

PERKEMBANGAN DAN POTENSI PRODUKSI PERIKANAN PELAGIS KECIL, SERTA STRATEGI PEMULIHAN SUMBER DAYA IKANNYA DI LAUT JAWA

DEVELOPMENT AND POTENTIAL PRODUCTION OF SMALL PELAGIC FISHERY, AND STRATEGIES TO RECOVER ITS FISH STOCK IN THE JAVA SEA

Purwanto

Anggota Komisi Nasional Pengkajian Sumberdaya Ikan

Teregistrasi I tanggal: 08 Juli 2014; Diterima setelah perbaikan tanggal: 13 Januari 2015;

Disetujui terbit tanggal: 15 Januari 2015

ABSTRAK

Laut Jawa adalah salah satu daerah penangkapan utama perikanan pelagis kecil di Indonesia. Untuk pengelolaan perikanan tersebut, telah dilakukan pengkajian sumber daya ikannya. Hasil kajian menunjukkan bahwa produksi lestari maksimum (MSY) dari pemanfaatan sumber daya ikan pelagis kecil sekitar 312,1 ribu ton/tahun, yang dihasilkan dari penangkapan dengan upaya optimal (E_{MSY}) setara dengan pengoperasian 996 kapal pukat cincin berukuran 80 GT dengan mesin utama 270 DK. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa sudah dimanfaatkan secara berlebih sejak 1999. Agar sumber daya ikan menghasilkan produksi pada tingkat MSY perlu dilakukan langkah pemulihannya, yaitu penghentian penangkapan ikan pada tahun pertama; kegiatan penangkapan dimulai kembali pada tahun kedua dari periode pemulihan dengan upaya penangkapan setara 80% dari E_{MSY} dan tahun-tahun sesudahnya setara dengan E_{MSY} . Bila terdapat resistensi kuat terhadap penghentian kegiatan penangkapan, strategi alternatifnya adalah pengendalian upaya penangkapan pada tingkat E_{MSY} sejak tahun pertama periode pemulihan.

KATA KUNCI: Potensi produksi, upaya penangkapan, strategi pemulihan, perikanan pelagis kecil, Laut Jawa

ABSTRACT

The Java Sea is one of the main fishing areas for small pelagic fishery in Indonesia. To support the management of that fishery, an assessment of the small pelagic fish stock was conducted. The result shows that the maximum sustainable yield from utilizing small pelagic fish stock in the Java Sea was about 312.1 thousand tons per year, resulting from fishing activity with optimum effort (E_{MSY}) equaling to the operation of 996 purse seiners of 80 GT with the main engine of 270 HP. Unfortunately, fishing effort was higher than E_{MSY} and the fish stock has been over-exploited since 1999. To ensure the optimal sustainable production from utilizing the small pelagic fish stock, it is necessary to recover fish stock by halting fishing activity in the first year of the recovery period; the fishing activity should be started at the second year of the recovery period by controlling fishing effort at 80% of E_{MSY} and at E_{MSY} afterward. If there is strong resistance of fishers to the cessation of fishing activity, an alternative strategy should be controlling fishing effort at E_{MSY} since the first year of the recovery period.

KEYWORDS: Potential production, fishing effort, rebuilding strategies, small pelagic fishery, Java Sea

PENDAHULUAN

Perikanan pelagis kecil merupakan salah satu kegiatan usaha pemanfaatan sumber daya ikan yang penting dan memberikan sumbangan nyata terhadap perekonomian Indonesia. Pada periode 2003–2012, perikanan pelagis kecil di Indonesia menyumbang sekitar 30% dari keseluruhan produksi perikanan laut nasional (DJPT, 2013). Pada periode tersebut, sekitar

20% dari produksi ikan pelagis kecil Indonesia dihasilkan dari kegiatan penangkapan ikan di Laut Jawa (DJPT, 2004 – 2013). Kontribusi penting dari perikanan pelagis kecil di Laut Jawa terhadap perekonomian mencakup antara lain pasokan ikan untuk konsumsi domestik dan pengolahan, dukungan terhadap usaha pemasaran ikan dan penyediaan peluang kerja (Purwanto, 2003). Namun demikian, besar kecilnya kontribusi perikanan tangkap terhadap

Korespondensi penulis:

Anggota Komisi Nasional Pengkajian Sumberdaya Ikan. e-mail: purwanto.pp@gmail.com
Jl. Pasir Putih II, Ancol Timur Jakarta Utara, 14430

perekonomian sangat dipengaruhi oleh kondisi sumber daya ikannya.

Sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa diperkirakan dapat menghasilkan produksi ikan secara lestari sekitar 340 ribu ton/tahun (KepMenTan no. 995/1999) hingga 380 ribu ton/tahun (KepMenKP no. 45/2011). Sumber daya ikan tersebut telah dimanfaatkan oleh nelayan menggunakan beragam alat tangkap tradisional sejak sebelum kemerdekaan Indonesia (Dwiponggo, 1987; Butcher, 1995). Namun demikian, perkembangan pesat perikanan pelagis kecil terjadi setelah pukat cincin diperkenalkan kepada nelayan di pantai utara Jawa Tengah pada awal 1970-an (Bailey & Dwiponggo, 1987). Armada perikanan pukat cincin berkembang dengan cepat, ukuran kapal dan ukuran alat tangkap diperbesar (Purwanto, 2003; Cardinale *et al.*, 2009, 2011; Purwanto & Nugroho, 2011), hingga kapasitas penangkapan ikannya melebihi daya-dukung sumber daya ikan yang menjadi sasarannya. Hasil kajian terhadap perikanan pelagis kecil di Laut Jawa menunjukkan bahwa sumber daya ikan pelagis kecil di perairan berada pada kondisi pemanfaatan berlebih (*over-exploited*).

Indikasi terjadinya pemanfaatan secara berlebih terhadap sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa dilaporkan antara lain oleh Nurhakim *et al.* (1995), Komnas Kajiskan (1998; 2007) dan Purwanto (2003), serta dicantumkan dalam statistik kelautan dan perikanan (DKP, 2007). Berdasarkan atas perkembangan intensitas pemanfaatan sumber daya ikan hingga 2010, Menteri Kelautan dan Perikanan pada 2011 menetapkan bahwa sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa pada kondisi dimanfaatkan berlebih (KepMen KP no. 45/Men/2011). Agar dapat menjaga kelestarian sumber daya ikan lestari dan menghasilkan manfaat secara optimum dan berkelanjutan, pemerintah perlu melaksanakan pengelolaan perikanan (Pasal 1 & 6 UU nomor 31 tahun 2004). Untuk keperluan penyempurnaan kebijakan pengelolaan perikanan pelagis kecil di Laut Jawa, perlu dilakukan kajian ulang terhadap sumber daya ikan dan perikanannya.

