

Tingkat Eksploitasi Ikan Endemik Bonti-bonti (*Paratherina striata*) di Danau Towuti

Syahroma Husni Nasution

Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, Jl Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong 16911

E-mail:syahromanasution@yahoo.com

ABSTRACT

The Exploitation Rate of Endemic Bonti-bonti (*Paratherina striata*) in Towuti Lake. Bonti-bonti (*Paratherina striata*) is an endemic fish species as vulnerable species to extinction. This fish live in Towuti and Mahalona Lake the tectonic-oligotrophic lakes that are located in Malili Complex, South Sulawesi. This lake is used for various purposes i.e. hydroelectric power plant, capture fishery, navigation, ecotourism and source of water for domestic uses. This lake also supports life of endemic fish species that should be protected from decreasing population due to intensive exploitation. The objective of this research was to study the exploitation rate of Bonti-bonti as conservation efforts. The study was done in Towuti Lake from May 2006 to April 2007 using descriptive method. Utilization rate of Bonti-bonti stocks in Towuti Lake indicated an overfishing condition of male and female population. Increasing effort (units/month) of dipnet tends to reduce fishing gear productivity.

Key words: exploitation rate, Bonti-bonti, endemic fish and Towuti Lake

PENDAHULUAN

Ikan bonti-bonti (*Paratherina striata*) adalah salah satu dari empat jenis ikan *Paratherina*. Ikan ini hidup dan endemik di Danau Towuti dan Mahalona yang tektonik dan tergolong oligotrofik. Di Danau Towuti terdapat 29 spesies ikan dari 13 famili (Wirjoatmodjo *et al.* 2003). Dari 29 spesies ikan tersebut terdapat 19 spesies ikan endemik yang tercatat dalam IUCN (IUCN 2003; Froese & Pauly 2004). Danau Towuti digunakan untuk berbagai keperluan a.l. PLTA, perikanan tangkap, navigasi, ekowisata dan sumber air untuk kebutuhan domestik. Di sisi lain danau ini juga mendukung kehidupan jenis ikan endemik. Masyarakat di sekitar danau memanfaatkan ikan ini sebagai ikan

konsumsi dalam bentuk kering/asin maupun sebagai ikan hias dan bahan pakan hewan (Nasution 2006). Sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan kegiatan-kegiatan lainnya di sekitar Danau Towuti, ditengarai akan mempengaruhi sumber daya ikan endemik yang hidup di danau tersebut.

Populasi ikan ini dikhawatirkan mengalami penurunan, diduga karena degradasi kualitas lingkungan dan penangkapan ikan yang cenderung intensif. Oleh sebab itu ikan ini harus dilindungi dari berbagai kegiatan yang dapat menurunkan populasinya, sehingga populasinya dapat berkelanjutan.

Data kongkrit berapa besar tingkat eksploitasi ikan ini belum diperoleh, namun berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa nelayan di Danau Towuti, hasil

tangkapan dari tahun 2000-2006 cenderung mengalami penurunan. Menurut Samuel *et al.* (2005), jumlah alat tangkap terutama bagan (*dipnet*) yang beroperasi di perairan Danau Towuti pada tahun 2003 hanya berjumlah empat buah, kemudian meningkat menjadi 15 buah pada tahun 2004. Berdasarkan pengamatan langsung pada tahun 2006, jumlah bagan sudah mencapai 19 buah. Peningkatan jumlah alat tangkap bersifat tidak selektif tersebut, berpotensi dalam menurunkan populasi ikan bonti-bonti.

Penelitian mengenai aspek tingkat eksploitasi ikan Bonti-bonti belum pernah dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian untuk mendapatkan informasi dasar sebagai dasar perumusan dalam pengelolaan ikan tersebut.

BAHAN DAN CARA KERJA

Penelitian dilakukan di perairan Danau Towuti, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Pengamatan dilakukan setiap bulan secara *time series* selama 12 bulan dari bulan Mei 2006 -April 2007. Pengambilan data disesuaikan dengan penangkapan bagan yaitu pada saat bulan gelap. Data produksi ikan hasil tangkapan menggunakan alat tangkap bagan diperoleh dari nelayan bagan. Data diperoleh dari 30% populasi bagan yang beroperasi di Danau Towuti melalui observasi serta wawancara dengan enumerator (nelayan yang dijadikan sampel) menggunakan lembar data kuesioner.

Terhadap ikan hasil tangkapan nelayan bagan dilakukan pengamatan jenis kelamin yang diketahui dengan melihat tanda seksual primer dan seksual sekunder

seperti warna tubuh dan keadaan siripnya. Panjang ikan diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,5 mm. Dimensi jaring (panjang dan lebar bagian keseluruhan jaring) bagan diukur menggunakan meteran. Jumlah alat tangkap dan nelayan bagan yang beroperasi di perairan Danau Towuti diperoleh dari enumerator yang dijadikan sampel. Jumlah pengangkatan jaring bagan, diamati sejak penurunan jaring sampai pengangkatan. Pengambilan data dilakukan selama 15 hari pada saat bulan gelap.

Parameter tingkat eksploitasi yang diukur meliputi: jumlah kepemilikan alat tangkap (bagan) nelayan sampel, ukuran mata jaring (cm), lama eksploitasi (jam), jumlah pengangkatan jaring dalam satu malam dan kelimpahan hasil tangkapan (produksi/biomasa) bagan setiap bulan selama setahun.

