

## KEBERHASILAN INTRODUKSI IKAN BILIH (*Mystacoleucus padangensis*) KE HABITATNYA YANG BARU DI DANAU TOBA, SUMATERA UTARA

Endi Setiadi Kartamihardja<sup>1)</sup> dan Kunto Purnomo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Pusat Riset Perikanan Tangkap, Jakarta

<sup>2)</sup> Loka Riset Pemacuan Stok Ikan, Jatiluhur

### ABSTRAK

Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) adalah ikan endemik ekonomis penting yang terdapat di Danau Singkarak, Sumatera Barat. Usaha penangkapan ikan yang intensif dan kurang ramah lingkungan serta perubahan pola pengaturan tata air di danau tersebut diduga sebagai penyebab menurunnya populasi ikan bilih. Introduksi ikan bilih sebagai salah satu teknik pemacuan stok ikan telah dilakukan ke habitatnya yang baru di Danau Toba pada tahun 2003. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan produksi dan menyelamatkan populasi ikan bilih di habitatnya yang baru di danau Toba. Metode penelitian yang digunakan meliputi kajian kesesuaian habitat, makanan dan kebiasaan makan, reproduksi, penerapan protokol introduksi serta monitoring dan evaluasi pasca penebaran. Ikan bilih yang berasal dari danau Singkarak sebanyak 3.400 ekor dengan ukuran panjang total antara 4,0–5,6 cm dan rata-rata berat antara 1,0–1,5 g/ekor ditebarkan di daerah Parapat pada tanggal 3 Januari 2003. Kelangsungan hidup ikan bilih yang ditebarkan adalah 75% atau 2.550 ekor dari total jumlah ikan bilih yang dibawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan bilih tumbuh mencapai ukuran panjang antara 10,5–15,0 cm dengan berat 8,0–30,0 gram, makanan utamanya detritus dan fitoplankton, daerah pemijahannya tersebar di muara sungai yang masuk danau, dan populasinya terdistribusi di seluruh perairan danau Toba termasuk daerah limnetiknya. Pada tahun 2005, hasil tangkapan ikan bilih mencapai 653,6 ton atau 14,6% dari total produksi ikan sebesar 4462,2 ton dengan nilai produksi bilih sebesar 3,9 milyar rupiah.

Kata kunci: introduksi, spesies endemik, *Mystacoleucus padangensis*, makanan dan kebiasaan makan, reproduksi, danau

### PENDAHULUAN

Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) adalah ikan endemik dan ekonomis penting yang terdapat di danau Singkarak, Sumatera Barat. Ikan bilih yang dikeringkan sempat menjadi komoditas ekspor yang dijual ke negeri jiran seperti Malaysia dan Singapura. Namun ekspor ikan bilih kering tersebut tidak berlangsung lama karena hasil tangkapannya kini sudah jauh menurun (Syandri, 1996). Upaya penangkapan ikan bilih di danau tersebut dilakukan sangat intensif, terutama dengan menggunakan sistem alahan. Pada tahun 2002, total hasil tangkapan ikan di danau Singkarak mencapai 1.200 ton dimana sekitar 85-90% dari total produksi ikan tangkapan tersebut adalah ikan bilih (Purnomo *et al.*, 2003). Usaha penangkapan ikan yang intensif dan kurang ramah lingkungan ditambah dengan perubahan pola pengaturan tata air di danau tersebut diduga sebagai

penyebab menurunnya populasi ikan bilih.

Di habitat aslinya, selain upaya penebaran ikan bilih yang dihasilkan dari pembenihan, penyediaan suaka buatan dianggap menjadi alternatif lebih baik untuk menyelamatkan populasinya dari kepunahan. Oleh karena itu, pada tahun 2003 model suaka buatan untuk ikan bilih telah dibangun di Sungai Sumpur, salah satu sungai yang masuk danau (Purnomo dan Kartamihardja, 2006). Suaka tersebut dimaksudkan sebagai sarana untuk memproduksi benih ikan bilih secara alami. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa suaka buatan dapat berfungsi baik sehingga suaka sejenis perlu dibangun di beberapa lokasi penangkapan seperti di sungai Paninggahan dan Muara Pingai sebagai sentra penangkapan ikan bilih dengan sistem alahan.

