman 2,76 - 11,04 m dari permukaan. Zona eufotik tersebut didukung oleh kecerahan yang relatif tinggi yang mendukung produktivitas perairan melalui proses fotosintesis. Hasil pengukuran kualitas perairan di Danau Batur disajikan pada Tabel 3 untuk setiap stasiun pengamatan dan Tabel 4 untuk setiap waktu pengamatan.

Berdasarkan nilai kecerahannya, Danau Batur termasuk dalam kategori danau eutrofik (Likens, 1975 dalam Jorgensen, 1980). Sesuai pernyataan Manik (2003), kecerahan yang tinggi tersebut berbanding terbalik dengan nilai turbiditas/kekeruhan yang rendah yang hanya berkisar 2,2 – 19,6 NTU. Turbiditas yang rendah relatif menguntungkan karena tidak mengganggu sistem osmoregulasi dan daya lihat organisme akuatik serta penetrasi cahaya ke dalam air (Effendi, 2003).

Tabel 3. Hasil pengukuran kualitas air di kedalaman eufotik Danau Batur pada setiap stasiun pengamatan

Parameter*)	Stasiun					
	Songan		Trunyan		Abang	
	Kisaran	μ	Kisaran	μ	Kisaran	μ
Kecerahan (cm)	150,0 - 480,0	286,7	130,0 - 220,0	183,3	150,0 - 260,0	190,0
Suhu Air (°C)	22,9 - 25,1	24,1	23,0 - 24,8	24,2	23,3 - 25,9	24,5
pH air (unit)	8,26 - 9,18	8,73	8,21 - 9,14	8,77	8,23 - 9,50	8,78
DO (mg/L)	1,65 - 6,82	4,58	0,62 - 8,25	5,48	2,58 - 7,38	5,16
CO ₂ (mg/L)	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,00	0,00
Alkalinitas (mg/L)	174,8 - 282,2	228,5	205,5 - 291,6	231,6	190,4 - 273,7	216,3
N-NO ₂ (mg/L)	0,01 - 0,13	0,05	0,01 - 0,11	0,04	0,01 - 0,11	0,04
N-NO ₃ (mg/L)	0,10 - 0,79	0,43	0,07 - 1,56	0,47	0,13 - 0,67	0,41
N-NH ₄ (mg/L)	0,16 - 0,78	0,47	0,13 - 1,31	0,61	0,12 - 1,18	0,62
P-PO ₄ (mg/L)	0,01 - 0,09	0,04	0,01 - 0,12	0,05	0,02 - 0,13	0,06
Turbiditas (NTU)	3,7 - 12,5	7,7	5,2 - 14,3	8,8	4,2 - 14,8	7,9

Parameter*)	Stasiun					
	Kedisan		Toya Bungkah		Tengah Danau	
	Kisaran	μ	Kisaran	μ	Kisaran	μ
Kecerahan (cm)	190,0 - 300,0	240,0	240,0 - 340,0	290,0	120,0 - 220,0	180,0
Suhu Air (°C)	23,6 - 26,4	25,1	23,3 - 24,8	24,0	23,1 - 25,4	24,3
pH air (unit)	8,35 - 8,99	8,71	8,23 - 8,90	8,58	8,30 - 9,37	8,89
DO (mg/L)	3,22 - 7,97	5,32	2,23 - 6,07	4,22	3,97 - 7,55	5,93
CO ₂ (mg/L)	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,00	0,00
Alkalinitas (mg/L)	184,1 - 267,8	209,2	214,2 - 291,6	247,1	208,6 - 363,0	248,1
N-NO ₂ (mg/L)	0,01 - 0,14	0,06	0,00 - 0,14	0,07	0,00 - 0,12	0,05
N-NO ₃ (mg/L)	0,14 - 1,04	0,45	0,36 - 0,65	0,51	0,05 - 0,48	0,30
N-NH ₄ (mg/L)	0,13 - 1,06	0,55	0,17 - 0,66	0,40	0,23 - 1,14	0,66
P-PO ₄ (mg/L)	0,02 - 0,38	0,09	0,01 - 0,07	0,04	0,02 - 0,14	0,05
Turbiditas (NTU)	3,0 - 10,2	5,9	2,2 - 6,0	4,1	3,8 - 19,6	9,9

Keterangan:

*) : Alat ukur *in situ* terkalibrasi milik Laboratorium Kimia Air BP2KSI dan analisis *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air BP2KSI

