

STRUKTUR KOMUNITAS IKAN INTRODUKSI DI DANAU BATUR, BALI* [Community Structure of Introduced Fish in Lake Batur, Bali]

Agus Arifin Sentosa✉ dan Danu Wijaya

Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Jln Cilalawi Tromol Pos No. 01 Jatiluhur, Purwakarta 41152, Telp.0264-208768; e-mail: agusarifinsentosa7@gmail.com

ABSTRACT

Lake Batur is the largest lake in Bali island, however information on introduced fish community is not available yet. The research aimed to identify the community structure and ecological status of the introduced fish in Lake Batur, Bali. The study was carried out on May, July and October 2011 using survey method. The fishes were obtained using experimental gill nets and by fishermen. Data analysis included index of diversity, evenness, dominance, species richness and the abc (abundance-biomass comparison) curve. The results showed the tilapia (*Oreochromis niloticus*) was the dominant species. The status of introduced fish community suggested to ecological stress but it was relatively undisturbed.

Key words: Community, introduced fish, *Oreochromis niloticus*, ecological status, Lake Batur

ABSTRAK

Danau Batur merupakan danau terbesar di Pulau Bali, namun informasi mengenai komunitas ikan introduksi belum ada. Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui struktur komunitas dan status ekologi ikan introduksi di Danau Batur. Penelitian dilakukan dengan metode survei di Danau Batur, Bali pada bulan Mei, Juli dan Oktober 2011. Contoh ikan diperoleh menggunakan jaring insang percobaan dan hasil tangkapan nelayan. Analisis data meliputi indeks keanekaragaman, dominansi, dan kurva abc (rasio kelimpahan-biomassa). Hasil menunjukkan bahwa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan ikan dominan. Status ekologi komunitas ikan introduksi cenderung mengalami tekanan, namun relatif tidak mengalami gangguan.

Kata kunci: Komunitas, ikan introduksi, *Oreochromis niloticus*, status ekologi, Danau Batur.

PENDAHULUAN

Danau Batur merupakan danau terbesar di Pulau Bali yang terletak pada posisi 115°22'42,3"–115°25'33,0" Bujur Timur dan 8°13'24,0"–8°17'13,3" Lintang Selatan serta berada pada ketinggian 1050 m dpl. Danau tersebut memiliki luas permukaan air sebesar 16,05 km², panjang danau sekitar 7,5 km, lebar 2,8 km, dan kedalaman maksimum sekitar 60–70 m. Volume tampung air D. Batur adalah sebesar 815,58 juta m³ dengan luas daerah tangkapan air seluas 105,35 km² (Arthana *et al.*, 2009). Danau tersebut telah dimanfaatkan masyarakat di sektor perikanan, selain sektor pariwisata yang telah berkembang sebelumnya (Suryono *et al.*, 2006). Danau Batur sendiri merupakan salah satu dari 15 danau prioritas nasional tahun 2010–2014, dalam Kesepakatan Bali tentang Pengelolaan Danau Berkelanjutan pada Konferensi Nasional Danau Indonesia I Tahun 2009 (Suwanto *et al.*, 2011).

Kegiatan introduksi ikan melalui penebaran sering dilakukan di D. Batur, namun awal keberadaan ikan introduksi di danau tersebut tidak diketahui secara pasti karena ketiadaan informasi

mengenai kondisi sumber daya ikan sebelum introduksi. Berdasarkan informasi masyarakat setempat dan Dinas Peternakan Perikanan Darat Kabupaten Bangli diketahui bahwa keberadaan ikan introduksi secara umum bertujuan untuk meningkatkan aktivitas perikanan di sekitar wilayah D. Batur. Jenis ikan yang sering ditebar di danau tersebut umumnya merupakan jenis ikan ekonomis penting seperti nila (*Oreochromis niloticus*) (Wijaya *et al.*, 2011).

Keberadaan ikan introduksi di D. Batur saat ini telah mendominasi hasil tangkapan nelayan setempat. Hal tersebut menunjukkan ikan-ikan introduksi tersebut telah mampu menetap dan beradaptasi dengan lingkungan setempat sehingga mampu membentuk suatu komunitas ekologi yang saling berinteraksi (Odum, 1993).

Konsep komunitas berperan untuk menganalisis kondisi suatu lingkungan perairan. Komposisi dan karakteristik komunitas merupakan indikator yang sangat baik untuk menunjukkan kondisi lingkungan dan status ekologi komunitas ikan terkait dengan kestabilan ekosistem (Krebs,

1989; Ungaro *et al.*, 1998). Rice (2000) menyebutkan bahwa penggunaan indeks-indeks ekologi serta kurva perbandingan kelimpahan dan biomassa (kurva abc) memiliki peranan yang penting dalam mengevaluasi dampak perikanan dan tekanan lingkungan.