Nurhakim *et al.* (1995) dan Purwanto (2003) dalam pengkajian perikanan pelagis kecil di Laut Jawa menggunakan model produksi surplus dengan metode kesetimbangan (*equilibrium method*). Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa untuk masing-masing tingkat upaya penangkapan terdapat produksi lestari pada kondisi kesetimbangan. Stok diasumsikan berada pada tingkat kesetimbangan biomasa yang menghasilkan kuantitas tertentu produksi surplus. Bila tingkat penangkapan ikan berubah, stok ikan

diasumsikan berubah secara langsung ke biomasa pada kondisi stabil yang berbeda, begitu pula dengan produksi surplusnya (Haddon, 2011). Pada kondisi kesetimbangan, biomasa yang diambil sebagai hasil tangkapan akan setara dengan pertumbuhan biomasa (King, 2007). Hal tersebut tidak tepat karena mengabaikan perbedaan kelimpahan stok antara tingkat biomasa yang berbeda dan waktu yang diperlukan untuk bereaksi terhadap kondisi yang berubah. Stok ikan jarang berada pada kondisi kesetimbangan (Haddon, 2011).

Tulisan ini menyajikan kajian ulang stok pelagis kecil dan perikanannya serta alternatif strategi pemulihan stok ikannya. Kajian ulang yang dilakukan menggunakan model produksi surplus dengan metode ketidaksetimbangan.

BAHAN DAN METODE
Metode Analisis

Analisis untuk tulisan ini menggunakan model dinamika biomasa ikan atau produksi surplus dari Schaefer (1954, 1957, 1967) dengan metode ketidaksetimbangan (*non-equilibrium method*) sebagaimana dijelaskan oleh Haddon (2011). Model dinamika biomasa ikan dimaksud adalah sebagai berikut:

$$B_{t+1} = B_t + G_t - h_t \dots\dots\dots(1)$$

$$G_t = K_1 \cdot B_t (K - B_t) = r \cdot B_t (1 - B_t/K) \dots\dots\dots(2)$$

$$h_t = q \cdot E_t \cdot B_t \dots\dots\dots(3)$$

- dimana,
- B_t dan B_{t+1} = biomasa ikan (ton) pada tahun t dan $t+1$;
 - G_t = produksi atau pertumbuhan alami biomasa ikan (ton) pada tahun t ;
 - h_t = produksi ikan (ton) pada tahun t ;
 - k_1 = r/K ;
 - r = pertumbuhan intrinsik biomasa ikan;
 - K = Biomasa ikan maksimum sesuai daya dukung lingkungan (ton);
 - E_t = Upaya penangkapan ikan pada tahun t ;
 - q = koefisien kemampuan penangkapan (*catchability coefficient*).

Sementara itu, E_t dapat diestimasi menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E_t = h_t/U_t \dots\dots\dots(4)$$

dimana:

U_t = tangkapan per satuan upaya penangkapan ikan tahun t hasil pengamatan.

Produksi maksimum lestari (*maximum sustainable yield* - MSY) ikan pelagis kecil di Laut Jawa dan upaya penangkapan ikan yang menghasilkan MSY (E_{MSY}) diestimasi menggunakan persamaan:

$$MSY = r \cdot K / 4 \dots\dots\dots(5)$$

$$E_{MSY} = r / (2 \cdot q) \dots\dots\dots(6)$$

Nilai estimasi parameter B_0 , r , K dan q dari model dinamika biomasa ikan diperoleh dengan memaksimalkan fungsi *log-likelihood* (Haddon, 2011) sebagai berikut:

$$LL = -\frac{n}{2} \{ \ln(2\pi) + 2 \ln(\sigma) + 1 \} \dots\dots\dots(7)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \sum_{t=1}^n (\ln U_t - \ln \hat{U}_t)^2 / n \dots\dots\dots(8)$$

$$\hat{U}_t = \hat{q} \cdot \hat{B}_t \dots\dots\dots(9)$$

$$\hat{q} = \exp\{ (1/n) \sum_{t=1}^n \ln (U_t / \hat{B}_t) \} \dots\dots\dots(10)$$

dimana,

n = jumlah pengamatan;

U_t = tangkapan per satuan upaya penangkapan ikan tahun t hasil pengamatan;

\hat{U}_t = nilai estimasi U_t ;

\hat{q} = nilai estimasi q ;

\hat{B}_t = nilai estimasi B_t .

Memaksimalkan nilai *log-likelihood* (LL) dilakukan dengan penyesuaian nilai parameter B_0 , r dan K untuk menghasilkan serangkaian nilai r dan t guna memperoleh nilai LL maksimum. Proses maksimisasi LL menggunakan nilai awal (*initial values*) parameter B_0 , r dan K , serta data *time-series* produksi ikan (h_t) dan data hasil tangkapan per satuan upaya (U_t). Nilai estimasi parameter B_0 , r dan K yang paling sesuai adalah yang menghasilkan nilai LL maksimum (Haddon, 2011). Penyesuaian tiga nilai parameter tersebut untuk memaksimalkan nilai LL dilakukan dengan menggunakan *solver Excel*-2013. Nilai awal B_0 , K dan r yang digunakan dalam analisis masing-masing adalah satu juta ton, 1,5 juta ton dan satu. *Solver Excel* juga digunakan dalam menyusun alternatif pengendalian upaya penangkapan ikan dalam kerangka pemulihan kelimpahan biomasa ikan dan produktivitas perikanan.

Sumber Data

Analisis menggunakan data statistik perikanan pelagis kecil Laut Jawa dan data hasil tangkapan per kapal hasil monitoring kegiatan penangkapan ikan dari kapal pukat cincin berukuran besar yang berpangkalan di pantai utara Jawa. Data statistik perikanan tangkap tahun 1996–2012 bersumber dari terbitan DJP periode 1998–2000 dan terbitan DJPT periode 2001–2013. Untuk melihat perkembangan produksi perikanan pelagis kecil Laut Jawa digunakan pula data statistik perikanan tangkap periode 1975–1979 yang digunakan oleh Dwiponggo (1987). Sementara itu data hasil tangkapan per kapal hasil kegiatan monitoring, yang dilaksanakan sebagai bagian dari kegiatan penelitian dari Balai Penelitian Perikanan Laut (BPPL) Jakarta periode 1996 - 2009, diperoleh dari Purwanto *et al.* (2014). Oleh karena itu, hasil tangkapan per kapal pada 2010–2012 diestimasi berdasarkan atas hasil tangkapan per unit pukat cincin, yang dihitung menggunakan data statistik perikanan tangkap dari DJPT pada 2010-2012. Estimasi dilakukan menggunakan persamaan yang menghubungkan antara hasil tangkapan per kapal pukat cincin hasil monitoring oleh BPPL dengan hasil tangkapan per unit pukat cincin yang dihitung menggunakan data statistik periode 1996 – 2009. Rata-rata ukuran kapal dan kekuatan mesin utama armada pukat cincin yang dimonitor oleh BPPL adalah sekitar 80 GT dan 270 DK.