Tabel 4. Hasil pengukuran kualitas air di kedalaman eufotik Danau Batur pada setiap waktu pengamatan

Parameter ^{*)}	Mei 2011		Juli 2011 ^{**)}		Oktober 2011	
	Kisaran	μ	Kisaran	μ	Kisaran	μ
Kecerahan (cm)	120,0 - 190,0	148,0	200,0 - 480,0	296,7	160,0 - 240,0	216,7
Suhu Air ($^{\circ}$ C)	24,1 - 26,4	25,1	22,9 - 24,1	23,5	24,2 - 26,2	24,7
pH air (unit)	8,81 - 9,50	9,12	8,21 - 8,69	8,37	8,62 - 9,00	8,84
DO (mg/L)	3,22 - 6,82	5,54	0,62 - 5,56	3,45	4,92 - 8,25	6,58
CO ₂ (mg/L)	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,00	0,00
Alkalinitas (mg/L)	174,8 - 282,2	216,4	190,4 - 363,0	252,9	185,6 - 228,5	216,1
N-NO ₂ (mg/L)	0,01 - 0,04	0,02	0,06 - 0,14	0,10	0,00 - 0,13	0,02
N-NO ₃ (mg/L)	0,07 - 0,53	0,25	0,28 - 0,65	0,45	0,05 - 1,56	0,55
N-NH ₄ (mg/L)	0,56 - 1,31	0,92	0,12 - 0,55	0,23	0,23 - 1,06	0,59
P-PO ₄ (mg/L)	0,03 - 0,08	0,05	0,02 - 0,38	0,08	0,01 - 0,08	0,04
Turbiditas (NTU)	7,5 - 19,6	13,2	2,2 - 7,5	4,7	3,7 - 8,2	5,8

Keterangan:

*) : Alat ukur *in situ* terkalibrasi milik Laboratorium Kimia Air BP2KSI dan analisis *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air BP2KSI.

**): Pengamatan dilakukan pasca terjadinya aktivitas vulkanis Gunung Batur berupa letusan belerang di dasar kaldera yang terjadi pada tanggal 22-23 Juni 2011 sehingga terdapat beberapa parameter kualitas air yang menunjukkan hasil yang berbeda dari kondisi normalnya.

Suhu perairan di Danau Batur secara umum masih sama dengan danau-danau tropis lainnya dengan kisaran 22,9 – 26,4 $^{\circ}$ C. Secara umum, nilai tersebut masih mampu mendukung kehidupan ikan dan biota perairan lainnya. Mulyanto (1992) menyatakan suhu yang baik untuk kehidupan ikan di daerah tropis berkisar antara 25 – 32 $^{\circ}$ C. Suhu air antara 20 – 30 $^{\circ}$ C juga optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan (Effendi, 2003).

Tingkat pH di Danau Batur cenderung bersifat alkali atau basa dengan kisaran pH antara 7,5 – 9,0. Effendi (2003) menyatakan bahwa sebagian besar organisme akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7,0 – 8,5. Nilai pH yang stabil tersebut didukung oleh kadar alkalinitas dengan kisaran 174,8 – 362,9 mg/L CaCO₃. Menurut Effendi (2003), nilai alkalinitas yang baik sebagai penyangga pH antara 30 – 500 mg/L CaCO₃. Alkalinitas merupakan daya mengikat asam atau kapasitas penyangga (*buffer*) pH

di perairan (Swingle, 1969). Cole (1988) menyatakan bahwa perairan dengan nilai alkalinitas tinggi tidak mengalami akan perubahan pH secara drastis.

Oksigen terlarut merupakan suatu indikator kualitas air, kondisi ekologi, produktivitas dan kesehatan perairan (Wetzel, 2001). Kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) di zona eufotik Danau Batur berkisar antara 0,62 – 8,25 mg/L. Kondisi DO yang rendah terjadi pada bulan Juli 2011 diduga terkait dengan aktivitas vulkanis Gunung Batur pada Juni 2011 yang menyebabkan kematian massal pada ikan (Tribunnews, 2011). Walaupun demikian, kandungan CO₂ bebas selama pengamatan cenderung nol. Hal tersebut diduga bahwa kadar CO₂ yang ada telah mengalami reaksi kesetimbangan dengan air membentuk ion H⁺ dan CO₂²⁻ sebagaimana dinyatakan oleh Mackereth *et al.* (1989) sehingga menyebabkan kondisi perairan di Danau Batur memiliki alkalinitas yang tinggi.

