

## **BIOMASA, PRODUKTIVITAS KAPAL PENANGKAP DAN POTENSI PRODUKSI IKAN DEMERSAL DI LAUT ARAFURA**

### **BIOMASS, FISHING VESSEL PRODUCTIVITY AND POTENTIAL PRODUCTION OF DEMERSAL FINFISHES IN THE ARAFURA SEA**

**Purwanto**

Komisi Nasional Pengkajian Sumberdaya Ikan

Teregistrasi 1 tanggal: 14 Maret 2014; Diterima setelah perbaikan tanggal: 10 September 2015;

Disetujui terbit tanggal: 14 September 2015

#### **ABSTRAK**

Tulisan ini menyajikan hasil kajian potensi produksi dan upaya penangkapan optimal serta menjelaskan perkembangan perikanan demersal di Laut Arafura, termasuk pula estimasi dampak peningkatan upaya penangkapan terhadap produktivitas kapal dan hasil tangkapan ikan demersal. Kajian menggunakan data statistik produksi perikanan yang dikoreksi dengan menambahkan estimasi hasil tangkapan yang tidak tercatat dan data jumlah kapal penangkap dengan memperhitungkan pula estimasi jumlah kapal yang beroperasi secara ilegal. Berdasarkan hasil analisis, potensi produksi ikan demersal yang dapat dihasilkan secara lestari dari pemanfaatan stok ikan demersal di Laut Arafura adalah 539 ribu ton/tahun dengan upaya penangkapan sekitar 903 unit kapal pukat ikan 180 GT. Walaupun upaya penangkapan dari kapal yang memiliki surat izin penangkapan ikan di Laut Arafura tahun 2011 lebih rendah dibandingkan upaya penangkapan optimal untuk menghasilkan MSY, stok ikan demersal tersebut telah dimanfaatkan melebihi tingkat optimumnya akibat tingginya intensitas operasi kapal perikanan tanpa izin. Estimasi kerugian hasil tangkapan akibat kegiatan penangkapan ikan ilegal juga disajikan disini.

**KATA KUNCI:** Perikanan demersal, hasil tangkapan lestari maksimum, upaya penangkapan optimum, penangkapan ikan ilegal

#### **ABSTRACT**

*This paper presents result of the assessment of potential production and optimal fishing effort, and briefly describes the past development of the demersal fishery in the Arafura Sea, including the estimated impact of increased fishing effort on the productivity of vessels and demersal fish catches. The assessment used corrected fisheries statistic data taking into account unreported catches and corrected fishing vessel data taking into account vessels operated illegally. Based on the analysis, the production potential of demersal fish that can be produced in a sustainable manner of demersal fish stocks in the Arafura Sea is 539 thousand tons/year to attempt the arrest of about 903 units of fishing trawlers 180 GT. Although fishing effort from vessels granted license in 2011 was lower than the optimum level to produce MSY, the demersal finfish stock was overexploited as the intensity of illegal fishing practices by vessels operated without license was high. Estimate of catch losses caused by illegal fishing is also presented here.*

**KEYWORDS:** Demersal fishery, maximum sustainable yield, optimum fishing effort, illegal fishing

#### **PENDAHULUAN**

Laut Arafura merupakan salah satu daerah utama kegiatan usaha perikanan demersal di Indonesia dengan sasaran jenis udang penaeid dan ikan demersal. Pada awal perkembangan perikanan di perairan tersebut, ikan demersal adalah hasil tangkapan sampingan dari kapal pukat udang, yang mulai dioperasikan secara komersial pada perairan tersebut tahun 70-an (Bailey, Dwiponggo dan Marahudin, 1987). Pada saat ini stok ikan demersal di laut tersebut dimanfaatkan oleh pelaku usaha perikanan dengan mengoperasikan sejumlah kapal

penangkap menggunakan alat tangkap utama pukat ikan, yang mulai dioperasikan di Arafura sekitar tahun 80-an. Ikan demersal jenis ekonomis hasil tangkapan kapal pukat ikan diproses di atas kapal segera setelah diangkat dari dalam air hingga menjadi produk beku siap ekspor.