Data statistik mencakup: (1) data produksi seluruh jenis ikan pelagis kecil yang terinci menurut jenis dan didaratkan di pantai utara Jawa serta di pantai selatan dan barat Kalimantan; (2) data produksi ikan hasil tangkapan pukat cincin yang didaratkan di pantai utara Jawa; dan (3) data jumlah pukat cincin di pantai utara Jawa. Data pertama selain digunakan dalam mengestimasi MSY juga digunakan untuk menghitung proporsi dari produksi lima jenis ikan dominan pada produksi perikanan pelagis kecil. Sementara itu, dua jenis data terakhir digunakan untuk menghitung hasil tangkapan per unit alat tangkap pukat cincin.

Data hasil monitoring yang dilaksanakan oleh BPPL adalah data berat keseluruhan dari lima jenis ikan pelagis kecil dominan hasil tangkapan kapal pukat cincin, yaitu layang (*scads* - *Decapterus* spp.), banyar dan kembung (*mackerels* - *Rastrelliger* spp.), tembang (*fringscale sardine* - *Sardinella* spp.), bentong (*bigeye scads* - *Selar crumenophthalmus*), serta siro (*spotted sardine* - *Amblygaster sirm*). Data hasil monitoring dan proporsi dari produksi lima jenis

ikan dominan pada produksi perikanan pelagis kecil digunakan untuk menghitung hasil tangkapan seluruh jenis ikan pelagis kecil per kapal pukat cincin ukuran besar. Karena upaya penangkapan dibakukan dalam jumlah kapal pukat cincin berukuran besar, dengan rata-rata ukuran kapal 80 GT dan kekuatan mesin 270 DK, hasil tangkapan seluruh jenis ikan pelagis kecil per kapal mencerminkan hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan. Selanjutnya, data statistik produksi seluruh jenis ikan pelagis kecil serta hasil tangkapan per satuan upaya digunakan untuk menghitung upaya penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa.

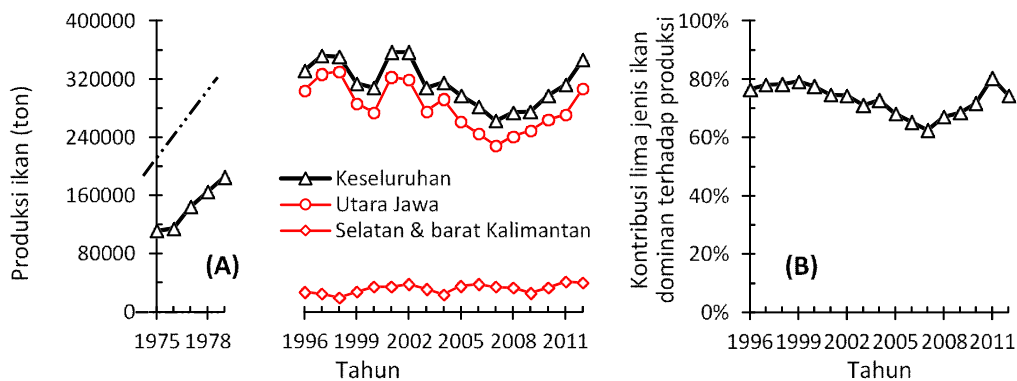
HASIL DAN BAHASAN

HASIL

Pantai utara pulau Jawa serta pantai selatan dan barat pulau Kalimantan menjadi tempat mendaratkan ikan pelagis kecil hasil tangkapan di Laut Jawa. Produksi ikan pelagis kecil dari Laut Jawa cenderung

meningkat sejak 1975. Produksi ikan pelagis kecil dari Laut Jawa pada 1975 adalah sekitar 32% dari tingkat maksimum produksi ikan pada periode 1996–2012. Sementara itu, produksi ikan pada 1979 mencapai sekitar 53% dari tingkat maksimum pada periode 1996–2012 (Gambar 1A; Lampiran 1). Pada periode 1996–2012, tingkat produksi ikan pelagis kecil dari Laut Jawa walaupun berfluktuasi namun dengan tingkat maksimum yang hampir sama, yaitu sekitar 350 ribu ton. Dari jumlah produksi ikan pelagis kecil yang didaratkan di tempat pendaratan di pantai sekitar Laut Jawa pada kurun waktu tersebut, sekitar 90% didaratkan di pantai utara pulau Jawa.

Pada periode 1996–2012, kontribusi lima jenis ikan dominan terhadap produksi perikanan pelagis kecil juga cenderung berfluktuasi, dengan rata-rata 73%. Kontribusi terendah, yaitu 63% dari produksi perikanan pelagis kecil, terjadi bersamaan dengan produksi perikanan pelagis kecil terendah, pada 2007 (Gambar 1B).



Gambar 1. (A) Perkembangan produksi ikan pelagis kecil yang didaratkan di pantai utara pulau Jawa serta pantai selatan dan barat pulau Kalimantan pada 1975 – 2012, serta (B) Kontribusi lima jenis ikan dominan terhadap produksi perikanan pelagis kecil dari Laut Jawa pada 1996 – 2012.

Figure 1. (A) The development of the small pelagic fish production landed in the northern coast of Java, and southern and western coast coast of Kalimantan during 1975 – 2012, and (B) the contribution of five predominant fish species to the production of small pelagic fishery of the Java Sea during 1996 – 2012.

Hasil analisis dinamika biomasa dengan metoda ketidaksetimbangan menunjukkan bahwa nilai parameter biologi perikanan pelagis kecil di Laut Jawa adalah $q = 0,000833$, $r = 1,65932$ dan $K = 752.329,5$ ton. Sementara itu, biomasa ikan pelagis kecil di perairan tersebut pada awal 1997 (B_0) diperkirakan sekitar 471.305 ton. Dari nilai parameter tersebut, produksi maksimum lestari ikan pelagis kecil di Laut Jawa diketahui sekitar 312,1 ribu ton/tahun, yang dihasilkan dari penangkapan dengan upaya setara dengan pengoperasian 996 kapal pukat cincin berukuran rata-rata 80 GT dengan mesin utama 270 DK. Pada saat dicapai MSY, hasil tangkapan per unit upaya penangkapan adalah 313,3 ribu ton/kapal pukat

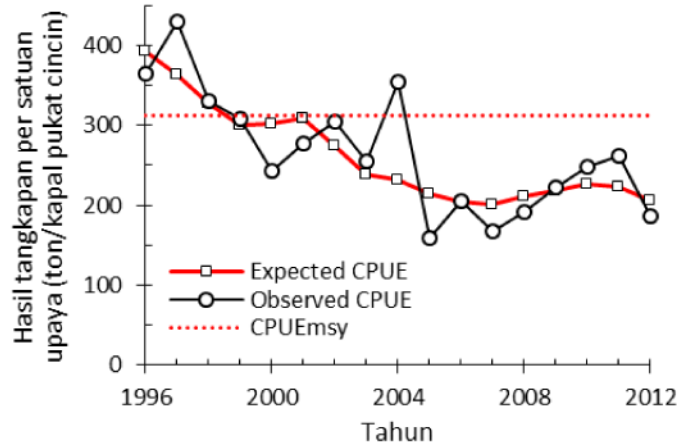
cincin/tahun dan biomasa ikan pelagis kecil sekitar 376,2 ribu ton. Sementara itu, biomasa ikan pelagis kecil di Laut Jawa pada awal 2012 dan 2013 diperkirakan masing-masing adalah sekitar 247,4 ribu ton dan 181,6 ribu ton.