Informasi mengenai komunitas ikan-ikan introduksi di D. Batur relatif masih jarang. Oleh karena itu, suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui struktur komunitas ikan-ikan introduksi di D. Batur berdasarkan indeks-indeks ekologinya perlu dilakukan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan masukan dalam pengelolaan sumber daya perikanan di D. Batur, Provinsi Bali.

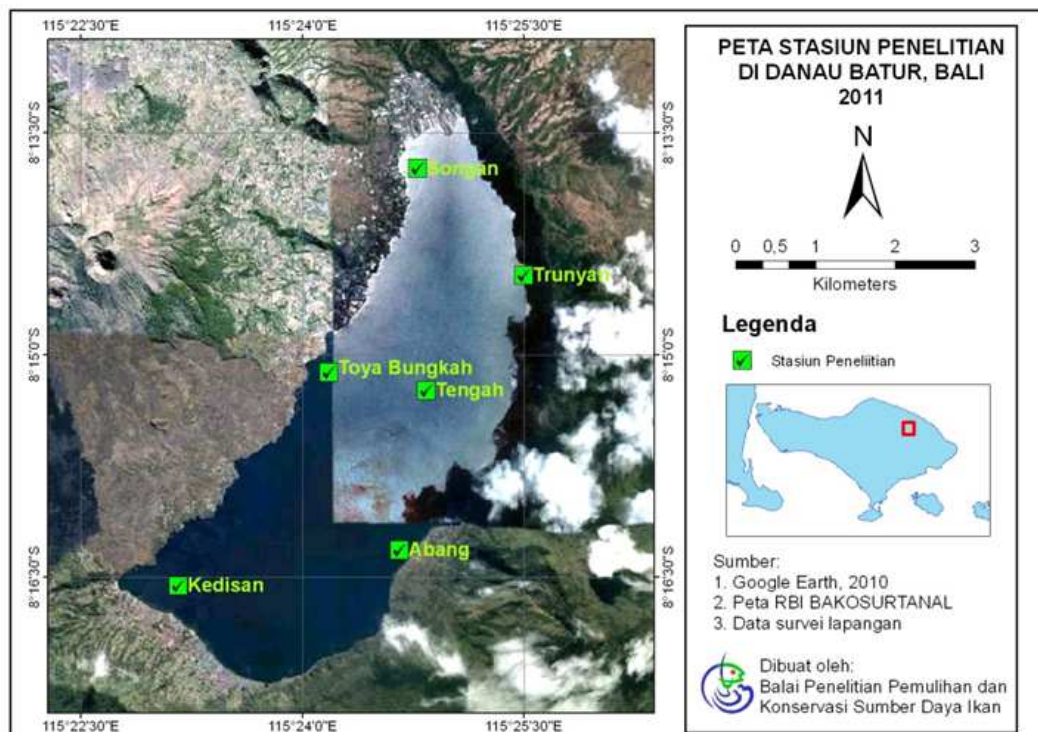
BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilakukan di perairan Danau Batur yang secara administratif terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Lokasi pengamatan dibagi menjadi enam stasiun (Gambar 1) dengan

karakteristik lokasi masing-masing stasiun disajikan pada Tabel 1. Pengumpulan data dengan metode survei lapangan dilakukan pada bulan Mei, Juli, dan Oktober 2011.

Sampel ikan dikumpulkan melalui penangkapan dengan menggunakan alat tangkap jaring insang percobaan yang telah dimodifikasi dengan ukuran mata jaring 0,5, 1,0, 1,5 dan 2,0 inci (Kartamihardja, 2008) dan dipasang pada setiap stasiun pengamatan (kecuali bagian tengah danau). Ikan hasil tangkapan nelayan setempat juga digunakan untuk mengetahui komposisi hasil tangkapan ikan.

Contoh ikan yang diperoleh kemudian diukur panjang total (dalam cm) dan ditimbang berat tubuhnya (dalam g) (Effendie, 2002). Identifikasi jenis ikan dilakukan berdasarkan Kottelat *et al.* (1993) kemudian dibandingkan dengan data menurut Fishbase (Froese dan Pauly, 2011).



Gambar 1. Peta stasiun pengamatan di Danau Batur, Bali

Tabel 1. Karakteristik lokasi stasiun pengamatan di Danau Batur

No.	Lokasi Stasiun Pengamatan	Letak Geografis	Karakteristik Lokasi
1.	Kedisan	S : 08° 16,520' E : 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	S : 08° 16,415' E : 115° 24,528'	Pantai danau berupa dataran landai yang merupakan daerah pertanian dan pemukiman penduduk, sepanjang tepian banyak terdapat tumbuhan air
3.	Trunyan	S : 08° 14,495' E : 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	S : 08° 13,624' E : 115° 24,910'	Pantai danau berupa dataran landai yang merupakan daerah pertanian, sepanjang tepian banyak tumbuhan air
5.	Toya Bungkah	S : 08° 15,111' E : 115° 24,924'	Pantai danau merupakan batuan vulkanis, terdapat rumah penduduk dan daerah wisata, terdapat sumber air panas dan KJA.
6.	Tengah Danau	S : 08° 15,098' E : 115° 24,924'	Merupakan bagian tengah danau yang paling dalam.