Laju mortalitas total (Z) diduga dengan menggunakan metode kurva hasil tangkapan yang dikonversi ke panjang (Spare & Venema 1998) dan menggunakan rumus Beverton & Holt (1957):

$$Z = K \frac{(L_{\infty} - \bar{L})}{(\bar{L} - L_c)}$$

Keterangan:

K = indeks kurva pertumbuhan Von Bertalanffy

L_{∞} = panjang *infinity*

\bar{L} = rata-rata panjang ikan dalam kelompok umur tertentu

L_c = panjang ikan pertama tertangkap alat

L' = panjang ikan terkecil dalam sampel dengan jumlah sudah dapat diperhitungkan/*representatif*

Z = Laju mortalitas

Laju mortalitas alami (M) diduga dengan metode persamaan empiris Pauly dengan rumus:

$$\text{Log } M = -0,0066 - 0,279 \log L + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T$$

Keterangan:

- M = mortalitas alami/tahun
- L = panjang infiniti (mm)
- K = koefisien pertumbuhan/tahun
- T = suhu rata-rata tahunan

Mortalitas karena eksploitasi (F) dihitung menggunakan rumus:

$$F = Z - M$$

Mortalitas total, alami, dan mortalitas eksploitasi dianalisis menggunakan perangkat lunak FiSAT 2

Hasil tangkapan per satuan upaya (CPUE) dikaji berdasarkan per satuan tangkapan

$$CPUE_i = \frac{C_i}{f_i}$$

Keterangan:

- CPUE_i = hasil tangkapan per satuan upaya (unit) alat tangkap ke-i
- C_i = volume tangkapan alat tangkap ke-i
- f_i = jumlah unit alat tangkap ke-i

Nilai CPUE total dihitung melalui standarisasi menggunakan lama waktu operasi penangkapan per malam selama 15 hari (bulan gelap). Analisis pola rekrutmen/R (penambahan baru) dilakukan menggunakan perangkat lunak FiSAT II. Kelimpahan stok ikan, dianalisis berdasarkan hubungan antara hasil tangkapan (*yield/Y*) dengan upaya penangkapan (*effort/f*) menggunakan bagan. Analisis stok berdasarkan hasil per penambahan baru relatif (*Y/R'*) dilakukan menggunakan rumus Beverton & Holt (1957).

HASIL

Laju Eksploitasi

Menurut Samuel *dkk.* (2005) bahwa hasil tangkapan bagan di Danau Towuti pada tahun 2004 adalah 137,4 ton, sedangkan berdasarkan data hasil tangkapan nelayan bagan di tahun 2006-2007 adalah 101,4 ton (Tabel 1). Tingkat pemanfaatan stok ikan bonti-bonti di Danau Towuti ada indikasi kelebihan tangkap pada ikan jantan dan betina (E=0,54 dan E=0,56). Patut diduga ada hubungan antara tingkat pengoperasian bagan dengan laju eksploitasi yang dihasilkan dari perhitungan tersebut (E=0,54 dan E=0,56) dan diduga pertumbuhan jumlah populasi ikan bonti-bonti juga mengalami penurunan. Telah terjadi peningkatan jumlah bagan yang beroperasi secara signifikan. Melihat peningkatan jumlah unit alat tangkap dan penurunan hasil tangkapan bagan, berpotensi terjadinya penurunan pada populasi ikan bonti-bonti di perairan Danau Towuti.

Hasil tangkapan bagan sebagian besar adalah ikan bonti-bonti. Komposisi hasil tangkapan bagan ditampilkan pada Gambar 1. Hasil tangkapan bagan didominasi oleh famili *Telmatherinidae* (ikan bonti-bonti dan pangkilang) sebesar 62% dari bobot total. Dari jumlah tersebut ikan bonti-bonti paling besar persentasenya (36%), kemudian diikuti oleh ikan pangkilang halus (21%) dan pangkilang kasar (5%). Ikan pangkilang merupakan sebutan yang diberikan nelayan di Danau Towuti bagi jenis ikan *Telmatherinidae* yang berukuran lebih kecil dari ikan bonti-bonti. Ikan pangkilang terdiri dari ikan pangkilang halus dan pangkilang kasar. Ikan pangkilang halus sebagian besar merupakan jenis *Telmatherina exilis* sp.

dan sebagian merupakan anakan ikan lain. Ikan pangkilang kasar adalah campuran dari ikan *T. celebensis*, *Tominanga sanguicauda*, dan *T. aurea*.

Tingkat Produksi dan Upaya Penangkapan Ikan

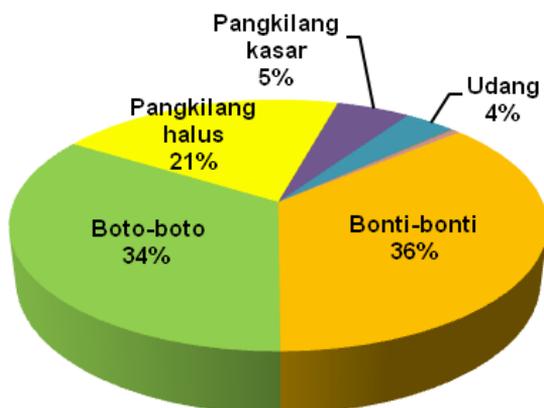
Perkiraan adanya indikasi tangkap lebih juga dapat diketahui dari data produksi dan jumlah unit perikanan tangkap, namun di perairan Danau Towuti data tersebut tidak tersedia, baik dari seri waktu maupun ragam data. Hal ini disebabkan oleh tidak adanya tempat pelelangan ikan (TPI), sehingga nelayan langsung menjual hasil tangkapannya kepada masyarakat di lokasi pendaratan perahu maupun ke penduduk sekitar tanpa adanya proses pencatatan data produksi. Oleh karena itu

