

## KONSERVASI KEANEKARAGAMAN HAYATI LAUT MELALUI PERBAIKAN SURVIVAL IKAN TARGET MUDA DAN HASIL TANGKAP SAMPINGAN: STUDI KASUS PADA PERIKANAN TRAMMEL NET

(Conservation of marine biodiversity through improving survival of young target fish and by-catch species: A case study on trammel net fishery)

Ari Purbayanto<sup>\*1)</sup>, Takafumi Arimoto<sup>2)</sup> dan M. Fedi A. Sondita<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK-IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor, Bogor 16680.

<sup>2)</sup>Fish Behavior Dynamics Laboratory, Department of Marine Science and Technology, Tokyo University of Fisheries, 4-5-7 Konan, Minatoku, Tokyo 108-8477, Japan.

### ABSTRAK

Keanekaragaman hayati laut Indonesia yang tergolong tinggi di dunia, telah memberikan peluang dan kesempatan untuk memanfaatkannya sebagai sumber makanan dari protein hewani dan penghasil devisa negara melalui ekspor perikanan. Namun, dewasa ini telah terjadi degradasi dan penurunan kuantitas maupun kualitas sumberdaya hayati laut sejalan dengan berkembangnya usaha pemanfaatan yang kurang memperhatikan kaidah kelestarian, dimana usaha pemanfaatannya tidak seimbang dengan kegiatan konservasi. Hasil tangkap sampingan dan tertangkapnya ikan target dibawah ukuran sebagai akibat dari penggunaan alat tangkap non-selektif, telah menjadi permasalahan besar dunia pada akhir dekade ini. Upaya konservasi ikan target di bawah ukuran dan hasil tangkap sampingan melalui peningkatan selektivitas alat tangkap yang dibarengi dengan peningkatan daya hidupnya merupakan bagian dari "code of conduct for responsible fishing" yang telah dicanangkan oleh FAO dan harus diikuti oleh setiap negara di dunia. Dalam makalah ini, perbaikan selektivitas trammel net untuk ikan target *Sillago japonica* dan upaya konservasi hasil tangkap sampingan melalui uji coba daya hidup setelah tertangkapnya ikan pada jaring diberikan sebagai contoh kasus. Disimpulkan bahwa perbaikan selektivitas mata jaring trammel net dengan cara memperbesar ukuran mata jaring yang digunakan nelayan di Teluk Tateyama, Chiba Prefecture, Jepang merupakan metode manajemen sumberdaya yang tepat untuk tujuan konservasi ikan target berusia muda. Sementara itu, pelepasan kembali ke laut hasil tangkap sampingan setelah ikan tertangkap jaring di atas dek dapat dilakukan dalam rangka konservasi keanekaragaman hayati laut.

**Kata kunci:** keanekaragaman hayati laut, hasil tangkap sampingan, selektivitas alat, daya hidup, konservasi, *Sillago japonica*, trammel net.

### ABSTRACT

The richness of Indonesia's marine bio-diversity has given chance and opportunity to utilize it as a food source of animal protein and provide national income through export of fisheries product. Recently, however, the development of unsustainable exploitation activities, which is conducted unbalance between exploitation and conservation, has lead to degradation and depletion of marine living resource. The by-catch and incidental capture of non-target size due to use of non-selective fishing gear have become a big problem of the world capture fisheries in the last decade. Improving gear selectivity together with the increasing survival of the by-catch and non-target size is one article in the code of conduct for responsible fishing issued by FAO that must be followed by each country allover the world. In this paper, the improvement of mesh selectivity of sweeping trammel net for target species of Japanese whiting *Sillago japonica* and conservation of the by-catch through survival experiment were discussed as an example of the case study. It concludes that improving the mesh selectivity by enlarging the present mesh size used in Tateyama Bay, Chiba Prefecture, Japan would serve as an appropriate management tool to conserve the young Japanese whiting. While, releasing the by-catch back to the sea after its capture onboard would be worth for the conservation of bio-diversity.