Introduksi ikan adalah salah satu teknik pemacuan stok ikan (*stock enhancement*) yang telah lama dan

banyak dilakukan di perairan danau dan waduk untuk mengisi relung ekologi yang kosong sehingga memperbaiki keseimbangan komposisi jenis dan meningkatkan produksi ikan (Cowx, 1994; Cowx, 1999). Di Indonesia, introduksi dan penebaran ikan telah dilakukan sejak dahulu kala, namun hanya beberapa kasus saja yang berhasil baik (Sarnita, 1986). Kegagalan introduksi ikan umumnya disebabkan introduksi yang dilakukan kurang didasari dengan informasi ilmiah yang memadai.

Di Danau Toba, introduksi ikan mujair telah dilakukan sejak penjajahan Belanda. Meskipun telah berdampak terhadap peningkatan produksi ikan namun ikan mujair disinyalir telah mendesak populasi ikan batak (*Neolissochilus thienemani*) sebagai ikan asli ekonomis penting dan ikan adat bagi masyarakat setempat. Dalam periode 1996-2001, produksi ikan di Danau Toba berkisar antara 1.150-1.320 ton dengan rata-rata 1.244 ton dan didominasi oleh ikan mujair dan nila (Dinas Perikanan Provinsi Sumatera Utara). Tingkat produksi ikan tersebut masih jauh lebih rendah dari potensinya yang mencapai 7.150 ton/tahun (Krismono dan Sarnita, 2004). Penyebab utama dari rendahnya produksi tersebut adalah struktur komunitas ikan yang kurang sesuai dengan potensi sumberdaya yang tersedia. Oleh karena itu, introduksi ikan yang didasari dengan informasi ilmiah mulai dari pemilihan jenis ikan yang sesuai dengan habitat perairan yang akan dijadikan target sampai kepada penyusunan protokolnya merupakan salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memecahkan masalah tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keragaan bilologi populasi ikan bilih dan dampaknya terhadap total produksi ikan.

#### BAHAN DAN METODE

Introduksi ikan bilih ke danau Toba dilakukan melalui tahapan kajian sebagai berikut:

- a) Kajian karakteristik limnologi perairan danau Toba untuk mengetahui kesesuaian habitat pemakanan, asuhan dan

pembesaran serta pemijahan berdasarkan pustaka yang tersedia

- b) Kajian makanan dan kebiasaan makan serta reproduksi ikan bilih di habitat aslinya berdasarkan pustaka yang tersedia
- c) Penetapan protokol introduksi ikan mulai dari penyediaan benih, transportasi dan aklimatisasi sampai pelaksanaan penebaran sesuai rekomendasi Cowx (1999) dan Lorenzen *et al.* (2001)
- d) Monitoring dan evaluasi aspek bilogi (makanan dan kebiasaan makan, pertumbuhan, reproduksi) dan dampaknya terhadap hasil tangkapan ikan bilih di danau Toba pasca penebaran.

Hasil kajian pada butir a) sampai dengan b) dijadikan dasar referensi untuk menetapkan protokol penebaran dan melakukan introduksi ikan bilih di danau Toba. Penebaran dilakukan dengan cara menangkap ikan bilih di danau Singkarak untuk kemudian ikan bilih hidup dikemas dalam kantong plastik dan dibawa ke danau Toba untuk ditebarkan. Setiap kantong plastik dengan volume air 5 liter diisi sebanyak 200 ekor ikan bilih. Sebanyak 12 kantong yang berisi ikan bilih sebanyak 3.400 ekor dengan ukuran panjang total antara 4,0-5,6 cm dan rata-rata berat antara 0,6-1,5 gram/ekor dibawa dari danau Singkarak ke danau Toba selama 18 jam. Sebelum dilakukan penebaran, ikan bilih diaklimatisasi selama 4 jam dalam keramba jaring apung di daerah Parapat, danau Toba. Sebanyak 2.550 ekor ikan bilih yang hidup (75% dari total ikan yang dibawa) ditebarkan di daerah Parapat dan Ajibata pada tanggal 3 Januari 2003.