analisis potensi stok pada tingkat maksimum lestari yang membutuhkan data hasil tangkapan secara berkala selama bertahun-tahun (Spare & Venema 1998) tidak dimungkinkan. Meskipun demikian, dalam rangka pengelolaan sumberdaya perikanan yang terindikasi telah tangkap lebih, perlu ditentukan batasan jumlah alat yang boleh beroperasi sebagai acuan agar sumber daya perikanan tersebut tidak terus-menerus mengalami penurunan sehingga mengancam kelestariannya. Dengan keterbatasan data tersebut, maka dilakukan pendugaan data hasil penangkapan ikan dengan jumlah alat tangkap bagan yang beroperasi selama setahun yaitu mulai bulan April 2006 hingga Mei 2007 untuk melihat kecenderungan adanya penurunan produktivitas alat

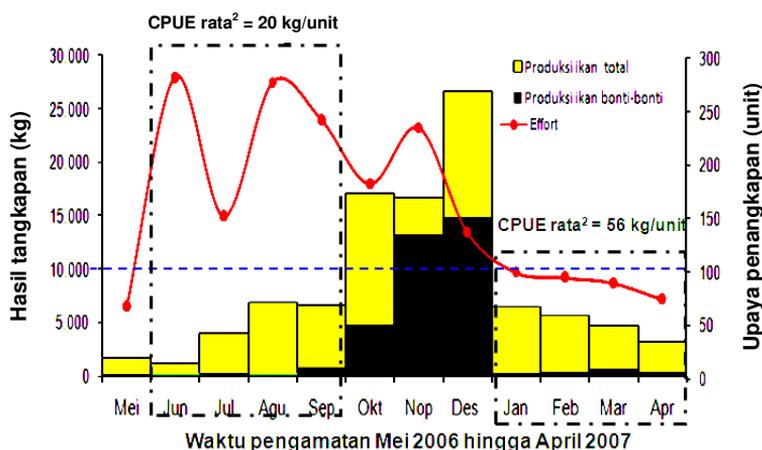
Penurunan produktivitas alat tangkap (CPUE) merupakan indikator telah terjadi tangkap lebih. Dengan demikian dapat

Tabel 1. Produksi ikan bonti-bonti (kg) dan *effort* (unit bagan) selama penelitian di Danau Towuti tahun 2006-2007

Bulan	Tahun	Produksi total	Produksi bonti-bonti	<i>Effort</i>
Mei	2006	1.809	147	68
Juni	2006	1.250	188	283
Juli	2006	4.020	334	153
Agustus	2006	6.980	234	278
September	2006	6.688	858	243
Oktober	2006	17.053	4.735	183
November	2006	16.735	13.237	235
Desember	2006	26.634	14.930	138
Januari	2007	6.562	248	100
Februari	2007	5.636	469	95
Maret	2007	4.718	690	90
April	2007	3.264	419	75
Total		101.350	36.489	1.938



Gambar 1. Komposisi hasil tangkapan bagan di Danau Towuti



Gambar 2. Hasil dan upaya penangkapan bagan

diperkirakan batasan jumlah alat yang boleh beroperasi. Produksi dan jumlah alat tangkap bagan yang beroperasi di Danau Towuti dapat dilihat pada Gambar 2.

Analisis Stok berdasarkan Hasil per Penambahan Baru Relatif (Y/R') dan Biomasa per Penambahan Baru Relatif (B/R')

Pada perikanan yang sudah dilakukan pengelolaan dengan baik, maka ikan muda yang baru rekrut pada waktu t_r , setelah

beberapa saat baru akan tertangkap oleh alat tangkap yang beroperasi ketika ikan berumur t_c (Merta 1992). Menurut Widodo (1998), bahwa metode hasil per penambahan baru relatif (Y/R') dapat digunakan untuk menentukan kombinasi optimum antara upaya (effort) penangkapan dan ukuran ikan pertama tertangkap (L_c) yang akan memperoleh hasil tangkapan maksimum berkelanjutan. Variabel yang diperlukan dalam penghitungan Y/R' dapat

dilihat pada Tabel 2. Analisis stok berdasarkan biomasa per penambahan baru relatif (B/R') disajikan pada bagian pembahasan.

Pengaruh Tingkat Eksploitasi terhadap Kemampuan Pulih Kembali Ikan Bonti-bonti

Jumlah alat tangkap utama (bagan) yang beroperasi di perairan ini sebanyak 19 unit, sedangkan luas wilayah Danau Towuti menurut Haffner *et al.* (2001) adalah 56.000 Ha. Dengan demikian satu unit alat tangkap bagan beroperasi dalam luasan wilayah sebesar 2.947 Ha (1 unit bagan tiap 2.947 Ha). Kerapatan alat tangkap tersebut relatif jarang bila dibandingkan dengan luasan wilayah Danau Towuti. Namun, jumlah alat tangkap bagan yang beroperasi telah memberi tekanan terhadap stok ikan bonti-bonti. Hal ini terkait dengan kemampuan daya dukung danau tersebut yang bersifat oligotrofik. Adanya tekanan penangkapan terlihat dari beberapa indikator yaitu: laju eksploitasi, hasil tangkapan per unit upaya, hasil per penambahan baru relatif, dan biomasa per penambahan baru relatif.