**Keywords:** marine bio-diversity, by-catch, mesh selectivity, survival, conservation, *Sillago japonica*, trammel net.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, memiliki sekitar 17 000 pulau yang diantaranya hanya 6 000 pulau berpenghuni. Luas wilayah perairan laut adalah 2/3 dari luas keseluruhan wilayah Indonesia dengan wilayah perairan teritorial seluas 317 juta hektar dan wilayah zona ekonomi eksklusif (ZEE) seluas 473 juta hektar. Karena didukung oleh karakteristik iklim, tanah, geologi dan ekologi yang unik, Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi di dunia setelah Brazil (*the second largest of the world's mega-biodiversity*). Diperkirakan sedikitnya sekitar 25% jenis ikan di dunia hidup di berbagai habitat perairan di Indonesia (Wardojo and Danasaputra, 1998).

Kekayaan sumberdaya hayati laut dengan keanekaragamannya tersebut di atas telah memberikan suatu kesempatan yang besar bagi bangsa Indonesia untuk memanfaatkannya secara langsung maupun tak langsung sebagai bahan makanan hewani yang bernilai protein dan bergizi tinggi serta sebagai penghasil devisa negara melalui ekspor hasil perikanan. Upaya pemanfaatan sumberdaya tersebut hendaknya berazaskan pada pemanfaatan yang berkelanjutan, yang dilakukan secara seimbang dengan usaha konservasi, sehingga kelestariannya akan terus terjaga. Namun dalam beberapa dekade terakhir ini telah terjadi pengrusakan dan penurunan kualitas lingkungan dan kuantitas sumberdaya hayati laut yang diakibatkan oleh sistem pemanfaatan yang kurang memperhatikan kaidah kelestarian. Penggunaan alat tangkap non selektif atau pemakain bahan beracun dan dinamit dalam operasi penangkapan ikan merupakan contoh nyata yang masih banyak dijumpai di lapangan. Kematian ikan target dibawah ukuran setelah lolos melalui proses selektivitas alat tangkap dan tangkapan sampingan yang dihasilkan oleh alat tangkap non selektif telah menjadi suatu permasalahan besar pada sebagian besar usaha perikanan tangkap, dimana umumnya hasil tangkap sampingan setelah dibuang ke laut mengalami kematian.

Badan pangan dunia (FAO) melalui "code of conduct for responsible fishing" telah menekankan pentingnya usaha konservasi sumberdaya hayati laut dengan cara memperbaiki selektivitas alat tangkap yang diikuti dengan upaya peningkatan "survival" (daya hidup) ikan target dibawah ukuran dan hasil tangkap sampingan. Perbaikan selektivitas alat tangkap saja belum dapat menjamin perbaikan pada daya hidup ikan yang lolos karena stress ikan yang diakibatkan oleh

kontak fisik antara ikan dan alat tangkap selama proses pelolosan sehingga ikan mengalami luka atau kerusakan fisik yang akhirnya adalah kematian. Oleh karena itu penelitian selektivitas hendaknya dilakukan secara simultan dengan penelitian survival. Makalah ini membahas tentang konservasi keanekaragaman hayati laut melalui peningkatan survival ikan target muda dan hasil tangkap sampingan dengan menguraikan contoh kasus pada perikanan trammel net di Teluk Tateyama, Chiba Prefecture, Jepang.

## BAHAN DAN CARA

### Determinasi Selektivitas Mata Jaring

Determinasi selektivitas mata jaring dilakukan melalui uji coba penangkapan ikan di Teluk Tateyama, menggunakan trammel net dengan tiga jenis ukuran mata jaring lapisan dalam, yaitu 27.5 mm, 31.0 mm dan 33.5 mm, masing-masing sebanyak 2 pis yang dirangkaikan satu sama lainnya. Mata jaring berukuran 27.5 mm digunakan oleh nelayan setempat untuk menangkap Japanese whiting *Sillago japonica*. Ukuran mata jaring lapisan luar adalah sama yaitu 300 mm. Bahan jaring terbuat dari nilon multifilament (PA-210 D/2 untuk jaring lapisan dalam dan PA-210 D/6 untuk jaring lapisan luar). Parameter disain lainnya seperti "slackness" dan "hanging ratio" relatif sama (Purbayanto et al., 2000<sup>b</sup>).