Analisis data meliputi beberapa indeks ekologi (Krebs, 1989; Odum, 1993; Michael, 1995; Magurran, 2004; Fachrul, 2008) yang disajikan pada Tabel 2.

Kriteria penentuan status ekologi perairan berdasarkan indeks ekologi (Tabel 3) dilakukan

mengacu pada modifikasi Krebs (1989), Odum (1993), Magurran (2004), Yemane *et al.* (2005) dan Teixeira *et al.* (2007).

HASIL

Komposisi Jenis Ikan yang Tertangkap selama

Tabel 2. Indeks-indeks ekologi yang digunakan

Indeks Ekologi	Rumus	Keterangan
Indeks keanekaragaman	$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{N} \right) \left(\ln \left(\frac{n_i}{N} \right) \right)$	H' = indeks keanekaragaman n _i = jumlah individu jenis ke-i N = jumlah seluruh individu s = jumlah jenis
Indeks keseragaman	$E = \frac{H'}{\ln S}$	E = indeks keseragaman H' = indeks keanekaragaman S = jumlah jenis
Indeks dominansi	$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$	D = indeks dominansi n _i = jumlah individu jenis ke-i N = jumlah seluruh individu
Indeks kekayaan jenis	$R = \frac{S-1}{\ln(N)}$	R = indeks kekayaan jenis S = jumlah jenis N = jumlah seluruh individu
Indeks rasio kelimpahan-biomassa (kurva abc)	$W = \sum_{i=1}^s \frac{(B_i - A_i)}{[50(S-1)]}$	B _i = nilai kumulatif biomassa pada setiap peringkat spesies A _i = nilai kumulatif kelimpahan pada setiap peringkat spesies S = jumlah jenis

Penelitian

Hasil tangkapan ikan di D. Batur terdiri dari 12 jenis dengan jumlah yang tertangkap sebanyak 446 individu dan biomassa total sebesar 28,6 kg. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki kelimpahan individu tertinggi (63,45%) diikuti oleh mujair (*Oreochromis mossambicus*) (13,90%). Biomassa hasil tangkapan tertinggi juga dimiliki oleh ikan nila (82,66%) yang diikuti oleh ikan mujair (9,29%). Kisaran ukuran panjang total dan berat tubuh yang terbesar juga dimiliki oleh ikan nila sehingga distribusi ukurannya cukup beragam (Tabel 4).

Komposisi jenis ikan berdasarkan kelimpahan dan biomassa pada setiap trip survei disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

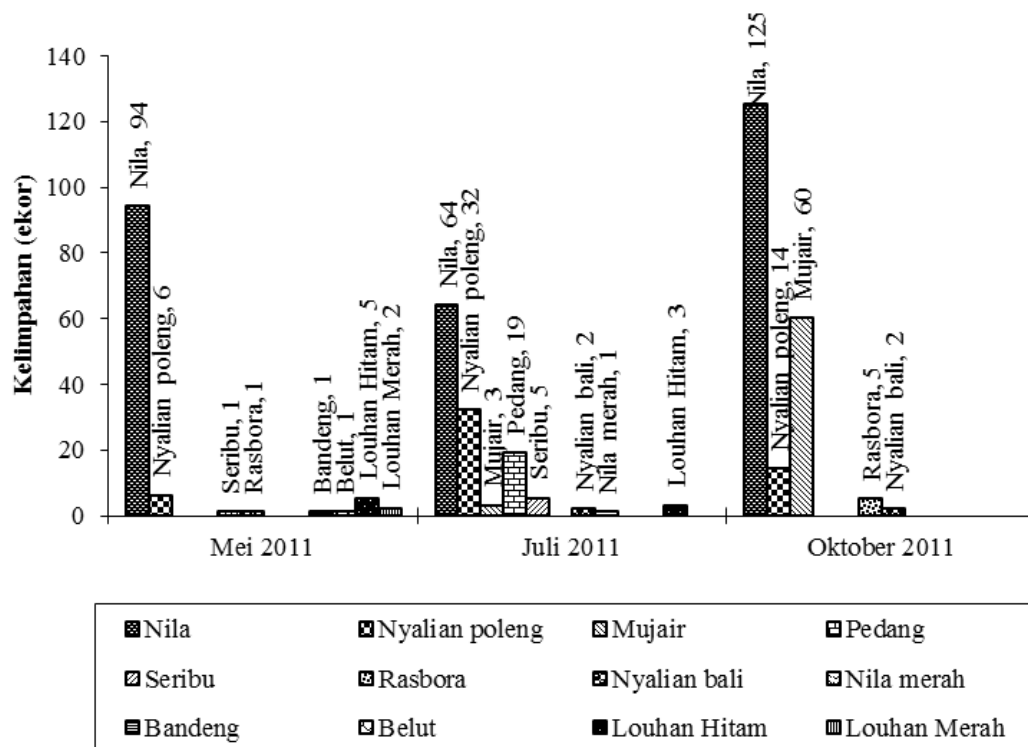
Berdasarkan data komposisi jenis ikan diketahui bahwa ikan nila mendominasi hasil tangkapan dengan kelimpahan dan biomassa yang tertinggi. Kondisi ini sesuai dengan laporan Sarnita dan Kartamihardja (1992) dan Suwanto *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa ikan nila dan mujair merupakan ikan yang mendominasi tangkapan nelayan di D. Batur sehingga nelayan telah