Monitoring dan evaluasi pertumbuhan, distribusi populasi dan hasil tangkapan ikan bilih dilakukan pada tahun 2005 atau dua tahun pasca penebaran. Sampel ikan bilih diperoleh dari hasil tangkapan nelayan, diukur panjang total dan beratnya, diambil saluran pencernaannya untuk kemudian diberi label dan diawetkan dengan formalin 40%. Makanan dan kebiasaan makan diteliti dengan menggunakan metode proponderans (Effendie, 1979). Distribusi populasi diamati secara visual dengan menggunakan perahu motor

mengelilingi danau. Hasil tangkapan ikan dicatat oleh enumerator di tempat pendaratan ikan setiap hari. Pencatatan juga meliputi jenis dan jumlah alat tangkap serta jumlah nelayan yang beroperasi.

### HASIL DAN BAHASAN

Karakteristik limnologis danau Singkarak sebagai habitat asli ikan bilih dan danau Toba sebagai calon habitat barunya tertera pada Tabel 1. Secara umum ikan bilih menyukai perairan yang

jernih, suhu perairan rendah (26,0-28,0 °C) dan daerah littoral perairannya berbatu kerikil dan atau pasir. Berdasarkan karakteristik limnologisnya, danau Toba sebagai calon habitat ikan bilih memiliki karakteristik limnologis yang secara umum disukai ikan bilih, yaitu berair jernih, suhu air relatif dingin dan dasar perairan berpasir. Karakteristik limnologis danau Toba ini hampir sama dengan karakteristik limnologis yang dimiliki danau Singkarak.

Tabel 1. Karakteristik limnologis Danau Singkarak dan Toba tahun 2003

Parameter Limnologis	Satuan	Danau Singkarak <sup>1)</sup>	Danau Toba <sup>2)</sup>
Luas permukaan air	Ha	11.220	112.790
Kedalaman maksimum	M	250	530
Kecerahan air	cm, secchi disk	320-380	330-660
Suhu air	°C	27,2-29,5	25,0-29,2
pH	Unit	8,1-9,0	7,0-8,5
Alkalinitas	mg/l CaCO <sub>3</sub> eq.	11,1-26,5	33,0-75,0
Kandungan oksigen terlarut	mg/l	2,6-8,2	1,6-8,5
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	mg/l	0,00-0,27	0,40-1,20
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	mg/l	0,09-0,21	0,00-1,10
Produktivitas primer	mg C/m <sup>3</sup> /hari	125,2-625,6	48,5-786,5
Kelimpahan fitoplankton	sel/l	55.470-230.515	18.189-40.514
Tekstur daerah littoral	-	Pasir, lumpur	Pasir, lumpur

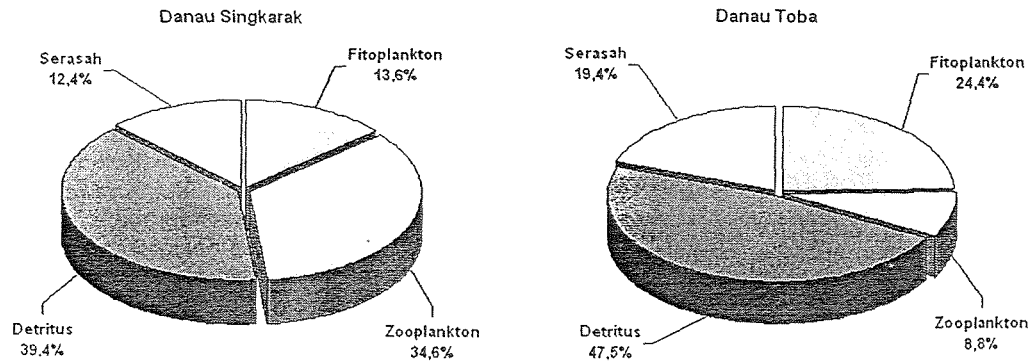
Keterangan: parameter kualitas air diukur pada permukaan air sampai kedalaman 25 meter  
Sumber data: <sup>1)</sup> Purnomo *et al.* (2003); <sup>2)</sup> Sarnita dan Kartamihardja (2003)

Seperti halnya di Danau Singkarak, di Danau Toba juga terdapat sungai yang masuk danau dengan air yang jernih, suhu air yang dingin (25,0-27,5 °C) dan dasar perairan berbatu dan atau berpasir. Sungai yang masuk danau Toba tercatat sebanyak 152 buah sungai dan 212 anak sungai dimana sebanyak 71 buah sungai selalu berair sepanjang tahun. Sungai yang masuk ke danau tersebut umumnya berair jernih, berbatu dan atau berpasir sehingga sangat sesuai sebagai tempat pemijahan ikan bilih.