Perkembangan hasil tangkapan per unit upaya penangkapan hasil pengamatan dan hasil estimasi untuk periode 1996–2012 disajikan pada Gambar 2. Hasil tangkapan per unit upaya perikanan pelagis kecil di Laut Jawa cenderung terus menurun pada periode tersebut. Kecenderungan yang sama terjadi pada kelimpahan sumber daya ikan (Gambar 3A). Sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa sudah

dimanfaatkan secara berlebih (*over-exploited*) sejak 1999, namun kelimpahan sumber daya ikan belum terlalu jauh dari kelimpahan optimal (B_{MSY}) hingga 2001. Pada periode 1999–2001, kelimpahan sumber daya ikan masih di atas 95% dari B_{MSY} . Pemanfaatan secara berlebih terhadap sumber daya ikan tersebut terus berlanjut dan semakin parah sejak 2002 hingga 2012.

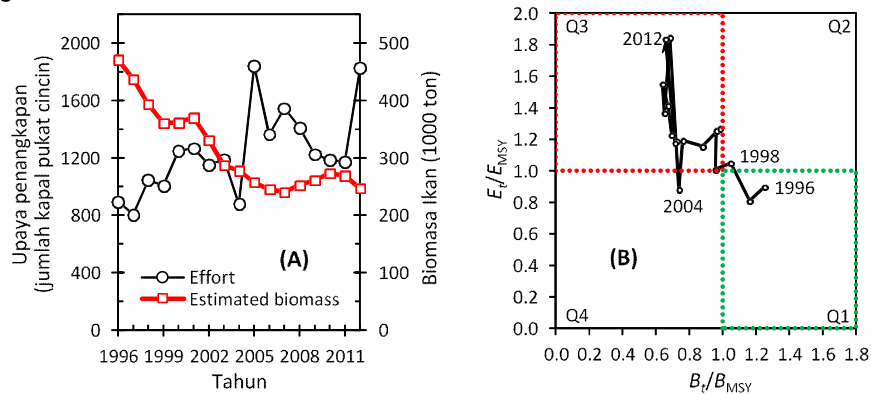
Upaya penangkapan ikan pelagis kecil di Laut Jawa walaupun berfluktuasi namun cenderung

meningkat pada periode 1996 – 2012 (Gambar 3A). Sebaliknya, biomasa ikan pelagis kecil cenderung menurun pada periode tersebut. Walaupun kelimpahan sumber daya ikan sangat dipengaruhi oleh tingkat upaya penangkapan, namun peningkatan atau penurunan upaya penangkapan tidak serta-merta diikuti dengan penurunan atau peningkatan kelimpahan sumber daya ikan. Peningkatan upaya penangkapan pada 1996-1997, 2003-2004 dan 2005-2006 tidak langsung diikuti menurunnya kelimpahan sumber daya ikan. Hal yang sama, penurunan upaya



Gambar 2. Perkembangan hasil tangkapan per unit kapal pukat cincin (CPUE) pada perikanan pelagis kecil di Laut Jawa pada periode 1996–2012.

Figure 2. The development of the catch per unit effort (CPUE) in the small pelagic fishery of the Java Sea during 1996–2012.



Gambar 3. (A) Perkembangan upaya penangkapan ikan (*Effort*) pada perikanan pelagis kecil dan estimasi kelimpahan biomasa (*Estimated biomass*) ikan pelagis kecil di Laut Jawa, periode 1997–2012, serta (B) plotting hubungan perkembangan E_t/E_{MSY} dan B_t/B_{MSY} .

Figure 3. (A) The development of fishing effort in the small pelagic fishery and the estimated biomass abundance of small pelagic fishes in the Java Sea, during 1997–2012, and (B) Plotting the relationship between development of E_t/E_{MSY} and B_t/B_{MSY} .

penangkapan pada 1999-2001 juga tidak langsung diikuti dengan meningkatnya kelimpahan sumber daya ikan (Gambar 3A).

Gambar 3B, yang menghubungkan antara E_t/E_{MSY} dan B_t/B_{MSY} , menunjukkan tingkat eksploitasi terhadap sumber daya ikan dan kondisi kesehatan sumber daya

ikan tersebut. Pada 1998 terjadi peningkatan upaya penangkapan melebihi tingkat optimumnya, $E_t > E_{MSY}$. Hal ini juga berarti bahwa perikanan pelagis kecil melakukan penangkapan ikan secara berlebih (*over-fishing*), $E_t/E_{MSY} > 1$. Sementara itu, sumber daya ikannya masih pada kondisi belum dimanfaatkan penuh (*under-exploited*), yaitu $B_t > B_{MSY}$ atau $B_t/B_{MSY} > 1$.

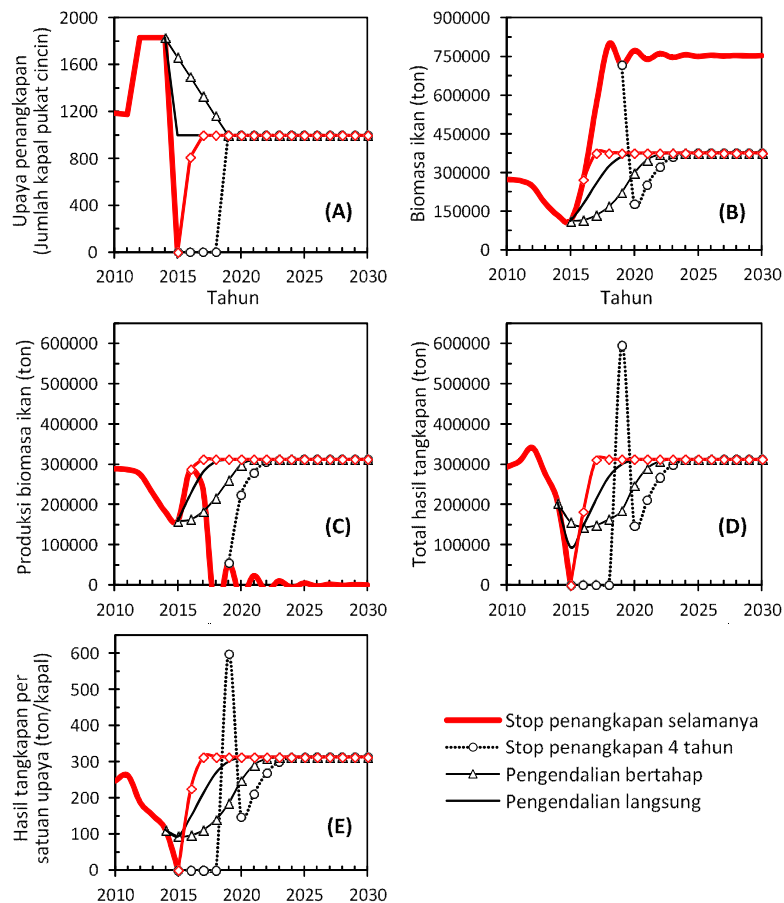
Penyusutan kelimpahan sumber daya ikan sebagai dampak dari $E_t > E_{MSY}$ pada 1998 terjadi pada tahun berikutnya (1999).