Tabel 3. Kriteria penentuan status ekologi perairan berdasarkan indeks ekologi

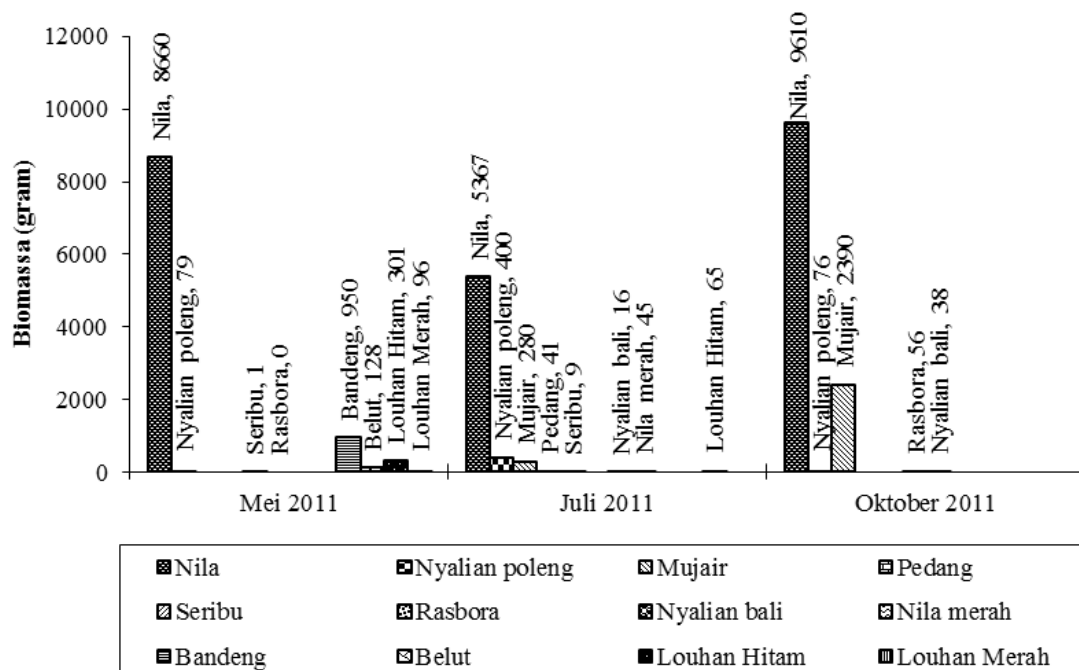
Indeks Ekologi		Kisaran nilai indeks (status ekologi)		
Indeks keanekaragaman	$0,0 \leq H' \leq 2,303$	$2,303 \leq H' \leq 6,9$	$6,9 \leq H'$	
	tekanan ekologi tinggi	tekanan ekologi sedang	tekanan ekologi rendah	
Indeks keseragaman	$0,0 \leq E \leq 0,4$	$0,4 \leq E \leq 0,6$	$0,6 \leq E \leq 1,0$	
	tekanan ekologi rendah	tekanan ekologi sedang	tekanan ekologi tinggi	
Indeks dominansi	$0,0 \leq D \leq 0,3$	$0,3 \leq D \leq 0,6$	$0,6 \leq D \leq 1,0$	
	tekanan ekologi rendah	tekanan ekologi sedang	tekanan ekologi tinggi	
Indeks kekayaan jenis	$R < 2,5$	$2,5 \leq R \leq 4,0$	$4,0 \leq R$	
	tekanan ekologi tinggi	tekanan ekologi sedang	tekanan ekologi rendah	
Indeks rasio kelimpahan -biomassa (kurva abc)	$-1 \leq W \leq 0$	$W = 0$	$0 \leq W \leq 1$	
	komunitas terganggu	komunitas terganggu moderat	komunitas tidak terganggu	