Kelimpahan fitoplankton di danau Toba sebagai makanan ikan bilih mengalami peningkatan dari kisaran 792-7.722 sel/l pada tahun 1996 (Tjahjo *et al.*, 1996) menjadi 18.189-40.514 sel/l pada tahun 2003 (Sarnita dan Kartamihardja, 2003). Peningkatan kesuburan perairan terutama sebagai hasil beban masukan unsur hara dari kegiatan budidaya ikan intensif dalam keramba jaring apung diduga menjadi penyebab meningkatnya kelimpahan

fitoplankton. Disamping fitoplankton, terdapat juga perifiton dimana ke dua kelompok organisme ini akan menjadi sumberdaya makanan alami bagi ikan bilih. Ke dua kelompok sumberdaya pakan ini belum dimanfaatkan secara optimal oleh populasi ikan yang ada karena jenis ikan pemakan plankton yang hidup di zona iimnetik danau hampir tidak ada. Sebelum tahun 1985, jenis ikan pemakan plankton yang populasinya masih tinggi adalah ikan pora-pora atau undalap (*Puntius binotatus*). Namun setelah itu, keberadaan populasi ikan pora-pora tersebut menurun dan sudah jarang tertangkap lagi (Kartamihardja, 1987).

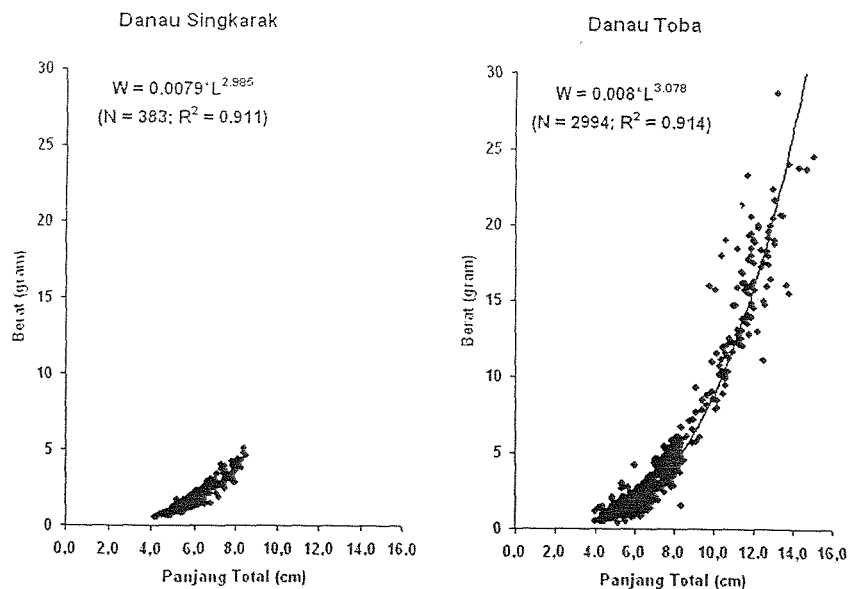
Di habitat aslinya danau Singkarak, makanan utama ikan bilih adalah detritus dan zooplankton sedangkan di danau Toba makanan utama ikan bilih adalah detritus dan fitoplankton dan makanan tambahannya adalah zooplankton dan serasah (Gambar 1).



Gambar 1. Indeks preponderansi makanan ikan bilih di danau Singkarak dan Toba

Pada dasarnya makanan ikan bilih di kedua perairan tersebut hampir sama, hanya sedikit berbeda dalam prosentase komposisinya saja. Hal ini menunjukkan bahwa ikan bilih yang diintroduksi dapat memanfaatkan kelimpahan makanan alami yang tersedia di danau Toba yang selama ini belum banyak dimanfaatkan oleh jenis ikan lain yang ada di danau tersebut. Dengan demikian, ikan bilih di danau Toba telah dapat mengisi relung (*niche*) makanan yang kosong.