Pada periode 1999 – 2003, tingkat upaya penangkapan maupun kelimpahan sumber daya ikan berada pada kondisi yang tidak diinginkan, yaitu perikanan pelagis kecil tetap melakukan penangkapan ikan secara berlebih (*over-fishing*) dan sumber daya ikan dalam kondisi dimanfaatkan berlebih (*over-exploited*). Kondisi yang terparah pada periode tahun tersebut terjadi pada 2003 dengan $E_t/E_{MSY} = 1,19$ dan $B_t/B_{MSY} = 0,76$ (Gambar 3B).

Pada 2004, walaupun upaya penangkapan menurun ke tingkat aman (*under-fishing*), sebagaimana diindikasikan oleh nilai $E_t/E_{MSY} = 0,88$, namun sumber daya ikan berada pada kondisi dimanfaatkan berlebih (*over-exploited*) $B_t/B_{MSY} = 0,74$

(Gambar 3B). Pada periode 2005–2012 kondisi yang tidak diinginkan sebagaimana terjadi pada 1999–2003 kembali terulang namun pada tingkat yang lebih parah. Kondisi paling buruk terjadi pada 2012 sebagaimana diindikasikan oleh nilai $E_t/E_{MSY} = 1,84$ dan $B_t/B_{MSY} = 0,66$.

Agar menghasilkan produksi ikan optimal perlu dilakukan langkah-langkah untuk pemulihan sumber daya ikan. Pilihannya adalah menutup kegiatan penangkapan hingga stok pulih atau mengendalikan upaya penangkapan. Pada Gambar 4A disajikan estimasi dampak dari penutupan kegiatan penangkapan atau pengendalian upaya penangkapan, mencakup lima skenario: (i) penghentian penangkapan selamanya; (ii) penghentian penangkapan selama empat tahun, selanjutnya penangkapan dengan $E_t = E_{MSY}$; (iii) pengendalian E_t secara bertahap agar tahun kelima dan seterusnya $E_t = E_{MSY}$; (iv)



Gambar 4. (A) Lima skenario pengendalian upaya penangkapan untuk pemulihan stok ikan pelagis kecil di Laut Jawa, dan estimasi dampaknya terhadap: (B) kelimpahan biomasa ikan; (C) produksi biomasa ikan; (D) total hasil tangkapan; dan (E) hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan pada perikanan pelagis kecil di Laut Jawa pada periode 2015 – 2030.

Figure 4. (A) Five scenarios to control fishing effort for rebuilding small pelagic fish stock in the Java Sea, and their estimated impacts on: (B) fish biomass abundance; (C) fish biomass production; (D) total catches; and (E) catch per unit effort in in the small pelagic fishery of the Java Sea during 2015 – 2030.

pengendalian E_t langsung sehingga mulai tahun pertama $E_t = E_{MSY}$, dan (v) penghentian penangkapan ikan sesuai hasil optimisasi hasil tangkapan (skenario optimum).

Estimasi dampak dari masing-masing skenario terhadap kelimpahan dan produksi biomasa ikan disajikan pada Gambar 4B dan 4C. Bila penangkapan ikan dihentikan selamanya mulai 2015, sehingga tidak terdapat pengurangan stok ikan, produksi biomasa meningkatkan kelimpahan biomasa. Peningkatan biomasa ikan setelah tingkat kelimpahan tertentu diikuti dengan penyusutan produksi biomasa. Pada saat kelimpahan biomasa mencapai tingkat K , yaitu kelimpahan maksimum sesuai daya dukung lingkungan, produksi biomasa mendekati nilai nol dan biomasa tidak lagi bertambah. Diperkirakan memerlukan waktu sekitar empat tahun bagi stok ikan yang tidak dimanfaatkan untuk pulih kembali ke tingkat K .

Pemanfaatan kembali pada tahun kelima, yaitu pada 2020, setelah penghentian penangkapan ikan selama empat tahun (2015–2019), yaitu setelah stok pulih kembali, dengan mengoperasikan kapal pada tingkat E_{MSY} , menyebabkan penyusutan stok, karena belum terdapat produksi biomasa (Gambar 4A–4C). Pada giliran berikutnya diikuti dengan penyusutan hasil tangkapan (Gambar 4D). Karena $B_t < K$ produksi biomasa meningkat kembali sehingga terjadi peningkatan kelimpahan stok. Karena $E_t = E_{MSY}$ maka secara bertahap produksi biomasa meningkat, hingga $G_t = MSY$ dan $B_t = B_{MSY}$ pada 2023.

Alternatif strategi lainnya adalah mengurangi upaya penangkapan secara bertahap dalam empat tahun sehingga pada tahun kelima upaya penangkapan setara E_{MSY} . Pengurangan upaya penangkapan secara bertahap tersebut diikuti dengan peningkatan produksi biomasa dan kelimpahan biomasa ikan (Gambar 4B & 4C). Hal ini menyebabkan meningkatnya hasil tangkapan (Gambar 4D). Tiga tahun setelah tingkat upaya penangkapan setara dengan E_{MSY} , yaitu tahun 2022, produksi ikan baru mencapai tingkat MSY.

Strategi lainnya adalah mengurangi upaya penangkapan langsung hingga mencapai tingkat E_{MSY} pada tahun pertama masa pemulihan stok (Gambar 4B & 4D). Alternatif ini menghasilkan pemulihan kelimpahan biomasa ikan yang diestimasikan lebih cepat pulih dan produksi ikan lebih cepat meningkat dibandingkan dengan pengurangan upaya penangkapan secara bertahap.

Kelimpahan biomasa ikan diestimasikan lebih cepat pulih dan produksi ikan lebih cepat meningkat bila menggunakan strategi optimum, yang dihasilkan dari analisis menggunakan *Solver Excel*, yaitu menghentikan kegiatan penangkapan pada tahun pertama dari masa pemulihan kembali stok ikan. Kegiatan penangkapan dimulai kembali pada tahun kedua, dengan upaya penangkapan sekitar 80% dari E_{MSY} dan dilanjutkan pada tahun ketiga dan seterusnya dengan upaya penangkapan setara E_{MSY} (Gambar 4A–4D).

Konsekuensi dari masing-masing alternatif skenario pemulihan sumber daya ikan terhadap capaian produksi ikan perikanan pelagis kecil di Laut Jawa disajikan dalam Tabel 1. Berdasarkan pada capaian jumlah produksi ikan selama masa pemulihan sumber daya ikan (2015–2030), skenario-v dan skenario-iv diperkirakan menghasilkan total hasil tangkapan yang paling tinggi, masing-masing sekitar 4,55 juta dan 4,45 juta ton ikan. Sementara itu, berdasarkan rata-rata capaian produksi ikan per tahun selama masa pemulihan sumber daya ikan, skenario-ii dan skenario-v diperkirakan menghasilkan rata-rata hasil tangkapan per tahun yang paling tinggi, masing-masing sekitar 308,5 ribu dan 302,5 ribu ton ikan per tahun.