Secara umum, kadar DO dan CO₂ bebas tersebut masih mendukung kehidupan biota akuatik. Swingle (1969) menyatakan ikan masih dapat hidup pada kadar DO antara 1,0 – 5,0 mg/L. Kadar CO₂ bebas di Danau Batur masih mendukung bagi kegiatan perikanan karena kadarnya < 5 mg/L (Boyd, 1988).

Nitrogen di lingkungan perairan ada yang bersifat organik dan anorganik. Nitrit (NO₂⁻), nitrat (NO₃⁻) dan amonium (NH₄⁺) adalah salah satu komponen nitrogen anorganik yang dapat mengalami transformasi dalam siklus nitrogen. Nitrat dan amonium adalah sumber utama nitrogen di perairan (Effendi, 2003). Amonium adalah sumber nitrogen yang paling disukai oleh fitoplankton. Hal tersebut dikarenakan N-NH₄ dapat langsung digunakan secara langsung sebagai sumber N sedangkan untuk N-NO₂ dan N-NO₃ perlu direduksi terlebih dahulu dengan bantuan bakteri reduktase nitrat dan nitrit (Ji, 2008). Konsentrasi nitrit, nitrat, dan amonium berturut-turut di Danau Batur berkisar antara 0,004 – 0,142 mg/L, 0,046 – 1,556 mg/L, dan 0,120 – 1,312 mg/L. Kadar nitrit di Danau Batur perlu diwaspadai karena Moore (1991) menyatakan bahwa kadar nitrit lebih dari 0,05 mg/L cenderung bersifat toksik bagi organisme akuatik yang sangat sensitif, meskipun beberapa ikan masih mampu bertahan. Nitrat tidak bersifat toksik terhadap organisme air (Mason, 1993). Danau Batur tergolong perairan oligotrofik karena kadar nitratnya berada pada kisaran 0 – 1 mg/L (Volenweider, 1969 dalam Wetzel, 1983). Konsentrasi amonium yang cukup tinggi di Danau Batur dapat berpotensi positif sebagai penyedia sumber N yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan air.

Fosfat (P-PO₄) merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan (Dugan, 1972). Kadar fosfat pada zona eufotik Danau Batur berkisar antara 0,011 – 0,384 mg/L. Kadar fosfat pada perairan alami jarang melebihi 0,1 mg/L

(Boyd, 1988). Kadar fosfat lebih dari 0,1 mg/L di Danau Batur terjadi pada bulan Juli 2011. Hal tersebut diduga terkait dengan aktivitas vulkanis Gunung Batur pada Juni 2011 (Tribunnews, 2011) selain juga akibat dekomposisi bahan organik, limbah domestik, limpasan (*run off*) pupuk pertanian dan pelapukan batuan mineral yang selalu terjadi di Danau Batur. Berdasarkan kadar P-PO₄, Danau Batur tergolong danau eutrofik (Volenweider, 1969 dalam Wetzel, 1983).

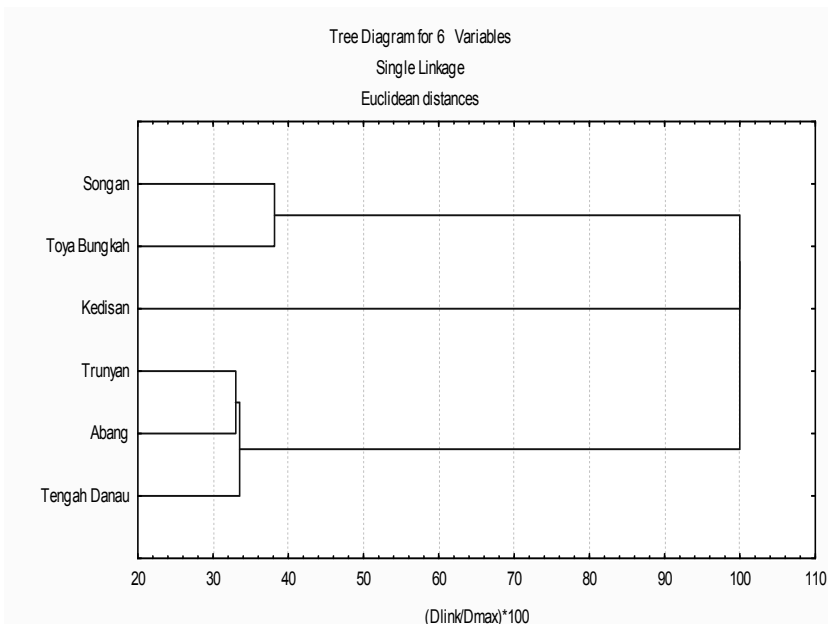
Hasil pengamatan terhadap beberapa parameter kualitas air di Danau Batur berdasarkan parameter suhu, pH, DO, NO₂ sebagai N, dan NO₃ sebagai N secara umum masih memenuhi kriteria mutu air kelas II dan III (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Oleh karena itu, perairan Danau Batur masih layak bagi untuk kehidupan ikan di habitat alaminya dan sesuai peruntukannya kegiatan perikanan. Menurut standar UNESCO/WHO/UNEP (1992), perairan Danau Batur ternyata juga masih mendukung bagi kehidupan organisme akuatik.