PEMBAHASAN

Penurunan hasil tangkapan bagan diduga terkait dengan penurunan populasi ikan bonti-bonti yang digambarkan dari nilai laju eksploitasi yang cenderung tangkap lebih pada ikan jantan dan betina ($E=0,54$ dan $E=0,56$). Apabila jumlah alat tangkap bagan tidak dikendalikan, dikhawatirkan populasi ikan bonti-bonti semakin menurun. Ofori *et al.* (2001) menyatakan pada kasus tangkap lebih di Danau Volta, peningkatan alat tangkap menyebabkan meningkatnya nilai E dari 0,63 menjadi 0,76 dalam jangka waktu setahun. Jika diperhatikan jumlah alat tangkap yang beroperasi di Danau Towuti hanya 19 unit relatif sedikit dibandingkan luasan danau (56.000 Ha). Namun jumlah alat tangkap tersebut telah memberi dampak tekanan terhadap stok ikan bonti-bonti dan penurunan hasil tangkapan bagan. Hal ini diduga terkait dengan tingkat kesuburan (produktivitas) perairan Danau Towuti. Menurut Haffner *et al.* (2006) ekosistem danau di Kompleks Malili (Danau Matano, Mahalona dan Towuti) adalah ekosistem yang memiliki perairan jernih dengan penetrasi cahaya

Tabel 2. Variabel*) yang diperlukan dalam penghitungan Y/R'

Parameter	Nilai
L_{∞} (cm)	20,15
K (per tahun)	2,00
Z (per tahun)	8,05
M (per tahun)	3,21
F (per tahun)	4,84
E (per tahun)	0,60
L_c (cm)	4,00
t_0 (tahun)	-0,01

Keterangan: *) gabungan ikan jantan dan betina

hingga jauh ke dalam perairan (kedalaman *Secchi* >20 m). Walaupun kaya akan jenis organisme endemik terutama ikan, danau tersebut memiliki tingkat kesuburan perairan yang sangat terbatas dibandingkan dengan danau tropis di negara lain. Sebagai perbandingan, biomasa fitoplankton di Danau Matano, Mahalona, dan Towuti masing-masing adalah 0,013; 0,008; dan 0,09 mg/L relatif rendah dibandingkan dengan Danau Malawi, Tanganyika, dan Victoria yang masing-masing adalah 0,3; 0,9; dan 5,0 mg/L. Selanjutnya Haffner *et al.* (2006) menyatakan bahwa ketiga danau yang terdapat di Kompleks Malili tersebut merupakan danau oligotrofik.

Perpaduan atau kombinasi antara sifat tidak selektif alat tangkap bagan dan sifat danau yang oligotrofik mengakibatkan daya dukung perairan Danau Towuti terhadap jumlah unit (alat) bagan sangat rendah (19 unit/56.000 Ha ~ 1 unit/2.947 Ha). Diperkirakan jumlah alat tangkap yang ada sudah mencapai tingkat maksimal dan bahkan cenderung berlebih (perkiraan ini didasarkan pada nilai $E > 0,50$). Menurut Sparre & Venema (1998) bahwa nilai $E = 0,50$ menunjukkan tingkat pemanfaatan stok maksimal dan $E > 0,50$ menunjukkan tingkat pemanfaatan stok sudah tangkap lebih (*over exploitation*).

Berdasarkan data produksi dan jumlah alat tangkap bagan yang diperoleh dari nelayan dan pemilik bagan yang beroperasi di Danau Towuti (Gambar 2 dan Tabel 1) terlihat adanya kecenderungan produktivitas alat tangkap bagan berkurang. Hal ini tampak pada hasil tangkapan yang rendah pada bulan Juni hingga September, sedangkan jumlah bagan yang beroperasi

dalam satu bulan relatif tinggi (lebih besar dari 100 unit bagan perbulan).

Pada bulan Juni hingga September dihasilkan produksi total sebesar 18.938 kg, sedangkan jumlah total bagan beroperasi selama empat bulan tersebut 957 unit (Tabel 1). Produktivitas alat tangkap bagan pada bulan Juni hingga September yang dihitung dari nilai hasil tangkapan adalah sebesar 20 kg/unit bagan (Gambar 2). Hal ini diduga akibat tingginya tingkat eksploitasi pada periode penangkapan bulan sebelumnya, sehingga stok ikan sedikit.

Pada bulan Oktober hingga Desember hasil tangkapan meningkat. Hal ini disebabkan oleh adanya keberhasilan penambahan baru, sehingga meningkatkan jumlah stok ikan bonti-bonti. Hasil tangkapan per unit bagan pada bulan tersebut menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan periode Juni hingga September. Pada bulan Januari hingga April hasil tangkapan menurun. Namun demikian hasil tangkapan per unit bagan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan periode Juni hingga September. Jumlah bagan yang beroperasi pada bulan Januari hingga April di bawah 100 unit bagan perbulan. Pada bulan Januari hingga April dihasilkan produksi total sebesar 20.180 kg, sedangkan jumlah total bagan beroperasi selama empat bulan tersebut 360 unit (Tabel 1). Produktivitas alat tangkap bagan pada bulan Januari hingga April yang dihitung dari nilai hasil tangkapan adalah sebesar 56 kg/unit bagan (Gambar 2). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa produktivitas alat tangkap bagan pada bulan Juni hingga September dengan jumlah *effort* >100 unit bagan/bulan menghasilkan produktivitas (20 kg/unit bagan) yang lebih rendah dibandingkan

pada bulan Januari hingga April (56 kg/unit bagan) dengan jumlah *effort* ≤ 100 unit bagan/bulan. Pola produksi ikan di perairan Danau Towuti dari hasil penelitian ini selama satu tahun tampak seperti pada Gambar 2.