Perkembangan pesat dan berlanjut dari kapasitas penangkapan armada perikanan pukat ikan dan pukat udang telah berdampak penurunan tajam pada kelimpahan stok ikan demersal, serta peningkatan ancaman terhadap kelestariannya. Hasil evaluasi perkembangan perikanan demersal di Laut Arafura

*Korespondensi penulis:*

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

pada tahun 2000, menggunakan analisis *trend*, mengindikasikan terjadinya pemanfaatan berlebih terhadap stok ikan demersal di daerah penangkapan tersebut (Widodo *et al.*, 2001). Kajian ulang terhadap stok ikan demersal di Laut Arafura telah dilakukan oleh Badrudin *et al.* (2008), menggunakan analisis hubungan antara upaya penangkapan dan hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan dengan data dari kurun waktu tahun 1997 – 2004. Hasil kajian ulang oleh Badrudin *et al.* (2008) tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan secara berlebih terhadap stok ikan demersal di Laut Arafura berlanjut hingga tahun 2004. Terdapat indikasi bahwa pemanfaatan berlebih terhadap sumberdaya ikan demersal pada perairan tersebut masih berlanjut hingga tahun-tahun terakhir ini. Berdasarkan perkembangan intensitas pemanfaatan stok ikan tersebut, Kementerian Kelautan dan Perikanan menetapkan bahwa sumberdaya ikan demersal di Laut Arafura pada kondisi dimanfaatkan berlebih (KepMen KP no. 45/Men/2011).

Permasalahan pengelolaan perikanan di Laut Arafura selain pemanfaatan sumberdaya ikan yang melebihi daya dukungnya juga praktek penangkapan ikan secara ilegal dan praktek penangkapan ikan yang tidak dilaporkan dengan benar. Widodo *et al.* (2001) dalam melakukan evaluasi perkembangan perikanan demersal di Laut Arafura tidak memperhitungkan dampak dari praktek penangkapan ikan secara ilegal dan praktek penangkapan ikan yang tidak dilaporkan dengan benar (*illegal and unreported fishing practices*). Sementara itu, Badrudin *et al.* (2008) dalam kajiannya memperhitungkan kuantitas ikan hasil tangkapan yang tidak dilaporkan, dan menunjukkan tidak tepatnya hasil kajian sumberdaya ikan bila hasil tangkapan yang tidak dilaporkan tersebut tidak ikut diperhitungkan dalam pengkajian. Namun, Badrudin *et al.* (2008) tidak memperhitungkan dampak dari intensitas penangkapan ikan secara ilegal terhadap produktivitas kapal dan produksi perikanan demersal. Purwanto (2008, 2010, 2013) telah mengestimasi jumlah kapal perikanan demersal yang beroperasi secara ilegal di Laut Arafura dan menggunakannya dalam pengkajian stok udang dan perikanan di perairan tersebut. Pada kajian tersebut, Purwanto (2008, 2010, 2013) menunjukkan kontribusi dari kegiatan perikanan ilegal terhadap terjadinya pemanfaatan berlebih terhadap stok udang serta dampak buruknya terhadap kelimpahan stok dan produksi perikanan udang. Kajian terhadap sumberdaya ikan demersal di Laut Arafura dengan memperhitungkan pula intensitas penangkapan ikan ilegal sejauh ini belum dilakukan.

Stok ikan demersal di Laut Arafura memiliki karakteristik multispecies (Naamin & Sumiono, 1983; Widodo *et al.*, 2001). Stock ikan demersal multispecies di daerah tropika ditandai oleh sejumlah besar spesies pada daerah penangkapan (Pauly, 1979). Dari survei di Laut Jawa dan bagian selatan Laut Cina Selatan, misalnya, komposisi tangkapan terdiri dari setidaknya 230 spesies (Widodo, 1976). Untuk kebutuhan pengkajian sumberdaya ikan pada kondisi multispecies tersebut, perlu tersedia data yang tidak gabungan untuk masing-masing stok dari masing-masing species (Gayanilo & Pauly, 1997). Namun, terdapat sejumlah hal yang menyebabkan kesulitan memperoleh data perikanan multispecies secara lengkap.