Tabel 4. Komposisi jenis ikan yang tertangkap di Danau Batur

No	Nama	Nama Ilmiah	Kisaran Ukuran		Kelimpahan (individu)	Biomassa (gram)
			Panjang Total (cm)	Berat (gram)		
1	Nila	<i>Oreochromis niloticus</i>	7 - 31	6,2 - 588	283	23637
2	Mujair	<i>Oreochromis mossambicus</i>	10,8 - 17,6	26,2 - 98,67	62	2657
3	Nyalian poleng	<i>Rasbora lateristriata</i>	4,6 - 13,3	1,3 - 31,77	53	554
4	Pedang	<i>Xiphophorus hellerii</i>	4,6 - 6,5	1,0 - 5,02	19	41
5	Seribu	<i>Poecilia reticulata</i>	4,5 - 6,2	1,0 - 3,08	6	10
6	Rasbora	<i>Rasbora</i> sp.	4,7 - 12,1	1,9 - 17,4	6	56
7	Nyalian bali	<i>Puntius binotatus</i>	6,7 - 13,2	6,5 - 31,52	4	54
8	Nila merah	<i>Oreochromis</i> sp.	12,9	44,52	1	45
9	Bandeng	<i>Chanos chanos</i>	51	950	1	950
10	Belut	<i>Monopterus albus</i>	38	128	1	128
11	Louhan Hitam	<i>Amphilophus</i> sp. 1	9,3 - 16	19,53 - 98	8	366
12	Louhan Merah	<i>Amphilophus</i> sp. 2	11,5 - 15	28 - 68	2	96
Total					446	28593



Gambar 2. Komposisi tangkapan ikan di D. Batur berdasarkan kelimpahan



Gambar 3. Komposisi tangkapan ikan di Danau Batur berdasarkan biomassa

menjadikannya sebagai target tangkapan ikan yang utama (Sulistyowati dan Yudistira, 2012).

Indeks Ekologi

Struktur komunitas umumnya dianalisis berdasarkan indeks-indeks ekologi (Fachrul, 2008). Indeks ekologi seperti indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E), dominansi (C) dan kekayaan jenis secara umum telah digunakan untuk mengetahui status ekologis komunitas ikan terkait dengan kestabilan ekosistem (Ungaro *et al.*, 1998; Makatipu *et al.*, 2010).

Nilai indeks-indeks ekologi komunitas ikan di D. Batur disajikan pada Tabel 5. Secara umum, indeks H' dan E cenderung mengalami peningkatan pada bulan Juli 2011, namun indeks D bersifat sebaliknya, sedangkan indeks R cenderung menurun selama penelitian. Fluktuasi tersebut terkait dengan jenis dan jumlah ikan introduksi yang tertangkap. Ditinjau dari nilai indeks-indeks ekologi tersebut, maka status ekologi D. Batur dikatakan mengalami tekanan ekologi sedang hingga tinggi.

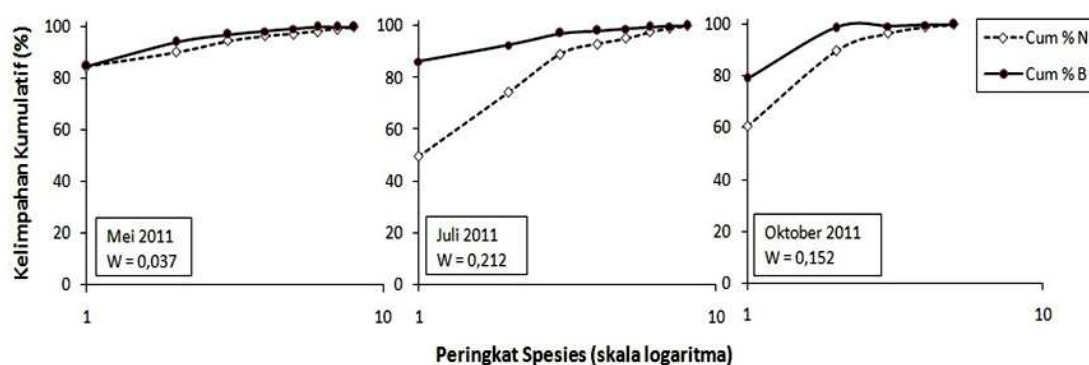
Rasio kelimpahan dengan biomassa atau yang dikenal dengan kurva abc (*abundance-biomass comparison*) merupakan salah satu pendekatan untuk mengevaluasi gangguan terhadap komunitas yang didasari oleh teori seleksi tipe r dan k (Bobori dan Salvarina, 2010). Analisis rasio kelimpahan-biomassa menunjukkan bahwa komunitas ikan introduksi di D. Batur dapat dikatakan tidak terganggu secara ekologi ($W > 0$) karena kurva biomassa lebih tinggi dibandingkan kurva kelimpahannya (Gambar 4).