Kondisi kualitas air berdasarkan stasiun pengamatan cenderung mengelompok sesuai karakteristik habitatnya (Gambar 2). Analisis pengelompokan menunjukkan terdapat tiga kelompok kondisi kualitas air yang cenderung memiliki kesamaan, antara lain kelompok I (Songan dan Toya Bungkah), kelompok II (Trunyan, Abang dan bagian tengah) dan kelompok III (Kedisan). Kondisi kualitas air di Kedisan cenderung terpisah mengingat lokasi tersebut relatif jauh dari lima stasiun pengamatan lainnya dan terdapat aktivitas penduduk yang cukup beragam seperti dermaga kapal, pertanian, dan karamba jaring apung. Kelompok II cenderung mengelompok karena terkait karakteristik habitatnya yang mirip berupa zona pantai yang berupa perbukitan terjal dan bagian tengah danau masih terpengaruh dengan

kondisi alam tersebut. Kelompok I juga mengelompok karena selain lokasinya yang relatif berdekatan dan keberadaan sumber mata air panas di sekitar daerah tersebut menyebabkan kondisi kualitas airnya cenderung berbeda dengan kelompok stasiun pengamatan lainnya.

perairan Danau Batur mengingat danau tersebut merupakan danau kaldera.

Pasca letusan belerang di dasar danau pada bulan Juni 2011, kecerahan di Danau Batur relatif lebih tinggi dengan turbiditas yang relatif lebih rendah. Letusan tersebut menyebabkan suhu air sesaat



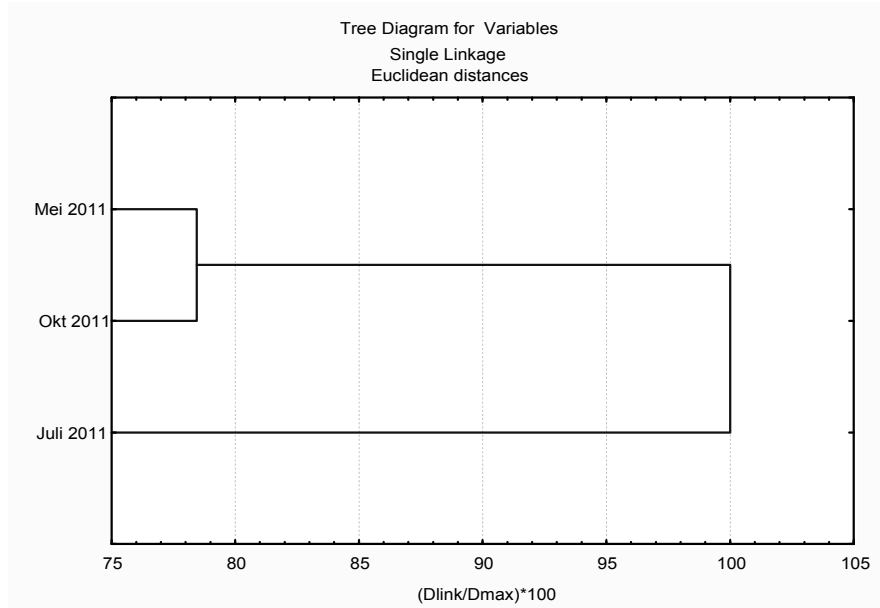
Gambar 2. Dendrogram klasifikasi kondisi kualitas air berdasarkan stasiun pengamatan di Danau Batur