Penurunan produktivitas alat tangkap bagan apabila *effort* ditingkatkan dapat dilihat pada Gambar 3. Pada gambar tersebut, tampak bahwa pada *effort* antara 68 hingga 100 unit bagan/bulan, kurva P_1 cenderung meningkat ($r=0,99$), sedangkan pada *effort* >100 unit bagan/bulan, kurva P_2 cenderung menurun ($r=-0,93$). Untuk memperkirakan jumlah *effort* bagan/bulan yang menghasilkan nilai optimum, dilakukan pendekatan dengan menentukan titik potong kurva P_1 dan P_2 .

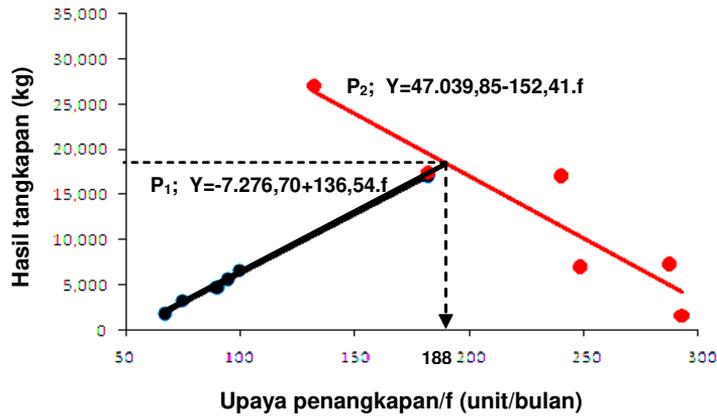
Kurva P_1 ditentukan dengan persamaan $Y = -7.276,70 + 136,54.f$ ($f=68$ sampai dengan 183 unit/bulan) dan kurva P_2 ditentukan dengan persamaan $Y = 47.039,85 - 152,41.f$ ($f=138$ sampai dengan 283 unit/bulan), dimana Y adalah *yield* (hasil tangkapan) dan f adalah *effort* (upaya penangkapan). Berdasarkan kedua persamaan tersebut, dapat ditentukan titik potong kurva P_1 dan P_2 yaitu pada *effort* 188 bagan/bulan. Dengan demikian diperkirakan jumlah *effort* yang optimal adalah sebesar 188 unit bagan/bulan. Jumlah *effort* optimal tersebut dapat dijadikan patokan sebagai batasan jumlah alat yang boleh beroperasi. Dengan jumlah bagan yang ada saat ini yaitu sebanyak 19 unit, maka masing-masing bagan hanya diperbolehkan beroperasi selama 10 hari

Jumlah *effort* tertinggi terjadi pada bulan Juni sejumlah 283 unit bagan/bulan (Tabel 1) atau masing-masing bagan beroperasi selama 15 hari. Berdasarkan nilai optimal *effort* bagan, masing-masing

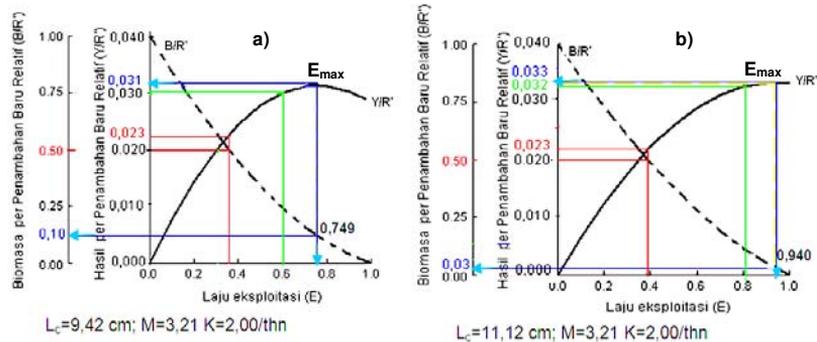
bagan hanya boleh beroperasi selama 10 hari, maka disarankan agar intensitas penangkapan dengan bagan diturunkan sebanyak 33% (15-10 hari/15 hari operasi) dari *effort* tertinggi. Hal ini untuk memberikan kesempatan stok ikan untuk rekrut, sehingga tersedia jumlah stok ikan yang dapat ditangkap dalam jumlah yang tidak membahayakan keberadaan stok ikan tersebut.