PEMBAHASAN

Komposisi jenis ikan yang tertangkap di D. Batur seluruhnya merupakan jenis ikan introduksi. Suryono *et al.* (2006) menginformasikan bahwa menurut penduduk setempat, jenis ikan asli di D. Batur memang sangat sedikit. Oleh karena itu, banyak introduksi ikan yang sengaja dilakukan di D. Batur untuk memperkaya jenis ikan di perairan tersebut dan meningkatkan aktivitas perikanan oleh masyarakat (Sarnita dan Kartamihardja, 1992). Kemungkinan introduksi ikan secara tidak sengaja di

Tabel 5. Nilai indeks ekologi komunitas ikan introduksi di D. Batur

Indeks Ekologi	Waktu Pengamatan		
	Mei 2011	Juli 2011	Oktober 2011
H'	0,680	1,379	0,980
E	0,327	0,663	0,609
D	0,723	0,332	0,458
R	1,486	1,440	0,751
W	0,037	0,212	0,152



Gambar 4. Kurva abc komunitas ikan introduksi di D. Batur

D. Batur juga dapat terjadi melalui ikan-ikan budidaya di keramba jaring apung yang terlepas dan ikan-ikan hias yang tidak sengaja terlepas seperti ikan seribu (*Poecilia reticulata*) dan ikan pedang (*Xiphophorus helleri*) (Whitten *et al.*, 1999).

Menurut Ondara (1981), Pulau Bali sangat miskin akan jenis-jenis ikan asli. Kondisi tersebut menyebabkan sulitnya untuk menduga kondisi jenis-jenis ikan asli atau ikan non introduksi di D. Batur mengingat tidak ada informasi sebelumnya sehingga keberadaan ikan umumnya berasal dari introduksi yang dilakukan secara sengaja maupun tidak sengaja yang telah terjadi sejak masa lampau (Whitten *et al.*, 1999). Beberapa pendapat menyebutkan bahwa ikan-ikan kecil di D. Batur seperti *R. lateristriata* yang disebut *nyalian* oleh masyarakat setempat termasuk dalam ikan asli D. Batur walaupun masih perlu dibuktikan kebenarannya. Pendapat tersebut muncul diduga karena *R. lateristriata* memiliki kekerabatan yang lebih dekat dengan ikan asli Pulau Bali, yaitu *Rasbora baliensis* yang endemik di D. Beratan (Kottelat *et al.*, 1993; Whitten *et al.*, 1999).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberadaan ikan non introduksi seperti *R. lateristriata* masih relatif melimpah sebab ikan tersebut menempati relung pada daerah pantai atau litoral D. Batur yang berbatu dan banyak ditumbuhi oleh tanaman air sebagai habitatnya (Hartoto dan Mulyana, 1996). Interaksi yang terjadi antara ikan introduksi dan non introduksi secara umum diduga bersifat netralisme karena tidak ada yang saling diuntungkan maupun dirugikan (Odum, 1993). Peluang terjadinya kompetisi juga rendah mengingat sumberdaya makanan alami cukup melimpah dan sebagian besar ikan-ikan di D. Batur memiliki luas relung yang lebar. *O. niloticus* yang dominan di D. Batur juga bersifat herbivora sehingga tidak berpengaruh negatif bagi komunitas ikan lainnya. Potensi adanya predasi dapat terjadi pada ikan karnivora seperti ikan louhan, namun kelimpahan ikan tersebut relatif kecil sehingga tidak menjadi permasalahan yang berarti bagi komunitas ikan di D. Batur (Wijaya *et al.*, 2011).

Komunitas ikan introduksi di D. Batur didominasi oleh ikan dari famili Cichlidae (41,67%) yang diikuti oleh famili Cyprinidae (0,25%). Keberadaan ikan nyalian poleng, pedang, seribu, rasbora, louhan merah dan louhan hitam di danau tersebut berpotensi dimanfaatkan sebagai ikan hias karena penampilannya yang menarik. Beberapa jenis ikan seperti mujair, nyalian bali, nila merah, belut dan bandeng juga berpotensi sebagai ikan konsumsi, hanya tingkat pemanfaatannya tidak sebanyak pada ikan nila. Wijaya *et al.* (2011) menyebutkan bahwa ikan nila di D. Batur mampu beradaptasi dengan baik dengan peluang kompetisi ruang dan makanan yang relatif kecil sehingga pertumbuhan populasi ikan nila di danau tersebut relatif lebih cepat dibandingkan ikan introduksi lainnya.

Adanya ikan introduksi pada suatu ekosistem air tawar akan berdampak pada struktur komunitas ikan dimana ikan introduksi tersebut memiliki peluang untuk dapat menjadi dominan (Oktaviani, 2008). Keberadaan ikan nila di D. Batur memiliki kesamaan dengan hasil penelitian Purnomo *et al.* (2009) yang menyebutkan bahwa ikan nila juga dominan ditemukan di beberapa waduk dan situ di Jawa Barat dan Jawa Tengah. Kondisi serupa juga terjadi di Danau Limboto (Warsa *et al.*, 2009). Ondara (1981) menyatakan bahwa introduksi ikan nila adalah yang paling berhasil karena ikan nila telah dapat hidup dan berkembang di berbagai wilayah perairan umum daratan di Indonesia.