Hasil estimasi perkembangan CPUE selama masa pemulihan sumber daya ikan menunjukkan bahwa skenario-v diperkirakan dapat memulihkan CPUE lebih cepat (Gambar 4E). Namun demikian, berdasarkan CPUE selama masa pemulihan sumber daya ikan, skenario-ii dan skenario-v diperkirakan menghasilkan CPUE yang paling tinggi, masing-masing sekitar 309,7 dan 308,6 ton ikan per kapal pukat cincin 30 GT bermesin utama 270 DK.

Tabel 1. Estimasi produksi ikan, serta jumlah tahun kapal beroperasi, tingkat upaya penangkapan dan hasil tangkapan per unit upaya (CPUE) perikanan pelagis kecil menurut skenario pemulihan sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa, selama periode 2015 – 2030.

Table 1. Estimated fish production, and the number of vessels operated, level of fishing effort, and catch per unit effort of small pelagic fishery at different scenarios of rebuilding strategies for small pelagic fish stock in the Java Sea, during 2015 – 2030.

	Skenario-ii /Scenario-ii	Skenario-iii /Scenario-iii	Skenario-iv /Scenario-iv	Skenario-v /Scenario-v
	Penghentian penangkapan empat tahun /Four year moratorium of fishing	Pengendalian penangkapan bertahap /Gradually reduced fishing effort	Pengendalian penangkapan langsung /Directly reduced fishing effort	Penghentian penangkapan satu tahun /One year moratorium of fishing
Keseluruhan produksi ikan/Total fish production (1000 ton/tonnes)	3.701,5	4.134,5	4.451,2	4.552,2
Jumlah tahun kapal tidak beroperasi/ The number of years when fishing was halted	4	0	0	1
Jumlah tahun kapal beroperasi/ The number of years when fishing was allowed	12	16	16	15
Rata-rata produksi/Average production (1000 ton/tahun – 1000 tonnes/year)	308,5	258,4	278,2	303,5
Hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan/ Catch per unit fishing effort (ton/kapal/tahun – tonnes/vessel/year)	309,7	234,9	279,3	308,6

BAHASAN

Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa produksi lestari maksimum (MSY) dari pemanfaatan stok ikan pelagis kecil di Laut Jawa adalah sekitar 312,1 ribu ton/tahun yang dihasilkan dari kegiatan penangkapan dengan upaya penangkapan (E_{MSY}) 996 unit setara kapal pukat ukuran 80 GT dengan mesin utama 270 DK. Tingkat MSY tersebut hampir sama dengan estimasi Purwanto *et al.* (2014), berdasarkan hasil kajian menggunakan data produksi lima jenis ikan yang mendominasi hasil tangkapan perikanan pelagis kecil dari Laut Jawa, yaitu MSY = 315,5 ribu ton/tahun. Pasal 33(3) Undang Undang Dasar Republik Indonesia Tahun 1945 mengamandatkan agar kekayaan alam dimanfaatkan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Hal ini juga berarti bahwa sumber daya ikan, yang merupakan kekayaan alam, perlu dimanfaatkan secara lestari dan menghasilkan manfaat ekonomi optimal. Sejauh ini belum terdapat kajian terkini mengenai tingkat pemanfaatan sumber daya ikan yang secara ekonomis optimal. Kajian bio-ekonomi yang pernah dilakukan terhadap perikanan pelagis kecil Laut Jawa menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan sumber daya ikan yang secara ekonomis optimal adalah lebih rendah daripada E_{MSY} (Kuntjoro, 1986; Purwanto, 2003). Agar terdapat dimensi lain dalam mengevaluasi kebijakan pengelolaan perikanan, perlu pula dilakukan kajian-ulang bio-ekonomi perikanan tersebut.

Hasil kajian untuk tulisan ini, dan juga kajian yang dilakukan Purwanto *et al.* (2014), menggunakan asumsi bahwa data statistik perikanan tangkap, setidaknya untuk perikanan pelagis kecil di Laut Jawa, sudah memperhitungkan atau mengestimasi kegiatan penangkapan ikan yang tidak tercatat (*unreported fishing*) pada saat penyiapan/pengolahan data statistik sebelum penerbitan. Kegiatan penangkapan ikan yang tidak tercatat dapat menjadi masalah yang serius kaitannya dengan validitas dan reliabilitas data statistik perikanan, yang pada gilirannya dapat menyebabkan buruknya kualitas hasil kajian sumber daya ikan dan perikanan. Masalah tersebut terjadi, sebagai contoh, pada perikanan udang dan perikanan demersal di Laut Arafura (Purwanto, 2014a,b). Namun demikian, sejauh ini belum diperoleh informasi besarnya kegiatan penangkapan ikan yang tidak tercatat pada perikanan pelagis kecil di Laut Jawa. Di lain pihak, hasil kajian Purwanto *et al.* (2014) menyimpulkan bahwa data statistik perikanan pelagis kecil Laut Jawa menunjukkan *trend* yang sama dengan *trend* yang ditunjukkan oleh data hasil monitoring perkembangan perikanan pelagis kecil Laut Jawa yang dilakukan Balai Penelitian Perikanan Laut. Data statistik perikanan tangkap dan data hasil monitoring tersebut digunakan dalam kajian untuk tulisan ini.

Hasil dari kajian untuk tulisan ini, yang mencakup periode 1996 – 2012, menunjukkan bahwa perikanan

pelagis kecil memanfaatkan sumber daya ikan secara berlebihan dan stok ikan pada kondisi dimanfaatkan berlebihan sejak 1999 (Gambar 3B). Namun kelimpahan sumber daya ikan belum terlalu jauh dari kelimpahan optimal (B_{MSY}) hingga 2001 (Gambar 3A). Pemanfaatan sumber daya ikan secara berlebihan terus berlanjut dan semakin parah sejak 2002 hingga 2012. Hasil tangkapan per kapal juga memiliki kecenderungan yang sama (Gambar 2). Konsekuensi dari hal tersebut adalah produksi perikanan dan produktivitas kapal pada tingkat sub-optimal. Sejauh ini belum terdapat kajian terkini mengenai konsekuensi ekonomi dari pemanfaatan sumber daya ikan secara berlebihan oleh perikanan pelagis kecil di Laut Jawa. Walaupun demikian, kajian sebelumnya menunjukkan bahwa manfaat ekonomi dari perikanan juga sub-optimal pada saat sumber daya ikan dimanfaatkan secara berlebihan (Kuntjoro, 1986; Purwanto, 2003). Hal yang sama dilaporkan dari kajian bio-ekonomi terhadap perikanan lemuru di Selat Bali (Purwanto, 2008; 2011).