Kondisi kualitas air yang berbeda terlihat berdasarkan waktu pengamatan. Hasil analisis pengelompokan menunjukkan parameter kualitas air Danau Batur pada pengamatan bulan Juli 2011 cenderung terpisah dibandingkan pengamatan pada bulan Mei dan Oktober 2011 (Gambar 3). Kondisi tersebut diduga terkait dengan adanya aktivitas vulkanis Gunung Batur berupa letusan belerang di dasar kaldera yang terjadi pada tanggal 22-23 Juni 2011 (Tribunnews, 2011). Kondisi tersebut diduga berpengaruh terhadap beberapa parameter kualitas air di danau tersebut sehingga terdapat beberapa parameter kualitas air yang menunjukkan hasil yang berbeda dari kondisi normalnya. Menurut Suryono *et al.* (2008), setiap aktivitas vulkanis Gunung Batur akan berpengaruh terhadap kondisi

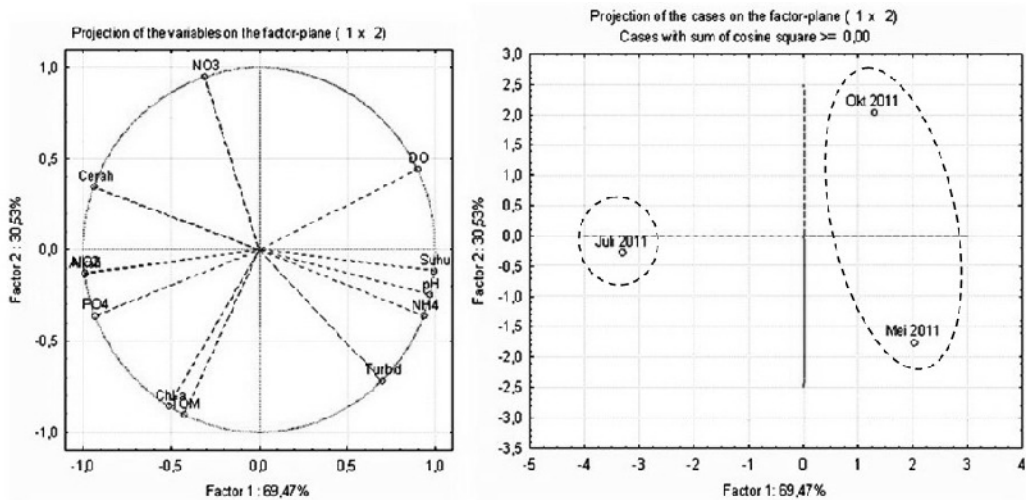
menjadi relatif lebih tinggi dan mengeluarkan kadar belerang yang cukup tinggi sehingga menyebabkan warna air sesaat pasca letusan menjadi putih dan terjadi kematian massal ikan (Rohmat, 2011). Pengamatan pada bulan Juli 2011 menunjukkan kecerahan air di Danau Batur relatif sangat tinggi. Kondisi tersebut diduga terkait keberadaan belerang yang sangat tinggi pasca letusan sehingga diduga terdapat fenomena “tawas” di Danau Batur. Dugaan sementara adalah ion sulfat akibat letusan di Danau Batur kemungkinan berikatan dengan logam tembaga (Cu) membentuk tawas (CuSO_4) yang mampu menjernihkan air. Namun dugaan tersebut masih perlu dibuktikan kebenarannya dengan penelitian-penelitian selanjutnya.

Berdasarkan analisis komponen utama (PCA) menunjukkan bahwa parameter kualitas air yang paling berpengaruh terpusat pada satu sumbu utama (F1) dengan kontribusi sebesar 69,47%. Parameter yang berpengaruh dalam pengelompokan antarwaktu pengamatan antara lain suhu air, pH, amonium dan DO,

sedangkan pada kuadran negatif yaitu kadar nitrat, alkalinitas, kecerahan dan kadar fosfat dan membentuk dua kelompok (Gambar 4). Pengelompokan tersebut dikonfirmasi dengan dendrogram klasifikasi hirarki berdasarkan jarak Euclidian yang juga didapatkan dua pengelompokan (Gambar 3).



Gambar 3. Dendrogram klasifikasi kondisi kualitas air berdasarkan waktu pengamatan di Danau Batur



Gambar 4. Grafik analisis PCA di Danau Batur: korelasi antarparameter kualitas air (kiri), dan korelasi antarwaktu pengamatan (kanan).