Pada perikanan di perairan Danau Towuti kondisi pengelolaannya masih belum dilakukan dengan benar. Indikasi tersebut dapat dilihat dari jenis dan jumlah alat tangkap yang beroperasi, dimana alat tangkap bagan yang merupakan alat tangkap yang tidak selektif dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Alat tangkap ini memakai jaring dengan ukuran kecil yaitu 0,3 cm, sehingga setiap terjadi penambahan baru, ikan langsung tertangkap bagan atau $t_r = t_c$. Spare & Venema (1998) menyatakan bahwa kondisi perikanan yang demikian sebagai *knife-edge recruitment fishery*. Jumlah ikan (stok) yang masuk ke perairan Danau Towuti belum diketahui, sehingga besarnya penambahan baru diduga dengan hasil relatif, yaitu hasil per penambahan baru (*Yield per recruit*, Y/R) dan biomasa per penambahan baru (*Biomassa per recruit*, B/R).

Parameter yang dapat dikendalikan oleh manusia dalam pengelolaan (Tabel 2) adalah laju mortalitas karena eksploitasi (F) dan ukuran ikan pertama tertangkap (L_c). Upaya pengelolaan dilakukan dengan mengatur jumlah alat yang beroperasi yaitu dengan menentukan batas jumlah alat tangkap yang boleh beroperasi dan pembatasan ukuran mata jaring. Pengaturan jumlah upaya penangkapan



Gambar 3. Hubungan antara hasil (Y) dan upaya (f) penangkapan bagan



Keterangan: E_{max} $E_{0,1}$ $E_{0,5}$

Gambar 4. Hubungan antara laju eksploitasi dengan hasil per penambahan baru relatif (Y/R') dan biomasa per penambahan baru relatif (B/R') pada kondisi simulasi

akan berpengaruh terhadap besar kecilnya mortalitas karena eksploitasi. Pengaturan ukuran mata jaring akan mempengaruhi ukuran ikan yang pertama tertangkap.

Kondisi perikanan ikan bonti-bonti di perairan Danau Towuti yang *knife-edge recruitment fisheries* ($t_r = t_c$) diperoleh dari analisis hasil per penambahan baru relatif (Y/R') yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada L_c sebesar 9,42 cm, laju eksploitasi maksimum (E_{max}) sebesar 0,75 per tahun dan Y/R' maksimum sebesar 0,031

(Gambar 4a). Laju eksploitasi pada $E_{0,1}$ sebesar 0,603 pertahun menghasilkan Y/R' sebesar 0,030 dan laju eksploitasi pada $E_{0,5}$ sebesar 0,356 per tahun menghasilkan Y/R' sebesar 0,023. Biomasa pada saat E_{max} adalah sebesar 10% dari biomasa virgin (B_v , biomasa awal yaitu biomasa jika tidak ada penangkapan). Apabila L_c dinaikkan menjadi 11,12 cm, maka Y/R' maksimum bertambah menjadi 0,033. Laju eksploitasi maksimum bertambah menjadi 0,94 per tahun. Besarnya Biomasa per

penambahan baru relatif (B/R') turun dari 10% menjadi 3% dari biomasa virgin (Gambar 4b).

Pada Gambar 4 tersebut, disimulasikan ukuran ikan bonti-bonti yang tertangkap (L_c) ditingkatkan dari 9,42 cm ($L_{c=50\%}$) menjadi 11,12 cm ($L_{c=75\%}$). Peningkatan ukuran ikan lebih besar 18% akan meningkatkan hasil per penambahan baru relatif (Y/R') sekitar 6%, sedangkan biomasa per penambahan baru relatif (B/R') turun sekitar 70% dari biomasa virgin. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa apabila ukuran mata jaring diperbesar atau ukuran ikan yang tertangkap ditingkatkan, maka laju eksploitasi maksimum (E_{max}) meningkat dari 0,75 pertahun menjadi 0,94 pertahun demikian pula hasil per penambahan baru relatif (Y/R') meningkat dari 0,031 menjadi 0,033, sedangkan biomasa per penambahan baru relatif (B/R') menurun.

Laju eksploitasi maksimum (E_{max}) dalam simulasi ini adalah nilai yang menyatakan besaran atau indeks tingkat eksploitasi yang menggambarkan tingkatan yang aman (tingkatan maksimum lestari) pada kondisi L_c , M , dan K tertentu. Pada gambar tersebut, E_{max} pada ukuran $L_c=9,42$ cm adalah 0,75 pertahun, sedangkan pada ukuran $L_c=11,12$ cm adalah 0,94 pertahun. Peningkatan nilai E_{max} sejalan dengan meningkatnya ukuran ikan yang ditangkap, dapat diartikan sebagai meningkatnya ambang batas penangkapan maksimum. Hal ini disebabkan semakin besar ukuran ikan yang ditangkap, maka semakin besar kemampuan pemulihan kembali stok ikan tersebut.

Hasil perikanan tangkap saat ini di Danau Towuti didominasi oleh hasil dari alat

tangkap bagan dengan ukuran mata jaring sangat kecil (0,3 cm) sehingga ukuran ikan yang pertama kali tertangkap sangat kecil ($L_c \sim 4$ cm). Pada kondisi demikian laju eksploitasi yang menghasilkan Y/R' maksimum adalah sebesar 0,42 per tahun dan Y/R' turun dari 0,031 (Gambar 4a) menjadi sebesar 0,021 (Gambar 5) dan B/R' meningkat dari 10% (Gambar 4a) menjadi 25% (Gambar 5).