Operasi penangkapan ikan dilakukan pada perairan dengan dasar pasir atau campuran pasir dan lumpur dengan kedalaman 5-10 m di Teluk Tateyama selama dua periode, yaitu Agustus - Nopember 1996 dan April - Mei 1997. Tahapan operasi adalah sebagai berikut: pertama, penurunan pelampung tanda yang diikuti dengan penawuran jaring pada dasar perairan sepanjang arah sudut 90° menuju laut lepas. Kemudian ujung "dragging net" ditarik melalui tali penarik menyapu dasar perairan kearah melingkar menuju pelampung tanda. Pada tahap akhir, jaring diangkat dengan bantuan "net hauler" dan ikan yang tertangkap dilepas dari jaring. Selama operasi penangkapan, seluruh Japanese whiting yang tertangkap pada setiap mata jaring yang berbeda, diukur panjang totalnya dan lingkaran tubuh maksimum dalam milimeter terdekat. Cara tertangkapnya ikan pada jaring (*snagged, gilled, entangled, and pocketed*) juga dicatat. Lingkaran tubuh maksimum diukur dengan cara melingkari bagian kepala ikan tepat di depan sirip punggung menggunakan tali senar.

Data panjang total dan lingkaran tubuh maksimum dari Japanese whiting kemudian dikelompokkan ke dalam kelas berinterval 10 mm untuk setiap jenis ukuran mata jaring. Kurva selektivitas tunggal ("master curve") diestimasi dengan menggunakan metode Kitahara yang secara umum dapat dituliskan sebagai berikut (Purbayanto et al., 2000<sup>b</sup>):

$$C_{ij} = s(l_j/m_i)q d_j$$

dimana,  $C_{ij}$  adalah tangkapan per unit usaha dari Japanese whiting pada- $j$  kelas ukuran panjang  $l_j$  ( $j = 1, 2, \dots, \lambda$ ) dengan  $i$  ukuran mata jaring  $m_i$ ,  $s(l_j/m_i)$  adalah selektivitas mata jaring, yaitu fungsi dari efisiensi relatif (maksimum bernilai 1) yang merupakan rasio ukuran panjang  $l_j$  terhadap ukuran mata jaring  $m_i$ ,  $q$  menyatakan efisiensi pada puncak kurva selektivitas dan  $d_j$  adalah kepadatan populasi ikan pada ukuran panjang  $l_j$ .

Determinasi selektivitas mata jaring juga dilakukan berdasarkan data simulasi penangkapan di laboratorium. Tujuannya adalah untuk mengkarifikasi kurva selektivitas yang diestimasi berdasarkan data lapangan sekaligus untuk memastikan dapat atau tidaknya Japanese whiting muda lolos melalui mata jaring. Simulasi penangkapan dilakukan di Laboratorium Kelautan Banda, Universitas Perikanan Tokyo yang terletak di Kota Tateyama, Chiba Prefecture, Jepang. Sebuah tanki fiberglass berdiameter 135 cm dan tinggi 85 cm digunakan dalam simulasi penangkapan dan dua buah tanki fiberglass berbentuk empat persegi panjang (180x90x70 cm) digunakan untuk tempat pemeliharaan ikan. Seluruh tanki diisi dengan air laut segar yang dialirkan secara kontinyu melalui sistem perpipaan yang tersedia di laboratorium tersebut.

Simulasi penangkapan dilakukan dengan menggunakan jaring trammel net yang dipasang pada bingkai pipa PVC berukuran lebar sisi bawah 60 cm, lebar sisi atas 65 cm dan tinggi 84 cm, masing-masing sebanyak dua buah untuk ukuran mata jaring lapisan dalam 31.0 mm dan 33.5 mm. Setiap panel jaring yang berukuran mata sama, dihubungkan dengan engsel plastik sehingga menjadi serangkaian panel jaring. Panel jaring ini kemudian dapat dimasukkan dengan tepat ke dalam tanki silinder dan dapat digerakan secara bebas. Disain trammel net yang digunakan sama dengan yang digunakan pada penelitian sebelumnya di lapangan. Prosedur simulasi penangkapan dapat dirujuk pada Purbayanto and Arimoto, 1999.