Potensi Produksi Sumber Daya Ikan Danau Batur

Kandungan klorofil-a dan nilai estimasi potensi produksi ikan pelagis di Danau Batur disajikan pada Tabel 5 dan 6.

bulan Juli hingga Oktober 2011 dikarenakan pada bulan Oktober 2011 sudah mulai memasuki musim penghujan sehingga akan terjadi pengenceran perairan dan aktivitas fotosintesis menurun. Hasil uji ANOVA

Tabel 5. Kandungan klorofil-a dan estimasi potensi produksi ikan di Danau Batur pada setiap stasiun pengamatan

Parameter *)	Stasiun					
	Songan		Trunyan		Abang	
	Kisaran	μ	Kisaran	μ	Kisaran	μ
Klorofil -a (mg/m ³)	4,48 - 10,04	7,25	7,75 - 21,38	13,80	5,04 - 10,86	8,63
Potensi produksi ikan (kg/ha/tahun)	108,2 - 232,1	170,2	182,2 - 456,2	305,9	120,9 - 249,6	200,5

Keterangan:

*) : Analisis *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air BP2KSI

Parameter *)	Stasiun					
	Kedisan		Toya Bungkah		Tengah Danau	
	Kisaran	μ	Kisaran	μ	Kisaran	μ
Klorofil -a (mg/m ³)	1,70 - 8,56	4,44	4,35 - 4,96	4,66	4,42 - 13,10	9,78
Potensi produksi ikan (kg/ha/tahun)	42,6 - 200,0	105,8	105,2 - 119,1	112,1	106,7 - 296,5	224,2

Keterangan:

*) : Analisis *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air BP2KSI

Tabel 6. Kandungan klorofil-a dan estimasi potensi produksi ikan di Danau Batur pada setiap waktu pengamatan

Parameter *)	Mei 2011		Juli 2011		Oktober 2011	
	Kisaran	μ	Kisaran	μ	Kisaran	μ
Klorofil -a (mg/m ³)	3,06 - 12,28	9,61	4,48 - 21,38	10,41	1,70 - 7,75	5,08
Potensi produksi ikan (kg/ha/tahun)	75,0 - 279,5	221,2	108,2 - 456,2	235,1	42,6 - 182,17	121,29

Keterangan:

*) : Analisis *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kimia Air BP2KSI

Berdasarkan stasiun pengamatan diketahui bahwa kandungan klorofil-a tertinggi berada pada stasiun Trunyan diikuti oleh stasiun tengah danau dan Abang, namun hasil estimasi potensi produksi ikan menunjukkan bahwa stasiun Abang memiliki nilai tertinggi diikuti oleh stasiun Trunyan dan tengah danau.

Gambar 5 menunjukkan rerata kandungan klorofil-a di Danau Batur cenderung mengalami penurunan sejak

menunjukkan bahwa kandungan klorofil-a di Danau Batur selama penelitian tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) sehingga dapat dikatakan bahwa kadar klorofil-a di danau tersebut relatif stabil. Klasifikasi kesuburan perairan menurut Linkens (1975) dalam Jorgensen (1980) berdasarkan data klorofil-a menunjukkan Danau Batur tergolong danau eutrofik.

Nilai potensi produksi ikan di Danau Batur pada tahun 2011 berkisar antara 42,57

– 456,20 kg/ha/tahun. Sebanding dengan kandungan klorofil-a, nilai estimasi potensi produksi ikan pelagis di Danau Batur juga memiliki kecenderungan untuk menurun (Gambar 5). Hal tersebut diduga terkait dengan dinamika daya dukung danau yang terkait dengan musim dan aktivitas masyarakat yang memanfaatkan Danau Batur. Nilai potensi tersebut hanya merupakan estimasi terhadap potensi produksi bagi ikan-ikan pelagis di Danau Batur yang Memanfaatkan fitoplankton sebagai makanannya sehingga nilai tidak berlaku bagi seluruh ikan di danau tersebut.

Nilai potensi produksi ikan di Danau Batur pada tahun 2011 ternyata relatif lebih rendah jika dibandingkan penelitian oleh Sarnita & Kartamihardja (1992) dimana potensi produksi Danau Batur sebesar 380 - 660 kg/ha/tahun. Kondisi tersebut diduga terkait dengan semakin intensifnya pemanfaatan sumber daya lahan dan perairan di sekitar dan pada Danau Batur sehingga daya dukung danau tersebut menurun. Danau Batur sekarang telah termasuk dalam 15 danau prioritas dalam Konferensi Nasional Danau Indonesia I dan