Spare & Venema (1998) menyebutkan titik maksimum dari kurva Y/R' sebagai *maximum sustainable yield* dipengaruhi oleh t_c (umur saat pertama ikan tertangkap), dan t_c tergantung pada ukuran mata jaring yang digunakan. Umur pertama ikan tertangkap dapat diartikan juga sebagai panjang pertama kali ikan tertangkap. Pada ikan bonti-bonti kondisi $L_c=4$ cm didapatkan nilai E_{max} sebesar 0,42 pertahun. Nilai E_{max} tersebut sudah dilampaui sehingga dapat dikatakan sudah terjadi kondisi tangkap lebih (nilai E pada Tabel 2 adalah $E=0,60 > E_{max}=0,42$).

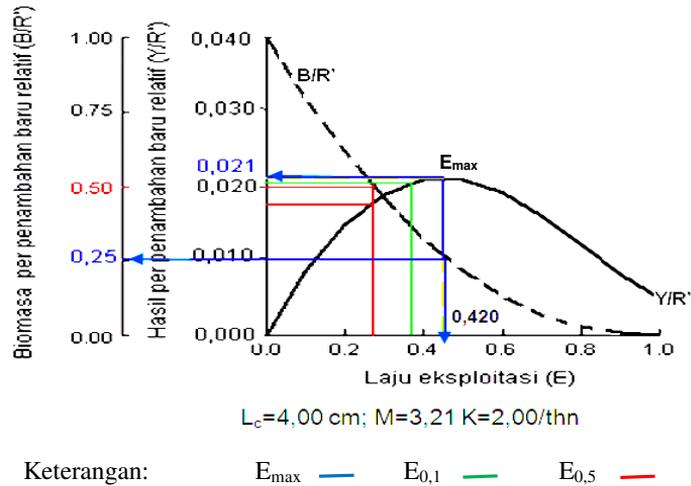
Para ahli lebih memilih hati-hati dalam menentukan kuota penangkapan, mereka menyarankan laju eksploitasi pada tingkat $F_{0,1}$. Nilai analog dengan konsep $F_{0,1}$ menurut Widodo (1988) adalah $F=ME/(1-E)$ sama dengan $E_{0,1}$. Pada konsep perikanan yang bertanggung jawab (*code of conduct responsible fisheries*) untuk pemanfaatan juga disarankan pada $E_{0,1}$ tersebut. $E_{0,1}$ adalah laju eksploitasi yang hanya mengeksploitasi biomasa 10% dari biomasa awal (B_v). Ditinjau dari tingkat biomasa yang disarankan yaitu pada $E_{0,1}$ didapatkan nilai B/R' adalah 25%. Nilai B/R' tersebut juga sudah dilampaui karena $B/R'=25\%$ (Gambar 5) $> B/R'$ pada $E_{0,1}=10\%$.

Tingkat Eksploitasi Ikan Endemik Bonti-bonti

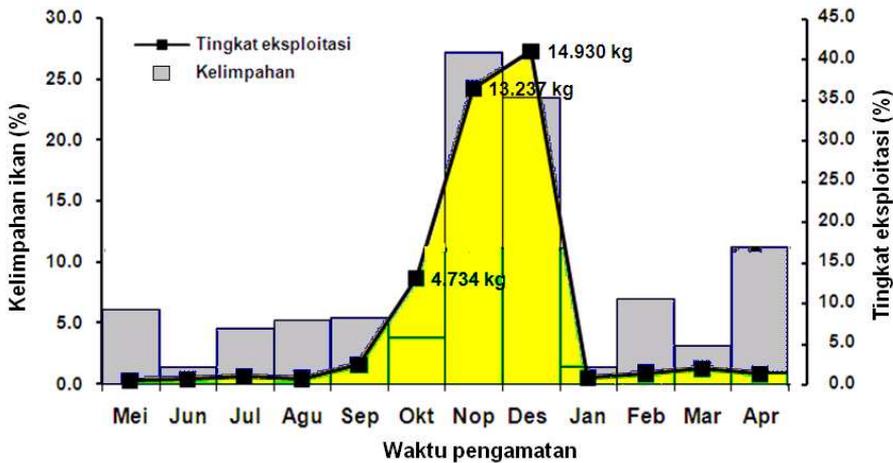
Laju eksploitasi ikan bonti-bonti di perairan Danau Towuti telah melebihi nilai $E=0,50$ pertahun. Pada ikan jantan dan betina nilai E masing-masing adalah 0,54 dan 0,56 pertahun. Dengan demikian

dapat disimpulkan bahwa ada indikasi telah mengalami tangkap lebih.

Alat tangkap bagan menggunakan jaring berukuran kecil (0,3 cm) sehingga ikan yang tertangkap mulai dari ukuran kecil



Gambar 5: Hubungan antara laju eksploitasi dengan hasil per penambahan baru relatif (Y/R') dan biomasa per penambahan baru relatif (B/R') pada kondisi saat ini.



Gamba 6: Pengaruh tingkat eksploitasi terhadap hasil kemampuan untuk pulih kembali stok ikan bonti-bonti (*P. striata*).

hingga besar. Ukuran ikan yang tertangkap pertama kali dengan alat tangkap bagan adalah $L_c=4$ cm. Berdasarkan ukuran L_c tersebut didapatkan nilai E_{max} yang menghasilkan nilai Y/R' pada tingkat lestari adalah sebesar $E_{max}=0,42$ pertahun. Berdasarkan E_{max} pada saat ini ($L_c=4$ cm) adalah sebesar 0,42 pertahun, maka nilai E_{max} tersebut telah dilampaui karena nilai E pada Tabel 2 adalah $E=0,60$ pertahun lebih besar dari nilai E_{max} pada $L_c=4$ cm.