Data panjang total dan lingkaran tubuh maksimum Japanese whiting yang diperoleh dari 6 kali ulangan simulasi penangkapan digunakan dalam mengestimasi kurva selektivitas mata jaring. Rasio selektivitas  $S(l_j/m_i)$  dari ukuran mata

jaring  $m_i$  untuk ikan pada- $j$  kelas ukuran panjang  $l_j$  dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$S(l_j/m_i) = c_{ij}/p_{ij}$$

dimana,  $c_{ij}$  dan  $p_{ij}$  masing-masing adalah tangkapan dan populasi ikan di dalam tanki dari kelas ukuran panjang  $l_j$  dalam simulasi penangkapan dengan ukuran mata jaring  $m_i$ . Kurva selektivitas mata jaring trammel net  $S(l)$  didekati dengan model logistik sebagai berikut (Sparre et al., 1989):

$$S(l) = 1/[1 + \exp. (\alpha l + \beta)]$$

dimana,  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah parameter dari kurva logistik.

### Pengujian Survival

Pengambilan contoh untuk uji survival ikan target *Sillago japonica* dan hasil tangkap sampingan dilakukan dengan cara mengikuti langsung operasi penangkapan ikan komersial trammel net di Teluk Tateyama setiap bulan dari bulan April sampai Mei 1996 dan 1997. Operasi penangkapan ikan dilakukan pada pagi hari sebagaimana lazimnya pengoperasian trammel net yang dilakukan oleh nelayan setempat, namun waktunya lebih pendek. Ikan-ikan yang tertangkap oleh trammel net pada saat pengangkatan jaring, diambil contohnya secara acak dengan cara melepaskannya dari lilitan jaring secara hati-hati. Ikan-ikan tersebut selanjutnya dipisah-pisahkan berdasarkan cara tertangkapnya (*snagged, gilled, entangled, dan pocketed*) dan kemudian dimasukkan ke dalam ember plastik berkapasitas 50 l yang diisi air laut segar, dengan tingkat kepadatan 20 ekor per ember. Seluruh ikan contoh dalam ember plastik kemudian dibawa segera ke Laboratorium Kelautan Banda menggunakan perahu penangkapan. Setelah tiba di laboratorium, ikan-ikan tersebut kemudian dipindahkan ke dalam tanki fiberglass berbentuk empat persegi panjang (1.8x0.9x0.7 m) yang berisi air laut setinggi 60 cm untuk selanjutnya diamati daya hidupnya selama 4 hari (Purbayanto et al., 2000<sup>c</sup>).

Pengujian survival Japanese whiting yang lolos dan tertangkap pada trammel net melalui simulasi penangkapan juga dilakukan. Pengamatan daya hidup dilakukan selama satu minggu. Kurva survival untuk Japanese whiting diestimasi dari data rasio survival kumulatif yang diamati dengan menggunakan model berikut (Tokai, 1996):

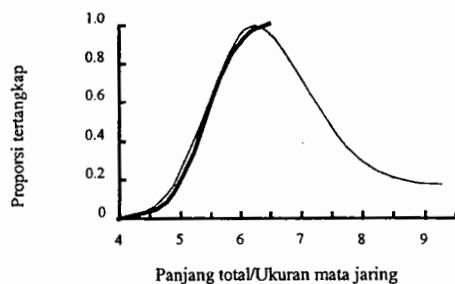
$$\hat{S}_{(t)} = S_{\infty} + (1 - S_{\infty})e^{-kt}$$

dimana,  $S_{(t)}$  : rasio survival pada waktu pengamatan  $t$ ,  $S_{\infty}$  : rasio survival diluar batas waktu pengamatan  $t$ , dan  $k$  : kemiringan kurva.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perbaikan Selektivitas Mata Jaring