Perikanan pelagis kecil saat ini memanfaatkan sumber daya ikan di Laut Jawa dengan upaya penangkapan melebihi daya-dukung sumber daya ikannya (*over-fishing*) dan kondisi sumber daya ikan pelagis kecil sudah dalam kondisi dimanfaatkan berlebihan (*over-exploited*). Hal tersebut dapat mengancam kelestarian sumber daya tersebut dan kelangsungan usahanya. Kondisi ini belum berubah sejak ditetapkan dalam kondisi pemanfaatan berlebihan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan pada 2011 (KepMen KP no. 45/Men/2011). Kondisinya pada 2012 bahkan lebih buruk dibandingkan pada 2010, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai E/E_{MSY} dan B/B_{MSY} . Pada 2010, nilai $E/E_{MSY} = 1,19$ dan $B/B_{MSY} = 0,73$; sedangkan pada 2012, nilai $E/E_{MSY} = 1,84$ dan $B/B_{MSY} = 0,66$ (Gambar 3B). Sementara itu, Pasal 1 & 6 Undang Undang Nomor 31 tahun 2004 tentang Perikanan jelas mengamanatkan agar sumber daya ikan lestari dan menghasilkan manfaat secara optimal dan berkelanjutan.

Untuk menjamin agar sumber daya ikan lestari dan menghasilkan produksi ikan pada tingkat optimal perlu dilakukan langkah-langkah untuk pemulihannya. Secara umum strategi pemulihan sumber daya ikan akan mencakup pengurangan upaya penangkapan hingga E_{MSY} . Kebijakan penghentian maupun pengurangan kegiatan penangkapan ikan akan membawa konsekuensi adanya resistensi dari pelaku usaha penangkapan ikan, khususnya bila dilakukan dengan pengurangan jumlah kapal. Purwanto *et al.* (1988) menunjukkan bahwa pengendalian upaya penangkapan dapat dilakukan tanpa harus mengurangi jumlah kapal melainkan dengan pengendalian jumlah trip penangkapan dari seluruh

kapal yang ada hingga setara dengan jumlah trip optimal. Jumlah trip optimal perikanan pelagis kecil di Laut Jawa merupakan perkalian antara rata-rata trip penangkapan per kapal dengan jumlah kapal optimal, yaitu 996 unit.

Hasil kajian mengenai dampak lima alternatif skenario pemulihan sumber daya ikan menunjukkan bahwa strategi optimal pemulihan sumber daya ikan adalah menghentikan kegiatan penangkapan pada tahun pertama dari masa pemulihan kembali stok ikan dan memulai kembali kegiatan penangkapan setelah itu, dengan upaya penangkapan sekitar 80% dari E_{MSY} pada tahun kedua yang dilanjutkan dengan upaya penangkapan setara E_{MSY} pada tahun-tahun sesudahnya, yaitu skenario-v (Gambar 4). Alternatif strategi kedua adalah pengendalian E_t langsung sehingga mulai tahun pertama $E_t = E_{MSY}$, yaitu skenario-iv. Kedua strategi tersebut diperkirakan akan menghasilkan produksi ikan dengan jumlah keseluruhan produksi selama masa pemulihan yang tertinggi (Tabel 1).

Bagi pelaku usaha, CPUE menjadi pertimbangan penting karena mencerminkan produktivitas usahanya. Bila sasaran pemulihan sumber daya ikan adalah adalah tercapainya CPUE optimal, maka pilihan strateginya adalah menggunakan skenario-ii dan skenario-v (Tabel 1). Isu terkait dengan skenario-ii adalah perlunya dilakukan penghentian kegiatan penangkapan ikan pada empat tahun pertama dari masa pemulihan sumber daya ikan. Sementara itu skenario-v hanya memerlukan penghentian kegiatan penangkapan ikan pada tahun pertama dari masa pemulihan sumber daya ikan.

Implementasi skenario-v akan memungkinkan dicapainya tiga sasaran penting, yaitu kelimpahan sumber daya ikan pulih hingga tingkat yang diharapkan (B_{MSY}) pada waktu relatif lebih cepat, jumlah keseluruhan produksi ikan selama masa pemulihan yang tertinggi dan CPUE pada tingkat yang tidak jauh berbeda dari CPUE tertinggi. Oleh karena itu, strategi pemulihan sumber daya ikan disarankan agar didasarkan pada skenario-v. Apabila penghentian kegiatan penangkapan menjadi isu yang sensitif, maka disarankan agar alternatif pemulihan sumber daya ikan didasarkan pada skenario-iv. Mengingat kegiatan penangkapan pada dasarnya adalah kegiatan ekonomi yang dilaksanakan untuk memperoleh keuntungan dan pengelolaan usahanya dipengaruhi pula oleh aspek sosial, maka penyusunan strategi pemulihan sumber daya ikan perlu mempertimbangkan pula aspek sosial dan aspek ekonomi perikanan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai parameter biologi perikanan pelagis kecil di Laut Jawa adalah $q = 0,000833$, $r = 1,66$, $K = 752,3$ ribu ton dan biomasa ikan pada awal 1997 sekitar 471,3 ribu ton;
2. Produksi maksimum lestari ikan pelagis kecil dari Laut Jawa adalah sekitar 312,1 ribu ton/tahun, yang dihasilkan dari penangkapan dengan upaya setara dengan pengoperasian 996 kapal pukat cincin berukuran rata-rata 80 GT dengan mesin utama 270 DK;
3. Sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa sudah dimanfaatkan secara berlebih sejak t1999 dan terus berlanjut hingga 2012;
4. Strategi pemulihan dengan skenario mencakup penghentian penangkapan ikan pada tahun pertama dan memulai kembali penangkapan pada tahun kedua dengan $E_t = 0,8 * E_{MSY}$ yang dilanjutkan dengan $E_t = E_{MSY}$ pada tahun ketiga dan seterusnya, akan memungkinkan dicapainya B_{MSY} pada waktu relatif lebih cepat, jumlah keseluruhan produksi ikan selama masa pemulihan yang tertinggi dan CPUE pada tingkat yang relatif tertinggi.

Saran

1. Agar sumber daya ikan menghasilkan produksi ikan optimal perlu dilakukan langkah-langkah untuk pemulihannya, yaitu penghentian penangkapan ikan pada tahun pertama dan memulai kembali penangkapan pada tahun kedua dengan $E_t = 0,8 * E_{MSY}$ yang dilanjutkan dengan $E_t = E_{MSY}$ pada tahun ketiga dan seterusnya. Apabila terdapat resistensi kuat dari nelayan terhadap penghentian kegiatan penangkapan dalam strategi pemulihan tersebut, strategi alternatifnya adalah pengendalian upaya penangkapan pada tingkat E_{MSY} sejak tahun pertama periode pemulihan sumber daya.
2. Mengingat kegiatan penangkapan pada dasarnya adalah kegiatan ekonomi yang dilaksanakan untuk memperoleh keuntungan dan pengelolaan usahanya dipengaruhi pula oleh aspek sosial, maka penyusunan strategi pemulihan sumber daya ikan perlu mempertimbangkan pula aspek sosial dan aspek ekonomi perikanan.

DAFTAR PUSTAKA

Bailey, C. & A. Dwiponggo. 1987. Indonesian marine fisheries: Structure and change. p. 64-88. In C. Bailey, A. Dwiponggo and F. Marahudin (eds.) Indonesian marine capture fisheries. *ICLARM Studies and Rev.*10. 196 p.