Gulland (1983) menyatakan bahwa walaupun stok ikan dari spesies yang berbeda jelas akan berbeda untuk beberapa karakteristik biologis mereka, dan analisis yang mengabaikan perbedaan-perbedaan ini tidak bisa sepenuhnya benar, perbedaan mungkin tidak besar, dan alternatif memperlakukan setiap spesies secara terpisah mungkin tidak praktis. Dalam praktek pemanfaatan sumberdaya ikan multispecies tersebut, nelayan juga tidak bisa memusatkan perhatian mereka pada spesies secara individu, tetapi harus memberikan perhatian kepada stok ikan yang hidup di dasar secara keseluruhan. Oleh karena itu, memperlakukan populasi ikan dasar, yang terdiri dari berbagai species, sebagai satu kesatuan memberikan hasil yang cukup handal, serta menjadi pendekatan yang praktis (Gulland, 1983). Kajian stok ikan demersal multispecies dengan hanya menggunakan data gabungan seluruh species dilakukan antara lain oleh Immanuel *et al.* (2003) di India, Khan *et al.* (2003) di Bangladesh, Kongprom *et al.* (2003) di Thailand, Purwanto (2003) di Laut Jawa, dan Talib *et al.* (2003) di Malaysia. Pendekatan yang sama dilaporkan digunakan dalam pengkajian perikanan cucut multispecies di pantai timur Amerika Serikat (Musick & Bonfil, 2004; 2005).

Mempertimbangkan bahwa hasil kajian sumberdaya ikan dan perikanan di Laut Arafura tidak akan tepat bila tidak memperhitungkan pula kegiatan penangkapan ikan secara ilegal dan kegiatan penangkapan ikan yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan, maka dilakukan kajian sumberdaya ikan demersal dengan memperhitungkan tidak hanya kegiatan penangkapan ikan dari armada perikanan yang memiliki izin, melainkan juga dua hal tersebut. Kajian tersebut menggunakan data gabungan seluruh species. Hasil kajian tersebut disajikan dalam tulisan ini.

**BAHAN DAN METODE**  
**Pengumpulan Data**

Analisis tersebut menggunakan data jumlah kapal yang memperoleh tangkapan ikan demersal dan data produksi ikan demersal dari operasi di Laut Arafura tahun 1999 – 2005, 2007 dan 2011. Data tersebut diperoleh dari berbagai sumber.

Data jumlah kapal perikanan demersal, mencakup kapal pukat ikan dan kapal pukat udang, baik yang memiliki surat izin penangkapan ikan (SIPI) maupun yang beroperasi secara ilegal (tidak memiliki SIPI). Data jumlah kapal yang memiliki SIPI bersumber dari Direktorat Pelayanan Usaha Penangkapan, Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). Sementara itu, data jumlah kapal perikanan yang dioperasikan tanpa izin diperoleh dari Purwanto (2008, 2010, 2013) untuk periode tahun 1998 – 2005 dan 2011, sedangkan jumlah kapal tanpa izin tahun 2007 diestimasi mengikuti cara Purwanto (2013).

Data produksi ikan demersal bersumber dari data statistik perikanan tangkap tahunan terbitan DJPT (2001 – 2012) yang terdiri dari data produksi ikan demersal yang didaratkan di Papua, Papua Barat, Maluku dan Sulawesi Tenggara. Hal ini berdasarkan pertimbangan bahwa kapal perikanan demersal yang beroperasi di Laut Arafura memanfaatkan pelabuhan perikanan di propinsi tersebut. Di lain pihak, stok ikan demersal di perairan Maluku, Papua Barat dan Papua sebagian besar berada di Laut Arafura. Sementara itu, stok ikan demersal di Sulawesi Tenggara dan Maluku Utara relatif kecil dan hanya dimanfaatkan oleh perikanan skala kecil, sehingga sebagian besar produksi ikan demersal yang didaratkan di Propinsi Papua, Papua Barat, Maluku dan Sulawesi Tenggara diperkirakan berasal dari kegiatan penangkapan ikan di Laut Arafura.

Produksi ikan demersal tersebut diperkirakan didaratkan oleh kapal perikanan yang memiliki SIPI dari DJPT, karena hanya kapal yang memiliki SIPI yang berani masuk pelabuhan dan mendaratkan hasil tangkapannya. Data produksi ikan demersal bersumber dari data statistik perikanan tangkap tahunan dan jumlah kapal perikanan demersal yang memiliki SIPI tersebut digunakan untuk menghitung hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan ikan. Upaya penangkapan dibakukan dalam jumlah kapal pukat ikan ukuran 180 GT. Untuk pembakuan upaya penangkapan ikan tersebut, daya tangkap kapal pukat udang dalam memanfaatkan stok ikan demersal adalah 0,65 dari daya tangkap kapal pukat ikan (Badrudin, pers.comm; Purwanto, 2014). Permasalahan terkait dengan data statistik produksi

perikanan tangkap adalah adanya produksi ikan dari kegiatan penangkapan ikan demersal di Laut Arafura yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan (Badrudin *et al.*, 2008). Setidaknya terdapat dua penyebab tidak tercatatnya produksi ikan hasil tangkapan di laut, yaitu (1) ikan hasil tangkapan kapal berizin dipindahkan ke kapal lain ditengah laut dan selanjutnya dibawa ke negara lain, atau (2) ikan ditangkap oleh kapal perikanan yang beroperasi secara ilegal dan selanjutnya dibawa ke negara lain.