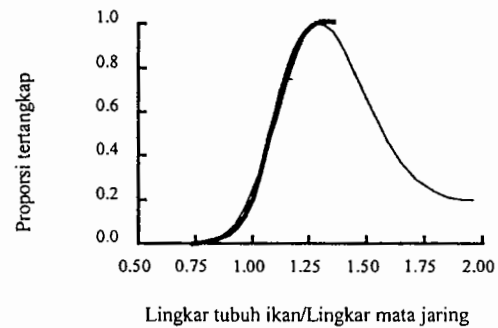
Kurva selektivitas mata jaring trammel net yang diestimasi dengan menggunakan data lapang dan data laboratorium disajikan pada Gambar 1 dan 2. Gambar 1 menjelaskan kurva selektivitas berdasarkan rasio panjang total terhadap ukuran mata jaring (kurva rasio  $l/m$ ) sedangkan Gambar 2 menjelaskan kurva selektivitas berdasarkan pada rasio lingkaran tubuh maksimum ikan terhadap lingkaran mata jaring (kurva rasio  $G/P$ ). Secara umum dapat diketahui bahwa kurva selektivitas trammel net tidak simetris, dimana bagian sebelah kiri kurva mengalami penurunan mendekati titik nol karena adanya peluang bagi ikan kecil untuk lolos melalui mata jaring, sedangkan kurva sebelah kanan tidak mencapai titik nol dikarenakan ikan yang besar memiliki peluang yang lebih tinggi untuk tertangkap pada jaring secara terpuntal atau terjebak kedalam kantong ("pocketed"). Dibandingkan dengan jaring insang, kurva ini cenderung memiliki kisaran selektivitas pada efisiensi penangkapan 50% yang lebih lebar. Hal ini berarti bahwa trammel net kurang selektif dalam hal kisaran panjang ikan yang dapat ditangkap, namun memiliki efisiensi yang tinggi dalam menangkap ikan yang berukuran besar (Purbayanto et al., 2000<sup>b</sup>).



Gambar 1. Kurva selektivitas trammel net berdasarkan rasio panjang total terhadap ukuran mata jaring ( $l/m$ ). Kurva bergaris tipis adalah hasil estimasi dengan data lapang dan kurva bergaris tebal adalah hasil estimasi dengan data laboratorium.

Kurva selektivitas tunggal trammel net yang diestimasi dari data lapang untuk rasio  $l/m$  dan  $G/P$  dapat diklarifikasi dengan kurva yang diestimasi dari data laboratorium sebagaimana ditunjukkan oleh tumpang tindih (*overlapping*) pada sisi kiri kurva dengan puncak kurva yang relatif sama, yaitu 6.3 untuk rasio  $l/m$  dan 1.3 untuk rasio  $G/P$ . Hasil ini sekaligus mengklarifikasi bahwa Japanese whiting muda dapat melakukan

pelolosan melewati mata jaring sebagaimana yang dibuktikan dalam simulasi penangkapan di laboratorium, meskipun nilai lingkaran maksimum tubuh ikan melebihi nilai lingkaran mata jaring (proporsi tertangkap mencapai maksimum ketika nilai lingkaran maksimum tubuh ikan adalah 1.3 kali nilai lingkaran mata jaring) (Purbayanto, 1999).



Gambar 2. Kurva selektivitas trammel net berdasarkan rasio lingkaran tubuh ikan terhadap lingkaran mata jaring ( $G/P$ ). Kurva bergaris tipis adalah hasil estimasi dengan data lapang dan kurva bergaris tebal adalah hasil estimasi dengan data laboratorium.