Hasil monitoring perkembangan ikan bilih di danau Toba menunjukkan bahwa setelah 2 tahun penebaran, ikan bilih dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik. Ikan bilih di danau Toba tumbuh dengan kisaran panjang total antara 4,0-15,8 cm dan kisaran berat antara 0,5-30,0 gram, sedangkan di danau Singkarak mempunyai panjang total antara 4,0-8,5 cm dan kisaran berat antara 0,5-5,1 gram (Gambar 2).



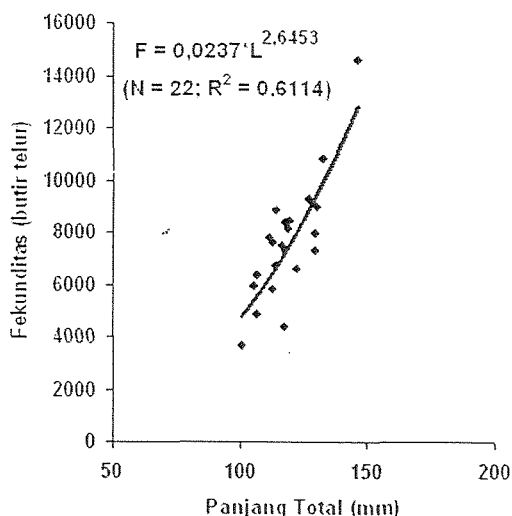
Gambar 2. Pertumbuhan panjang-berat ikan bilih di danau Singkarak dan Toba

Perkembangan populasi ikan bilih yang cepat ini selain ditunjang oleh tersedianya makanan alami juga

banyaknya daerah pemijahan yang tersebar di muara-muara sungai yang masuk ke danau. Beberapa daerah

pemijahan utama ikan bilih di danau Toba terdapat di Sungai Sipangolu di Bakara, Sungai Sipiso-piso di Tongging, Sungai Sisodang di Tomok dan Sungai Naborsahan di Ajibata. Seperti halnya di danau Singkarak, ikan bilih yang sudah matang kelamin secara naluri berruaya menyongsong air yang masuk danau (masuk ke sungai yang bermuara di danau Toba) yang kondisi airnya jernih, berarus, dasar perairannya berbatu kerikil dan atau pasir. Induk-induk ikan tersebut mulai masuk sungai pada sore hari secara bergerombol untuk kemudian memijah di bagian sungai. Puncak pemijahan terjadi pada malam hari menjelang pagi, sekitar jam 3 sampai 5 pagi. Telur yang transparan hasil pemijahan yang telah dibuahi akan bergerak terbawa arus air masuk ke danau dan menetas disana, larva serta benihnya tumbuh di danau sampai dewasa.

Di danau Toba, ikan bilih dewasa matang gonad pada ukuran panjang antara 10,1-14,7 cm dengan rata-rata 11,9 cm dan kisaran berat antara 7,9-28,7 gram dengan rata-rata 15,8 gram. Fekunditas ikan bilih berkisar antara 3.654-14.561 butir telur dengan rata-rata 7.580 butir. Fekunditas ini lebih tinggi dari fekunditas ikan bilih di danau Singkarak yang rata-rata berkisar antara 2.155-5.000 butir (Syandri, 1996). Hubungan antara fekunditas dengan panjang total ikan bilih di danau Toba mengikuti persamaan:  $F = 0,0237 \cdot L^{2,6463}$ , ( $R^2 = 0,6114$ ) seperti tertera pada Gambar 3, sedangkan di danau Singkarak hubungan fekunditas dengan panjang total ikan bilih mengikuti persamaan:  $F = 0,03632 \cdot L^{2,6653}$ , ( $R^2 = 0,82$ ) (Syandri, 1996).