Koreksi terhadap angka hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan yang dihitung menggunakan data statistik perikanan tangkap ( $U_s$ ) dari kemungkinan ketidak-sesuaian dengan kenyataan sebagai akibat *unreported fishing* dilakukan dengan menggunakan faktor koreksi ( $r$ ), sebesar 2,59. Faktor koreksi tersebut diestimasi dengan membandingkan antara berat ikan demersal hasil tangkapan per satuan upaya hasil pengamatan Badrudin *et al.* (2004) ( $U_b$ ) dengan  $U_s$ , yaitu  $r = U_b/U_s$ ;  $U_b=285$  ton/kapal/tahun dan  $U_s=110,1$  ton/kapal/tahun. Sementara itu, koreksi terhadap data statistik produksi perikanan tangkap dari kemungkinan ketidak-sesuaian dengan kenyataan sebagai akibat *illegal fishing* dilakukan dengan memperhitungkan jumlah kapal yang beroperasi tanpa izin (tidak memiliki SIPI) dan mengestimasi hasil tangkapannya. Oleh karena itu upaya penangkapan keseluruhan terdiri dari upaya penangkapan dari kapal yang memiliki SIPI dan upaya penangkapan dari kapal yang tidak memiliki SIPI. Rincian data yang digunakan dalam analisis disajikan pada lampiran-1.

**Analisis Data**

Analisis dalam tulisan ini menggunakan model produksi perikanan dari Schaefer (1954, 1957), sebagaimana dijelaskan oleh Clark (1976). Persamaan dari model tersebut adalah sebagai berikut:

Fungsi pertumbuhan alami populasi ikan demersal:

$$G(x) = r.x.(1 - x/K).....(1)$$

Fungsi biomasa ikan demersal:

$$x = K - (q.K/r).E.....(2)$$

Fungsi produksi perikanan demersal:

$$h = (q.K).E - (q^2.K/r).E^2.....(3)$$

Fungsi produktivitas upaya penangkapan ikan demersal:

$$U = (q.K) - (q^2.K/r).E \dots\dots\dots(4)$$

$$= a - b.E \dots\dots\dots(4A)$$

Keterangan:

- $G(x)$  = perkembangan populasi ikan demersal (ton/tahun);
- $x$  = biomasa stok ikan demersal (ton);
- $r$  = laju pertumbuhan alami intrinsik populasi ikan demersal;
- $q$  = koefisien kemampuan tangkap (*catchability coefficient*);
- $K$  = biomasa maksimum stok ikan demersal yang dibatasi daya dukung lingkungan (ton);
- $E$  = upaya penangkapan ikan demersal, dengan satuan jumlah kapal pukat ikan ukuran 180 GT;
- $h$  = produksi ikan demersal (ton/tahun);
- $U$  = produktivitas kapal penangkap ikan demersal atau hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan, yaitu rata-rata berat ikan demersal hasil tangkapan kapal perikanan demersal (ton/kapal/tahun).

Koefisien  $a$  dan  $b$  pada persamaan (4A), yang menggambarkan hubungan antara hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (CPUE) dan upaya penangkapan, diestimasi dengan melakukan analisis regresi menggunakan *ordinary least square*. Koefisien  $a$  dan  $b$  dari persamaan tersebut kemudian digunakan untuk mengestimasi nilai parameter  $q$ ,  $r$  dan  $K$  menggunakan cara perhitungan dari Fox (1975) sebagai berikut:

$$q_t = \ln \left[ \left( Z_t U_t^{1-m} + \frac{1}{b} \right) / \left( Z_t U_{t+1}^{1-m} + \frac{1}{b} \right) \right] / (Z_t^m - Z_{t+1}^m) \dots\dots(5)$$