Status ekologi komunitas ikan introduksi di D. Batur walaupun termasuk kategori dalam tekanan ekologi sedang hingga tinggi akibat adanya dominansi ikan introduksi, namun relatif tidak terganggu secara ekologi. Tekanan ekologi tersebut diduga terkait dengan rendahnya keanekaragaman jenis ikan dan adanya dominasi oleh jenis-jenis ikan tertentu. Namun secara biomassa, keberadaan ikan introduksi seperti nila mampu memberikan dampak yang positif karena ikan tersebut mampu mengisi relung ekologi yang masih kosong di D. Batur dan tingkat kompetisi dengan jenis ikan lainnya relatif kecil (Wijaya *et al.*, 2011). Hal tersebut yang

mendukung pernyataan bahwa komunitas ikan introduksi relatif tidak terganggu.

Keberadaan ikan nila di danau tersebut menggambarkan kondisi ikan introduksi yang telah berhasil hidup dan beradaptasi secara baik dengan lingkungan D. Batur. Agar populasi ikan tersebut selalu terjaga, maka kegiatan penebaran ikan nila telah beberapa kali dilakukan di D. Batur oleh pemerintah, institusi non-pemerintah dan kelompok masyarakat lainnya. Penebaran tersebut umumnya dilakukan dalam rangka meningkatkan kegiatan perikanan tangkap di danau tersebut (Wijaya *et al.*, 2011). Adanya aktivitas penangkapan ikan nila oleh masyarakat setempat secara tidak langsung juga dapat mengontrol populasi ikan tersebut di D. Batur.

Kottelat *et al.* (1993) menyatakan bahwa pengaruh introduksi ikan di perairan Indonesia belum banyak diteliti secara mendalam namun diduga terdapat pengaruh negatif terhadap komunitas ikan asli atau endemik. Introduksi ikan nila di D. Batur relatif tidak berbahaya secara ekologi mengingat di danau tersebut tidak terdapat komunitas ikan asli (Ondara, 1981; Whitten *et al.*, 1999). Introduksi ikan pada beberapa kasus bisa jadi tidak bersifat membahayakan dan pengaruhnya hanya sedikit terhadap komunitas ikan asli. Oleh karena itu, prinsip kehati-hatian perlu dilakukan sehingga introduksi ikan di D. Batur sebaiknya dilakukan dengan didahului oleh penelitian sebelumnya yang mendalam mengenai potensi dampak introduksi ikan asing atau eksotik bagi komunitas ikan di danau tersebut (Welcomme, 1988).

KESIMPULAN

Komunitas ikan introduksi di D. Batur didominasi oleh ikan nila (*Oreochromis niloticus*) baik secara kelimpahan maupun biomassanya. Status ekologi komunitas ikan introduksi di D. Batur cenderung mengalami tekanan, namun tidak mengalami gangguan ekologi yang cukup berarti. Ikan-ikan introduksi di D. Batur, terutama nila walaupun mendominasi namun keberadaannya relatif tidak

berdampak negatif terhadap komunitas ikan lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

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

DAFTAR PUSTAKA

- Arthana, IW, IW Suarna dan IWS Adnyana. 2009. Kondisi Ekosistem Danau-Danau di Provinsi Bali. *Prosiding Konferensi Nasional Danau Indonesia I Jilid 2*, 268-283. Bali 13-15 Agustus 2009. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Bobori DC and I Salvarina. 2010. Seasonal variation of fish abundance and biomass in Gillnet Catches of an East Mediterranean Lake: Lake Doirani. *Journal of Environmental Biology* **31**(6), 995-1000.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*, 163. Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Fachrul MF. 2008. *Metode Sampling Bioekologi*, 198. Bumi Aksara, Jakarta.
- Froese R and D Pauly (Eds). 2011. *Fish Base*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (12/2011).
- Hartoto DI dan E Mulyana. 1996. Hubungan parameter kualitas air dengan struktur ikhtiofauna perairan darat Pulau Siberut. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* **29**, 41-55.
- Kartamihardja ES. 2008. Perubahan komposisi komunitas ikan dan faktor-faktor penting yang memengaruhi selama empat puluh tahun umur Waduk Djuanda. *Jurnal Iktiologi Indonesia* **8**(2), 67-78.
- Kottelat M, AJ Whitten, SN Kartikasari dan S Wirjoatmodjo. 1993. *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*, 293. Periplus Editions (HK) Ltd. Bekerjasama dengan Proyek EMDI, Kantor Menteri Negar Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia, Jakarta.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*, 652. Harper and Row Inc. Publisher, New York.
- Magurran AE. 2004. *Measuring Biological Diversity*, 256. Blackwell Science Ltd. Oxford, UK.
- Makatipu PC, T Peristiwady dan M Leuna. 2010. Biodiversitas ikan target di terumbu karang Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* **36**(3), 309-328.
- Michael P. 1995. *Metode Ekologi untuk Penyelidikan Ladang dan Laboratorium*, 616. YR Koestoe dan S Suharto (Penerjemah). Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Odum EP. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*, 697. Edisi Ketiga. T Samingan (Penerjemah). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Oktaviani D. 2008. Kehati-Hatian terhadap introduksi spesies ikan eksotik di perairan umum daratan Indonesia. *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan I*, 63-74. MF Rahardjo, NN Wiadnyana, ES Kartamihardja, K Pumomo, Krismono, DS Sjafei dan AR Syam (Penyunting). Pusat Riset Perikanan Tangkap, Jakarta.
- Ondara. 1981. Beberapa catatan tentang perairan tawar dan fauna