Gambar 3. Hubungan antara fekunditas dengan panjang total ikan bilih di danau Toba

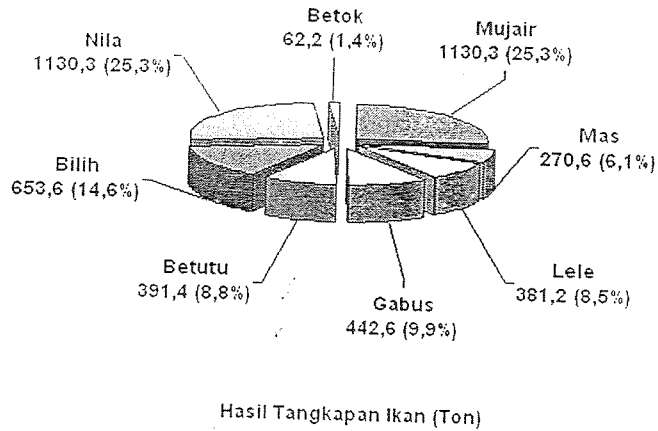
Distribusi atau penyebaran populasi ikan bilih meliputi seluruh perairan danau Toba bahkan ditemukan pula di daerah pelagis dan limnetik danau yang selama ini sangat sedikit sekali dihuni oleh jenis ikan lain.

Pada tahun 2005, potensi produksi ikan danau Toba ditaksir sekitar 2.520-7.310 ton/tahun atau antara 23-65 kg/ha/th. Potensi produksi ikan tersebut menunjukkan peningkatan jika dibandingkan dengan potensi

produksi ikan yang ditaksir pada tahun 1986 sekitar 6-24 kg/ha/th (Kartamihardja, 1987) dan pada tahun 1996 sekitar 5,8-30,9 kg/ha/th (Tjahjo *et al.*, 1998). Peningkatan potensi produksi ini diduga berkaitan erat dengan peningkatan kesuburan perairan. Hasil pencatatan enumerator selama tahun 2005 menunjukkan produksi tangkapan ikan dari danau ini adalah sekitar 4.462,2 ton sehingga tingkat pemanfaatan sumber daya ikan sekitar

61,0% dari potensinya. Jenis-jenis ikan yang tertangkap adalah ikan mujair (*Oreochromis niloticus*), nila (*Oreochromis niloticus*), Mas (*Cyprinus carpio*), bilih, betutu (*Oxyeleotris marmorata*), Lele (*Clarias batrachus*), gabus (*Channa striata*), nilem (*Osteochilus hasselti*) dan betok (*Anabas testudineus*). Hasil tangkapan tersebut didominasi oleh mujahir (25.3%), nila (25.3%) dan bilih (14.6%)

(Gambar 4). Pada tahun 2005, total hasil tangkapan ikan bilih adalah sebesar 653,6 ton dengan rata-rata panjang total antara 10,5-15,0 cm dan berat antara 8,0-30,0 gram. Ukuran ini jauh lebih besar dari rata-rata ukuran ikan bilih yang tertangkap nelayan di danau Singkarak yang hanya berkisar antara 4,5-8,0 cm (Purnomo dan Kartamihardja, 2006).

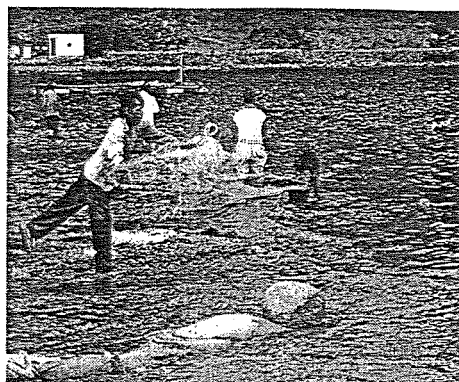


Gambar 4. Komposisi hasil tangkapan ikan di danau Toba tahun 2005

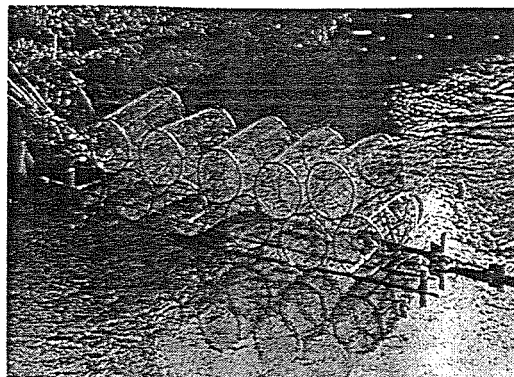
Masyarakat di sekitar danau Toba menyebut ikan bilih dengan sebutan ikan pora-pora karena ikan ini mirip dengan ikan pora-pora yang dulu banyak terdapat di danau ini. Sebagian masyarakat ada yang menyebut ikan "tsunami" karena populasi ikan ini muncul dan mulai banyak ditemukan bersamaan dengan terjadinya peristiwa tsunami di Nangroe Aceh Darussalam.