Demikian pula berdasarkan hubungan antara produksi dengan *effort*, ada kecenderungan penurunan nilai hasil tangkapan per unit upaya dengan meningkatnya *effort* yang dilakukan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin bertambah *effort* yang dilakukan menghasilkan produktivitas penangkapan yang semakin rendah. Menurunnya produktivitas alat yang tercermin dari hasil tangkapan per unit upaya menunjukkan adanya indikasi telah terjadi tangkap lebih. Terjadi peningkatan produksi yang nyata dari 4.734 kg pada bulan Oktober menjadi 13.237 kg dan 14.930 kg pada bulan November dan Desember (Gambar 6). Tingkat eksploitasi pada bulan November dan Desember meningkat lebih dari 280% dibandingkan pada bulan Oktober. Kegiatan penangkapan yang intensif pada bulan November dan Desember mengakibatkan kemampuan untuk pulih kembali stok (yang digambarkan dengan kelimpahan ikan dalam persentase) ikan bonti-bonti menurun drastis pada bulan Januari dari 27,2% menjadi 1,4%.

Ditinjau dari potensi rekrut, pada bulan Oktober kemampuan untuk pulih kembali stok ikan bonti-bonti menjadi lebih besar karena ukuran ikan didominasi oleh ikan

dewasa dengan nisbah kelamin yang mendekati ideal (Nasution *et al.* 2010). Strategi reproduksi ikan bonti-bonti yaitu memijah pada saat yang tepat di sekitar bulan Oktober-November, menghasilkan ikan ukuran kecil (3,80-9,00 cm) dengan kelimpahan yang tinggi (75,83-87,20%; N=164-240 ekor) di bulan November dan Desember (Nasution *et al.* 2007). Namun hasil penambahan baru tidak mampu mempertahankan kestabilan stok ikan bonti-bonti karena adanya tekanan penangkapan yang intensif.

KESIMPULAN

Tingkat pemanfaatan stok ikan bonti-bonti di Danau Towuti ada indikasi kelebihan tangkap baik pada ikan jantan ($E=0,54$) maupun ikan betina ($E=0,56$). Peningkatan *effort* (unit/bulan) alat tangkap bagan cenderung menurunkan produktivitas alat tangkap. Penurunan daya pulih stok ikan bonti-bonti di Danau Towuti disebabkan oleh adanya eksploitasi yang berlebihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Ismudi Muschsin, Dr. Ir. Sulistiono, Prof. Dr. Ir. Dedi Soedharma, DEA dan Dr. Soetikno Wirjoatmodjo yang telah memberikan masukan. Drs. Jefry Jack Mamangkey, M.Si; Dista Setiana; Siti Aminah yang telah membantu selama penelitian dan Dr. Ir. Dede Irving Hartoto, APU yang telah memberikan saran, masukan dan referensi yang mendukung.

DAFTAR PUSTAKA

- Beverton, RHJ. & SJ. Holt. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.* London, II, 19:533 p.
- Froese, R. & D. Pauly. 2004. Fish base. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, Download on July 6, 2004.
- Haffner, GD., PE. Hehanussa & DI. 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.
- Haffner, GD., L. Sabo, A. Bramburger, P. Hamilton & P. Hehanussa. 2006. Limnology and sediment dynamics in The Malili Lakes: What regulates biological production?. 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 5-10.
- IUCN. 2003. IUCN Redlist of threatened species www.redlist.org. Download on July 16, 2004.
- Merta, IGS. 1992. Dinamika populasi ikan lemuru, *Sardinella lemuru* Bleeker 1853 (Pisces: Clupeidae) di Perairan Selat Bali dan alternatif pengelolaannya. [Disertasi]. Program Pascasarjana. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Nasution, SH. 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, SH., Sulistiono, D. Soedharma, I. Muschsin & S. Wirjoatmodjo. 2007. Kajian aspek reproduksi ikan endemik Bonti-bonti (*Paratherina striata*) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *J. Biol. Indonesia*, IV(4):225-238.
- Nasution, SH., Sulistiono, I. Muschsin & Sulistiono. 2010. Potensi rekrut ikan Bonti-bonti (*Paratherina striata*, Aurich) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Jurnal BAWAL, Widya Riset Perikanan Tangkap*, 3(1):45-55.
- Ofori, PK., CJ. Vanderpuye & GJ. de Graaf Nefisco. 2001. Growth and mortality of the catfish (*Hemisyndontis membranaceus*), in the northern arm of Lake Volta, Ghana. *Fisheries Management and Ecol.* 8:37-45.
- Samuel, Z. Fahmi & S. Gautama. 2005. Riset keanekaragaman hayati dan bahan rumusan pengelolaan jenis ikan endemik perairan pedalaman di Sulawesi. Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. 19 hal.

- Sparre, P. & SC. Venema. 1998. Introduksi pengkajian stok ikan tropis. Badan Penelitian dan pengembangan Perikanan. Terjemahan dari Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. *FAO Fish Tech. Paper*, 306(1):376
- Widodo, J. 1988. Dynamic pool analysis of ikan layang (*Decapterus spp.*) fishery in the Java Sea. *J. Perikanan Laut*, 147:39-58.
- Wirjoatmodjo, S, Sulistiono, MF. Rahardjo, IS. Suwelo & RK. 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 Commission. 30 p.

Memasukkan: Agustus 2010

Diterima: Januari 2011