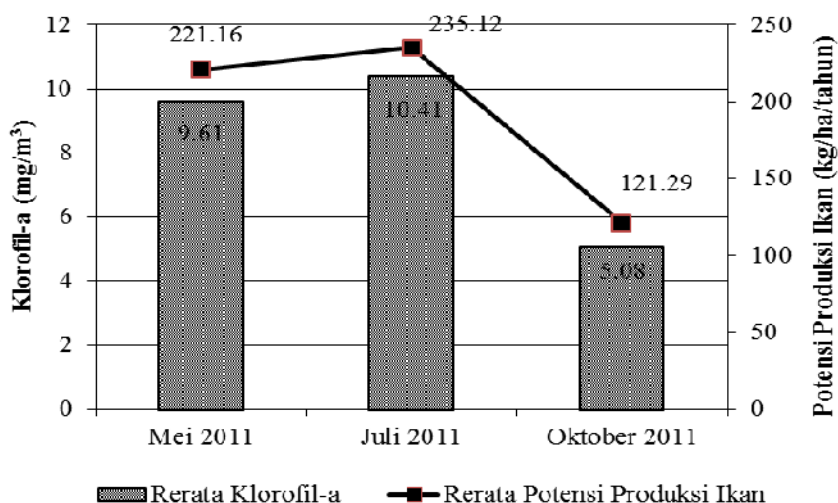
II sehingga diharapkan upaya pemulihan, pelestarian dan pengelolaan fungsi danau tersebut berdasarkan prinsip keseimbangan ekosistem dan daya dukung lingkungannya dapat berlangsung dengan baik.

KESIMPULAN

Kondisi kualitas perairan di Danau Batur secara umum masih mendukung bagi kehidupan organisme akuatik di habitat alaminya dan telah memenuhi kriteria mutu air untuk kegiatan perikanan berdasarkan parameter suhu, pH, DO, N-NO₂, dan N-NO₃. Danau Batur memiliki kisaran kandungan klorofil-a antara 1,70 – 21,38 mg/m³ dengan dugaan potensi produksi ikan pelagis total sebesar 42,57 – 456,20 kg/ha/tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan penelitian “Kajian Risiko Introduksi Ikan di Danau Batur dan Beratan, Provinsi Bali”, Tahun Anggaran 2011 di Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan.



Gambar 5. Kandungan klorofil-a dan potensi produksi ikan di Danau Batur

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st edition. Washington. DC. Am. Public Health Ass.. Am. Water Works Ass. 1193p.
- An, K.G., & J.R. Jones. 2000. Factors regulating bluegreen dominance in a Reservoir Directly Influenced by the Asian Monsoon. *Hydrobiologia* 432: 37 – 48p.
- Boyd, C.E., 1988. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station, Alabama, USA. 359p.
- Boyd, C.E., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Co. Birmingham. Alabama. 482p.
- Cole, G.A., 1988. Textbook of Limnology. Third edition. Waveland Press, Inc., Illinois, USA. 401p.
- Dugan, P.R., 1972. Biochemical Ecology of Water Pollution. Plenum Press. New York. 159p.
- Effendi, H., 2003. Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta. 258p.
- Gubernur Bali. 2010. Slide Presentasi: Strategi Pengembangan Ekowisata Danau di Bali Sebagai Obyek Wisata Unggulan. <http://www.docstoc.com/docs/10064247/Presentasi-engelolaan-Danau-di-Bali>. Diakses 7 Februari 2011.
- Horne, A.J., & C.R. Goldman. 1994. Limnology, 2nd Edition. McGraw-Hill. New York. 576 p.
- Ji, Zhen-Gang. 2008. Hydrodynamics and Water Quality: Modeling Rivers, Lakes and Estuaries. John Willey & Sons, Inc Publications. 676p.
- Jorgensen, S.E., 1980. Lake Management: Water Development, *Supply and Management* .Volume 14. Pergamon Press. 167p.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2011. Konferensi Nasional Danau Indonesia II: Langkah Nyata Gerakan Penyelamatan Danau. http://www.newmenlh.go.id/home/index.php?option=com_content&view=article&id=5184%3Akonferensi-nasional-danau-indonesia&catid=43%3Aberita&Itemid=73&lang=en. Diakses tanggal 20 Juni 2012.
- Kristanto, P., 2002. *Ekologi Industri*. Penerbit Andi, Yogyakarta. 352p.
- Mackereth, F.J.H., J. Heron & J.F. Talling. 1989. Water Analysis. Freshwater Biological Association, Cumbria, UK. 120p.
- Manik, K.E.S., 2003. Pengelolaan Lingkungan Hidup. Djambatan, Jakarta. 289p.
- Mason, C.F., 1993. Biology of Freshwater Pollution. Second Edition. Longman Scientific and Technical. New York. 351 p.
- Moore, J.W., 1991. Inorganic Contaminants of Surface Water. Springer-Verlag. New York. 334p.
- Mulyanto, 1992. Lingkungan Hidup untuk Ikan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta. 138p.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air
- Riyono, S.H., Afdal & A. Rozak, 2006. Kondisi Perairan Teluk Klabat Ditinjau dari Kandungan Klorofil-a Fitoplankton. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* No. 39: 55 – 73p.
- Rohmat, 2011. Letusan Belerang Diduga Picu Pencemaran Danau Batur. <http://www.okefood.com/read/2011/06/22/407/471388/letusan-belerang-diduga-picu-pencemaran-danau-batur>. Diakses 23 Desember 2011.