Daerah penangkapan ikan bilih yang ramai terdapat di danau Toba adalah di muara sungai Sipiso-piso, Tongging dan Sungai Naborsahan di Ajibata (Parapat). Masyarakat nelayan di danau Toba yang berjumlah 2.200 orang mulai mengeksploitasi populasi ikan bilih dengan menggunakan alat

tangkap "doton" (gillnet) ukuran mata jaring 1,25 inci, bubu (*trap*), jala dan pancing (Gambar 5). Rata-rata hasil tangkapan ikan bilih dengan menggunakan alat "doton" adalah 2 kg/piece/malam. Satu "piece" doton mempunyai ukuran panjang 45 m dan kedalaman jaring sekitar 2 meter. Setiap orang nelayan rata-rata memiliki 4-8 piece doton sehingga setiap orang dapat menangkap ikan bilih sekitar 8-16 kg/hari. Sedangkan di Ajibata, hasil tangkapan dengan bubu mencapai 20-60 kg/orang/hari dengan jumlah nelayan yang beroperasi di tempat ini sebanyak 20 orang.



Alat tangkap jala di Muara Sungai Sipiso-piso, Tongging



Alat tangkap bubu ikan bilih di Sungai Naborsahan, Desa Ajibata

Gambar 5. Alat tangkap jala dan bubu untuk menangkap ikan bilih di danau Toba

Ikan bilih dalam keadaan basah dijual nelayan dengan harga berkisar antara 5.000-8.000 rupiah per kilogramnya dan ikan bilih kering hasil olahan berkisar antara 16.000-20.000 rupiah per kilogramnya. Harga ini memang masih jauh lebih rendah dari harga ikan bilih di danau Singkarak yang mencapai 12.000-15.000 rupiah per kilogramnya (basah) dan antara 40.000-60.000 rupiah per kilogram ikan kering. Namun demikian, selama tahun 2005 dari total produksi ikan bilih sebanyak 653,6 ton dengan rata-rata harga jual ikan basah sebesar 6.000 rupiah telah dihasilkan pendapatan sebesar 3,9 milyar rupiah. Bandingkan dengan nilai benih ikan bilih untuk penebaran yang hanya sekitar 5 juta rupiah saja.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Ikan bilih yang diintroduksi ke danau Toba dapat tumbuh lebih cepat dan berkembangbiak serta mempunyai fekunditas yang lebih tinggi dari ikan bilih di danau Singkarak. Makanan utama ikan bilih di danau Toba hampir sama dengan makanan ikan bilih di danau Singkarak, yaitu detritus dan fitoplankton sebagai makanan utamanya. Habitat pemijahan ikan bilih yang utama terdapat di di Sungai Sipangolu di Bakara, Sungai Sipiso-piso di Tongging, Sungai Sisodang di Tomok dan Sungai Naborsahan di Ajibata. Distribusi ikan bilih meliputi seluruh perairan danau Toba termasuk daerah pelagis dan limnetiknya. Sentra penangkapan ikan bilih terdapat di di

muara sungai Sipiso-piso, Tongging dan Sungai Naborsahan di Ajibata menggunakan alat tangkap gillnet, bubu, jala dan pancing. Ukuran ikan bilih yang tertangkap mempunyai panjang total antara 10,5-15,0 cm dan berat antara 8,0-30,0 gram, lebih besar dari rata-rata ikan bilih yang tertangkap di danau Singkarak. Pada tahun 2005, hasil tangkapan ikan bilih mencapai 653,6 ton atau 14,6% dari total produksi dan menempati urutan ke tiga setelah ikan mujair dan nila dengan total nilai produksi ikan bilih sebesar 3,9 milyar rupiah.