Butcher, J.G. 1995. Extending the frontier: the marine fisheries of Southeast Asia since 1850. p. 19-28. In J. Roch, S. Nurhakim, J. Widodo & A. Poernomo (eds.) *Proceedings of Socio-economics, Innovation and Management of the Java Sea Pelagic Fisheries (SOSEKIMA)*, 4-7 December 1995. Java Sea Pelagic Fishery Assessment Project, Jakarta.

Cardinale, M., D. Nugroho & L. Hernroth. 2009. Reconstructing historical trends of small pelagic fish in the Java Sea using standardized commercial trip based catch per unit of effort. *Fis. Res.* 99: 151–158.

Cardinale, M., D. Nugroho & P. Jonson. 2011. Serial depletion of fishing grounds in an unregulated, open access fishery. *Fis. Res.* 108: 106–111.

Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP). 2007. Buku Statistik Kelautan dan Perikanan. DKP, Jakarta.

Direktorat Jenderal Perikanan (DJP). 1998- 2000. Statistik Perikanan Indonesia 1996- 1998. DJP, Jakarta.

Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2001 – 2013. Statistik Perikanan Tangkap Indonesia, 1999 – 2012. DJPT, Jakarta.

Dwiponggo, A. 1987. Indonesian marine fisheries resources. p. 10-63. In C. Bailey, A. Dwiponggo & F. Marahudin (eds.) *Indonesian marine capture fisheries*. *ICLARM Studies and Rev.* 10. 196p.

Haddon, M. 2011. *Modelling and Quantitative Methods in Fisheries*. 2nd edn. Chapman & Hall/CRC. Boca Raton. 449p.

King, M. 2007. *Fisheries Biology, Assessment and Management*. Blackwell Publishing. Oxford. 382p.

Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (KepMenKP) nomor 45/Men/2011 tentang Estimasi Potensi Sumberdaya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.

Keputusan Menteri Pertanian (KepMenTan) nomor 995 tahun 1999.

Komisi Nasional Pengkajian Sumberdaya Ikan. 1998. Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia. Direktorat Jenderal Perikanan, Jakarta. 42 p.

- Komisi Nasional Pengkajian Sumberdaya Ikan. 2007. Rekomendasi Kepada Menteri Kelautan dan Perikanan No: 003/Komnaskajiskan/II/2007 tanggal 12 Februari 2007.
- Kuntjoro, K.D. 1986. Bionomic assessment of the marine fisheries in the northern coast of Central Java. MS Thesis. The Faculty of Resource Economics and Agribusiness, Universiti Pertanian Malaysia. 141p.
- Nurhakim, S., B. Sadhotomo & M. Potier. 1995. Composite model on small pelagic resources. p. 145-153. In M. Potier and S. Nurhakim (eds.) *Proceedings of the Seminar on Biology, Dynamic and Exploitation of Javanese Purse-seiners Fisheries (BIODYNEX)*. Agency for Agricultural Research and Development, Indonesia, ORSTOM and European Union. 281p.
- Purwanto. 2008. Resource rent generated in the Bali Strait sardine fishery in a fluctuating environment. Final Draft. Prepared for the World Bank PROFISH Program. Washington. D.C. 33 p.
- Purwanto. 2011. Bio-economic optimal levels of the Bali strait sardine fishery operating in a fluctuating environment. *Ind. Fish. Res. J.*, 17(1): 1-12 p.
- Purwanto. 2014a. Estimasi produksi udang yang tidak dilaporkan dari kegiatan penangkapan di Laut Arafura.
- Purwanto. 2014b. Biomasa, produktivitas kapal penangkap dan potensi produksi ikan demersal di Laut Arafura.
- Purwanto & D. Nugroho. 2011. Daya tangkap kapal pukat cincin dan upaya penangkapan pada perikanan pelagis kecil di Laut Jawa. *J. Lit. Perikan. Ind.*, 17(1): 23-30.
- Purwanto, K.H. Nitimulyo & T. Jatileksono. 1988. Optimisasi ekonomi penangkapan udang di pantai selatan Jawa Tengah dan sekitarnya. *Gajah Mada University Graduate Res. Pub.* 1(4): 557-567.
- Purwanto, D. Nugroho & Suwarso. 2014. *Potential production of five predominant fish species caught by the small pelagic fishery in the Java Sea. Ind. Fish. Res. J.* 20 (2): 59-67
- Schaefer, M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bull. Inter.Am. Tuna Comm.* 1(2): 27-56 p.
- Schaefer, M.B. 1957. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Bull. Inter.Am. Tuna Comm.* 2(6): 247-268 p.
- Schaefer, M.B. 1967. Fishery dynamics and present status of the yellowfin tuna population of the eastern Pacific Ocean. *Bull. Inter.Am. Tuna Comm.* 12(3): 89-112 p.
- Undang Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
- Undang Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan.

Lampiran 1. Total hasil tangkapan, hasil tangkapan per satuan upaya dan estimasi tingkat upaya penangkapan dari perikanan pelagis kecil, serta kelimpahan dan produksi biomasa ikan pelagis kecil di Laut Jawa, periode 1996 – 2012

Appendix 1. *Total catch, the catch per unit effort and estimate the level of fishing effort of small pelagic fisheries, as well as the abundance and biomass production of small pelagic fish in the Java Sea, the period of 1996-2012*

Tahun Year	Hasil tangkapan keseluruhan <i>Total catch</i> (1000 ton) ^{a)}	Hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan <i>CPUE</i> (ton/kapal) ^{b)}	Estimasi upaya penangkapan <i>Estimation of CPUE</i> (Jumlah kapal pukat cincin 80 GT)	Estimasi biomasa ikan <i>Fish biomass estimation</i> (1000 ton)	Estimasi produksi biomasa ikan <i>Fish biomass production estimation</i> (1000 ton)
1996	326,79	364,49	897	471,31	292,12
1997	346,60	430,73	805	436,64	304,02
1998	345,39	330,33	1046	394,07	311,38
1999	309,37	307,63	1006	360,06	311,52
2000	303,60	242,64	1251	362,21	311,66
2001	351,64	278,19	1264	370,27	312,01
2002	351,72	305,48	1151	330,65	307,52
2003	303,10	255,00	1189	286,44	294,33
2004	311,29	354,21	879	277,67	290,69
2005	292,86	159,23	1839	257,08	280,81
2006	278,84	204,73	1362	245,04	274,17
2007	258,90	167,62	1545	240,37	271,41
2008	270,33	191,65	1411	252,89	278,57
2009	271,01	221,58	1223	261,13	282,90
2010	293,02	247,42	1184	273,01	288,62
2011	307,76	262,29	1173	268,61	286,58
2012	341,40	186,75	1828	247,43	275,54

Keterangan: /Remarks

a) databases sumber dari DJP (1998 – 2000) dan DJPT (2001 – 2013); /Source data from DGCF

b) hasil olahan data hasil monitoring BPPL di pantai utara Jawa. /Calculated by RIMF