- Sarnita, A.S., & E.S. Kartamihardja, 1992. Hasil-Hasil Penelitian Potensi dan Tingkat Pemanfaatan Sumber Daya Perikanan Air Tawar di Bali dan Nusa Tenggara. *Dalam* Prosiding Temu Karya Ilmiah Dukungan Penelitian bagi Aplikasi Pola Pengembangan Usaha Perikanan di Nusa Tenggara, Mataram, 12 – 14 Agustus 1992. Prosiding Puslitbangkan No. 27: 46 – 56p.
- Suryono, T., F. Sulawesty, S. Sunanisari, A.A. Meutia, Triyanto, G.S. Haryani, A.B. Santoso, Y. Sudarso, Cynthia H., T. Tarigan, G.S. Aji, R.L. Toruan, S. Nomosatriyo, E. Mulyana, I. Ridwansyah & Y. Mardiaty, 2006. Kajian Karakteristik Limnologi untuk Pengelolaan Habitat Perairan Danau Batur. Provinsi Bali. Laporan Teknis DIPA 2006. Program Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Pusat Penelitian Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong. 233p.
- Suryono, T., S. Nomosatriyo & E. Mulyana, 2008. Tingkat Kesuburan Danau – Danau di Sumatera Barat dan Bali. *LIMNOTEK* Volume XV No. 2: 99 – 111p.
- Sutomo, S.H. Riyono & Santoso, 1989. Kandungan Klorofil Fitoplankton di Ujung Watu, Jepara, Jawa Tengah. *Dalam* Praseno D.P., W.S. Atmadja, O.H. Arinardi, Ruyitno & I. Supangat (eds). Penelitian Oseanologi Perairan Indonesia Buku I. Biologi, Geologi, Lingkungan dan Oseanografi. Proyek Penelitian dan Pengembangan Air Tawar Jakarta. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta: 76 – 80p.
- Suwanto, A., T.N. Harahap, H. Manurung, W.C. Rustadi, S.R. Nasution, I N.N. Suryadiputra, & I. Sualia, 2011. Profil 15 Danau Prioritas Nasional. Kementerian Lingkungan Hidup. 148p.
- Swingle, H.S., 1969. Relationship of pH of Pond Waters to Their Suitability for Fish Culture. Proc. Pacific Sci. Congress 9 (1975), *Fisheries*, Volume 10: 72–75p.
- Tribunnews, 2011. Kematian Ikan di Danau Batur Bukan karena Aktivitas Magmatic. <http://m.tribunnews.com/2011/06/29/kematian-ikan-di-danau-batur-bukan-karena-aktivitas-magmatic>. Diakses 23 Desember 2011.
- UNESCO/WHO/UNEP, 1992. Water Quality Assessments. Edited by Chapman, D. Chapman and Hall Ltd., London. 585p.
- Wetzel, R.G., 1983. *Limnology*. W.B. Saunders College Publ.. Philadelphia. 743p.
- Wetzel, R.G., 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. Third Edition. Academic Press. 1006p.
- Wijaya, D., Samuel & P.R.P. Masak, 2009. Kajian Kualitas Air dan Potensi Produksi Sumber Daya Ikan di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *BAWAL* Vol. 2 No. 6 Desember 2009: 283 – 290p.
- Witoelar, R., 2009. Sekapur Sirih Menteri Negara Lingkungan Hidup. http://wwwnew.menlh.go.id/home/index.php?option=com_content&view=article&id=3793%3AKONFERENSI-NASIONAL-DANAU-INDONESIA--BALI-2009&catid=43%3Aberita&Itemid=73&lang=id. Diakses tanggal 20 Juni 2012.