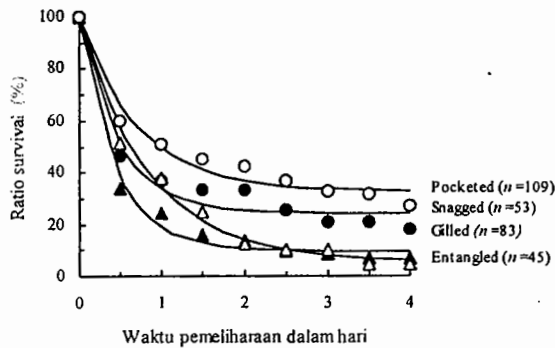
### Survival Ikan Target Dibawah Ukuran

Seluruh ikan target dibawah ukuran yang lolos melalui mata jaring pada simulasi penangkapan di laboratorium hidup sehat selama 7 hari pemeliharaan setelah simulasi. Hasil observasi terhadap ikan-ikan tersebut menunjukkan persen kerusakan sisik yang sangat rendah 0,5-0,9%. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan persen kerusakan sisik dari *Sillago ciliata* dalam simulasi pelolosan melalui mata jaring berbentuk segi empat, yaitu berkisar 1,4-4% (Broadhurst et al., 1997). Kelenturan benang jaring trammel net dengan diameter benang yang kecil dapat menjadi alasan rendahnya nilai kerusakan sisik yang ditimbulkan akibat kontak dengan mata jaring selama proses pelolosan.

### Survival Ikan Target dan Hasil Tangkap Sampangan

Gambar 3 menunjukkan survival Japanese whiting yang tertangkap trammel net berdasarkan pada cara tertangkapnya ikan di jaring. Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa ikan yang tertangkap secara *pocketed* memiliki survival yang tinggi, diikuti oleh ikan yang tertangkap secara *snagged*, *gilled* dan *entangled*. Kondisi ini membuktikan bahwa cara tertangkapnya ikan pada jaring sangat berpengaruh terhadap rasio survival, sedangkan ukuran ikan kurang

memberikan pengaruh yang nyata seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 (Purbayanto et al., 2000<sup>3</sup>). Hal ini disebabkan karena cara tertangkapnya ikan akan menentukan tingkat kecekangan terjat atau terpuntalnya ikan pada jaring karena adanya aksi perlawanan yang diberikan oleh ikan setelah terjat jaring.



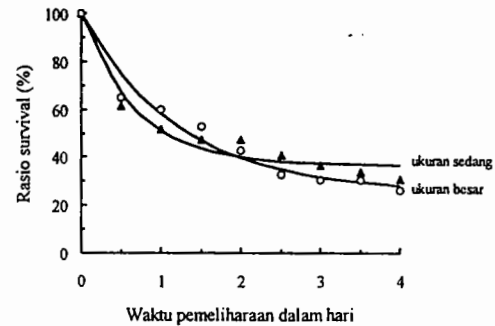
Gambar 3. Kurva survival Japanese whiting yang tertangkap trammel net berdasarkan pada mekanisme tertangkapnya.

Namun demikian survival ikan target yang tertangkap trammel net jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan survival hasil tangkap sampingan. Tabel 1 menunjukkan rasio survival dari 9 spesies hasil tangkap sampingan. Lima spesies yaitu *Paralichthys olivaceus*, *Chelidonichthys spinosus*, *Radarius ercodes*, *Takifugu niphobles* dan *Pagrus major*, memiliki rasio survival yang tinggi berkisar 80-100%. Sedangkan 4 spesies sisanya memiliki rasio survival di bawah 50%. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa sebagian besar hasil tangkap sampingan secara fisik lebih kuat dibandingkan dengan Japanese whiting yang sangat rentan terhadap kontak alat tangkap.

Tabel 1. Jumlah sampel (n) dan rasio survival dari 9 species hasil tangkap sampingan yang diobservasi selama 4 hari dalam tangki pemeliharaan.

No.	Species	Panjang Total (mm)	n	Rasio Survival (%) pada Hari ke-				
				0	1	2	3	4
1.	<i>Radarius ercodes</i>	47-71	16	100	100	100	100	100
2.	<i>Chelidonichthys spinosus</i>	138-252	8	100	88	88	88	
3.	<i>Upeneus bensasi</i>	113-182	7	29	14	14	14	14
4.	<i>Ditrema temmincki</i>	79-94	6	67	33	17	17	17
5.	<i>Paralichthys olivaceus</i>	53-127	6	100	83	83	83	83
6.	<i>Takifugu niphobles</i>	105-147	5	100	100	100	100	100
7.	<i>Repomucenus richardsonii</i>	182-206	4	100	50	50	50	50
8.	<i>Pagrus major</i>	92-155	3	100	100	100	100	100
9.	<i>Pholis nebulosa</i>	205-233	3	100	100	68	33	33

Konstruksi sisik yang kokoh dengan duri-duri pada tubuh pada sebagian besar ikan hasil tangkap sampingan sangat mendukung alasan tersebut di atas.