- ikannya di Indonesia. *Prosiding Seminar Perikanan Perairan Umum*. Buku II, 13-32. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Jakarta.
- Purnomo K, ES Kartamihardja dan A Suryandari. 2009.** Struktur komunitas ikan dan implikasinya untuk pengembangan perikanan berbasis budidaya (*Culture-Based Fisheries*) di Jawa Barat dan Jawa Tengah. *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan II*, CS-07 1-11. ES Kartamihardja, MTD Sunamo, NN Wiadnyana, MF Rahardjo dan Krismono (Penyunting). Pusat Riset Perikanan Tangkap, Jakarta.
- Rice JC. 2000.** Evaluating fishery impacts using metrics of community structure. *Journal of Marine Science* 57, 682-688.
- Sarnita AS dan ES Kartamihardja. 1992.** Hasil-hasil penelitian potensi dan tingkat pemanfaatan sumber daya perikanan air tawar di Bali dan Nusa Tenggara. *Prosiding Temu Karya Ilmiah Dukungan Penelitian bagi Aplikasi Pola Pengembangan Usaha Perikanan di Nusa Tenggara*, 46-56 Mataram, 12-14 Agustus 1992. Prosiding Puslitbangkan No. 27. W Ismail, R Arifudin, HR Barus, A Wijono dan B Priono (Penyunting). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Sulistiyowati A dan C Yudhistira. 2012.** Gemulai Nila Danau Batur, 1. *Kompas*, 15 September 2012.
- Suryono T, F Sulawesty, S Sunanisari, AA Meutia, Triyanto, GS Haryani, AB Santoso, Y Sudarso, C Henny, T Tarigan, GS Aji, RL Toruan, S Nomosatryo, E Mulyana, I Ridwansyah dan Y Mardiaty. 2006.** *Kajian Karakteristik Limnologi untuk Pengelolaan Habitat Perairan D. Batur. Provinsi Bali*, 233. Pusat Penelitian Limnologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong.
- Suwanto A, TN Harahap, H Manurung, WC Rustadi, SR Nasution, INN Suryadiputra dan I Sualia. 2011.** *Profil 15 Danau Prioritas Nasional*, 148. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Teixeira H, F Salas, MA Pardal and JC Marques. 2007.** Applicability of ecological evaluation tools in estuarine ecosystems: The case of the Lower Mondego estuary (Portugal). *Hydrobiologia* 587, 101-112.
- Ungaro N, G Marano and R Marsan. 1998.** Demersal fish assemblages biodiversity as an index of fishery resources exploitation. *Italian Journal Zoology* 65, 551-516.
- Warsa A, Krismono dan A Suryandari. 2009.** Evaluasi introduksi Gabus (*Channa striata*), Nila (*Oreochromis niloticus*), dan Ikan Mujaer (*Oreochromis mossambicus*) terhadap hasil tangkapan nelayan di Danau Limboto. *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumberdaya Ikan II*, PI-05 1-8. ES Kartamihardja, MTD Sunamo, NN Wiadnyana, MF Rahardjo dan Krismono (Penyunting). Pusat Riset Perikanan Tangkap, Jakarta. (Penyunting). Pusat Riset Perikanan Tangkap, Jakarta.
- Welcomme RL. 1988.** International introductions of inland aquatic species, 384. *FAO Fisheries Technical Paper* (294), Rome.
- Whitten T, RE Soeriaatmadja dan SA Afiff. 1999.** *Ekologi Jawa dan Bali*. Seri Ekologi Indonesia Jilid II, 972. Prenhallindo, Jakarta.
- Wijaya D, DWH Tjahjo, AA Sentosa, A Rahman, DI Kusumaningtyas, Sukamto dan Waino. 2011.** *Kajian Risiko Introduksi Ikan di Danau Batur dan Beratan, Provinsi Bali*, 83. Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Purwakarta.
- Yemane D, JG Field and RW Leslie. 2005.** Exploring the effect of fishing on fish assemblages using Abundance Biomass Comparison (ABC) Curve. *ICES Journal of Marine Science* 62, 374-379.