### Saran

Pola pengelolaan populasi ikan bilih di danau Toba perlu segera dilakukan agar populasinya dapat dieksploitasi secara optimal dan berkelanjutan. Teknik-teknik pengelolaan yang penting segera diterapkan antara lain:

- 1) penetapan suaka perikanan di muara-muara sungai seperti Sungai Sipangolu di Bakara, Sungai Sipiso-piso di Tongging, Sungai Sisodang di Tomok dan Sungai Naborsahan di Ajibata untuk melindungi ikan bilih yang memijah;
- 2) pengaturan alat tangkap baik jenis maupun jumlahnya;
- 3) pengaturan ukuran ikan bilih yang tertangkap, misal tidak boleh lebih kecil dari 8 cm;
- 4) pengembangan penanganan hasil tangkapan untuk meningkatkan nilai tambah produk dan pemasaran,

sehingga meningkatkan pendapatan nelayan.

- 5) pengembangan kelembagaan pengelompokan perikanan, misal melalui pembentukan kelompok nelayan
- 6) penetapan peraturan pengelolaan ikan bilih dan sumberdaya perikanan lainnya di danau Toba harus ditetapkan berdasarkan peraturan daerah pada tingkat provinsi Sumatera Utara karena perairan danau Toba secara administratif termasuk kedalam lima kabupaten. Dalam hal ini peraturan daerah di tingkat kabupaten harus mengacu pada peraturan daerah di tingkat provinsi sehingga akan mempunyai aturan yang sama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cowx, I.G. 1994. Stocking strategy. *Fisheries Management and Ecology*. (1); 15-30.
- Cowx, I.G. 1999. An appraisal of stocking strategies in the light of developing country constraints. *Fisheries Management and Ecology*. (6); 21-34.
- Effendie, M.I. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor.
- Kartamihardja, E.S. 1987. Potensi produksi ikan dan pengelolaan perikanan di danau Toba, Sumatera Utara. *Bull. Penelitian Perikanan Darat* 6(1).
- Krismono, A.S.N. dan A. S. Sarnita. 2004. Kualitas air di beberapa daerah di danau Toba dan kesesuaiannya untuk suaka perikanan. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol.
- Purnomo, K., E.S. Kartamihardja dan S. Koeshendrajana. 2003. *Pemacuan stok ikan di danau Singkarak (Sumatera Barat) dan sungai Batanghari (Jambi)*. Laporan Hasil Penelitian tahun 2002. Pusat Riset Perikanan Tangkap, BRKP, DKP. 16 hal.
- Purnomo, K. Dan E.S. Kartamihardja. 2006. Upaya pemacuan stok ikan bilih melalui pengembangan suaka buatan di danau Singkarak. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Ikan IV di Jatiluhur, 29-30 Agustus 2006.
- Lorenzen, K., Amarasinghe, U.S., Bartley, D.M., Bell, J.D., Bilio, M., de Silva, S.S., Garaway, C.J., Hartmann, W.D., Kapetsky, J.M., Laleye, P., Moreau, J., Sugunan, V.V. & Swar, D.B. 2001. Strategic Review of enhancements and culture-based fisheries. In R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Phillips, C. Hough, S.E. McGladdery & J.R. Arthur, eds. *Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium*, Bangkok, Thailand, 20-25 February 2000. pp. 221-237. NACA, Bangkok and FAO, Rome.
- Sarnita, A.S. 1986. Introduction and stocking of fish in lakes and reservoirs in South east Asian Countries, with special reference to Indonesia. IPFC Expert Consultation on Inland Fisheries of the Larger Island. Bangkok, 4-9 August 1986. 12pp.
- Sarnita, A.S. dan E.S. Kartamihardja. 2003. Pengkajian populasi ikan batak (*Neolissochilus* spp., *Tor* spp.) dan introduksi ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) di Danau Toba, Sumatera Utara. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2002. Pusat Riset Perikanan Tangkap, BRKP, DKP.
- Syandri, H. 1996. Aspek reproduksi ikan bilih, *Mystacoleucus padangensis* Bleeker dan kemungkinan pembenihannya di danau Singkarak. Disertasi Program Pascasarjana IPB. 122 hal.



Tjahjo, D.W.H., A.S. Nastiti, K. Purnomo, E.S. Kartamihardja dan A.S. Sarnita. 1998. Potensi sumberdaya perikanan di danau Toba, Sumatera Utara. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia, vol 1V, No.1: 1-12.