Gambar 4. Kurva survival Japanese whiting berukuran sedang dan besar yang tertangkap trammel net dengan cara "pocketed".

## KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa perbaikan selektivitas mata jaring trammel net dengan cara memperbesar ukuran mata jaring yang digunakan nelayan di Teluk Tateyama, Chiba Prefecture, Jepang merupakan metode manajemen sumberdaya yang tepat untuk tujuan konservasi ikan target berusia muda. Sementara itu, pelepasan kembali ke laut hasil tangkap sampingan setelah ikan tertangkap jaring di atas dek dapat dilakukan dalam rangka konservasi keanekaragaman hayati laut.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Broadhurst, M.K., S.J Kennelly and D.T. Barker, 1997. Simulated escaped of juvenile sand whiting (*Sillago ciliata*, Cuvier) through square-meshes: Effects on scale-loss and survival. *Fisheries Research*, 32: 51-61.
- Kitahara, T., 1968. On sweeping trammel net (kogisashiami) fishery along coast of the San-in districts-III: Mesh selectivity curve of sweeping trammel net for branquillos. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 34(9): 759-763.
- Purbayanto, A. and M.S. Baskoro, 1998. Tinjauan singkat tentang pengembangan teknologi penangkapan ikan ramah lingkungan. *Proc. Symp. Agri-Bioche II*, p. 28-32.
- Purbayanto, A., 1999. Behavioral studies for improving survival of fish in mesh selectivity of sweeping trammel net. Ph.D thesis, Tokyo University of Fisheries, Tokyo, 217 p.
- Purbayanto, A., S. Akiyama, T. Arimoto and M.F.A. Sondita, 2000<sup>a</sup>. Capture process of sweeping trammel net with special reference on operation method and catch pattern. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> JSPS Int. Seminar on Fisheries Science in Tropical Area*, TUF International JSPS Project, p.98-103.
- Purbayanto, A., S. Akiyama, T. Tokai and T. Arimoto, 2000<sup>b</sup>. Mesh selectivity of a sweeping trammel net for Japanese whiting *Sillago japonica*. *Fisheries Science*, 66: 97-103.
- Purbayanto, A and T. Arimoto, 1999. Simulated capture of Japanese whiting *Sillago japonica* in sweeping trammel net: Effects on scale-loss and survival. *Proceedings of the third Symposium on Agri-Bioche'99*, Tokyo, p. c24-29.
- Purbayanto, A., A. Tsunoda, S. Akiyama, T. Arimoto and T. Tokai, 2000<sup>c</sup>. Survival of Japanese whiting *Sillago japonica* and by-catch species captured by sweeping trammel net, *Fisheries Science* (submitted paper).
- Sparre, P., E. Ursin and S.C. Venema, 1989. Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fisheries Technical Paper*, Rome, 337 p.
- Tokai, T., 1996. Kanrihousaku tosite no saihouryu. *Shubyohouryu wo meguru shomondai. Kaiyo Monthly*, 28(10): 628-634. (in Japanese).
- Tsunoda, A., A. Purbayanto, S. Akiyama and T. Arimoto, 1999. Plasma cortisol level for stress measurement of Japanese whiting. *Suisan Gakkaishi*, 63: 457-463.
- Wardojo, W and Danasaputra, R., 1998. Indonesia's bio-resource management and policies. Paper presented in the Panel Discussion on Indonesia's Bio-Resource Development Policies and Strategies in the Agriculture and Forestry Sectors. The Embassy of the Republic of Indonesia to Japan and the Indonesian Students Association in Japan for Kanto Chapter, Tokyo, 8 p.