$$q = \exp \left[ \frac{\sum_{t=1}^{n-1} \ln |q_t|}{(n-1)} \right] \dots\dots\dots(6)$$

$$r = q.ab \dots\dots\dots(7)$$

$$K = a/q \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- $q_t$  = angka estimasi koefisien kemampuan tangkap pada tahun  $t$ ;
- $q$  = nilai rata-rata kemampuan tangkap pada kurun waktu  $n$  tahun;
- $z_t = -a/b - (E_t + E_{t+1})/2$ ;
- $U_t$  = hasil tangkapan per satuan upaya pada tahun  $t$ ;
- $m$  = *constant parameter* dengan nilai 2 untuk model produksi Schaefer;
- $E_t$  = upaya penangkapan pada tahun  $t$ .

## HASIL DAN BAHASAN

### Hasil

Jumlah kapal penangkap ikan yang memiliki SIPI untuk beroperasi di Laut Arafura pada tahun 2011 dan memperoleh hasil tangkapan ikan demersal adalah armada pukat ikan dan armada pukat udang, masing-masing berjumlah 470 dan 120 unit. Upaya penangkapan keseluruhan dari kedua armada penangkap ikan tersebut adalah sekitar 548 unit. Produksi ikan demersal yang dihasilkan oleh armada penangkap ikan tersebut dan tercatat adalah sekitar 151,6 ribu ton (DJPT, 2012). Namun, hasil tangkapan keseluruhan, mencakup yang tercatat dalam sistem statistik perikanan maupun yang tidak tercatat, berjumlah sekitar 451,8 ribu ton. Terdapat sekitar 300 ribu ton ikan demersal, atau sekitar 66,4%, yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan. Angka tersebut relatif tidak jauh berbeda dari produksi ikan demersal yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan pada tahun 2000, yaitu sekitar 69,8%.

Berdasarkan data pada kurun waktu tahun 1999 – 2011, proporsi produksi ikan demersal hasil tangkapan dari Laut Arafura yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan berkisar antara 63,6% - 73,8% dari total produksi ikan demersal, dengan rata-rata 67,9%. Produksi ikan demersal yang tidak tercatat tersebut mencakup hasil tangkapan yang dicuri oleh kapal penangkap ikan tak berizin serta hasil tangkapan yang dipindahkan ke kapal lain di tengah laut (*transshipment at sea*) dan selanjutnya secara ilegal dibawa langsung ke luar negeri (Gambar 1; Lampiran 1).

Persamaan regresi hasil analisis hubungan antara produktivitas kapal penangkap ikan demersal, mencakup produksi yang tercatat maupun yang tidak tercatat, dengan upaya penangkapan dari seluruh kapal, baik kapal berizin maupun kapal ilegal, adalah:

$$U = 1193,62976 - 0,66066.E; R^2 = 0,901 \dots\dots\dots(9)$$

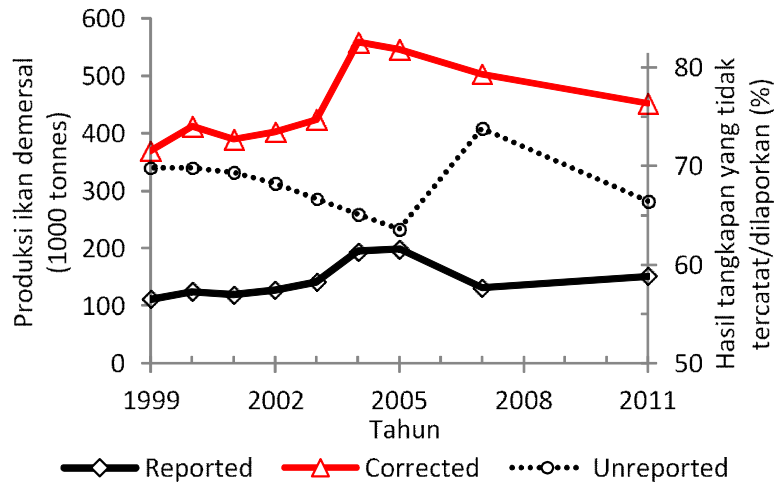
(11,507)\*\*\* (7,962)\*\*\*

Keterangan:

Angka dalam kurung adalah nilai t-statistik dari pengaruh variabel independen terhadap produktivitas kapal perikanan demersal; \*\*\* menunjukkan bahwa nilai t-statistik masing-masing signifikan pada  $P < 0.01$ .

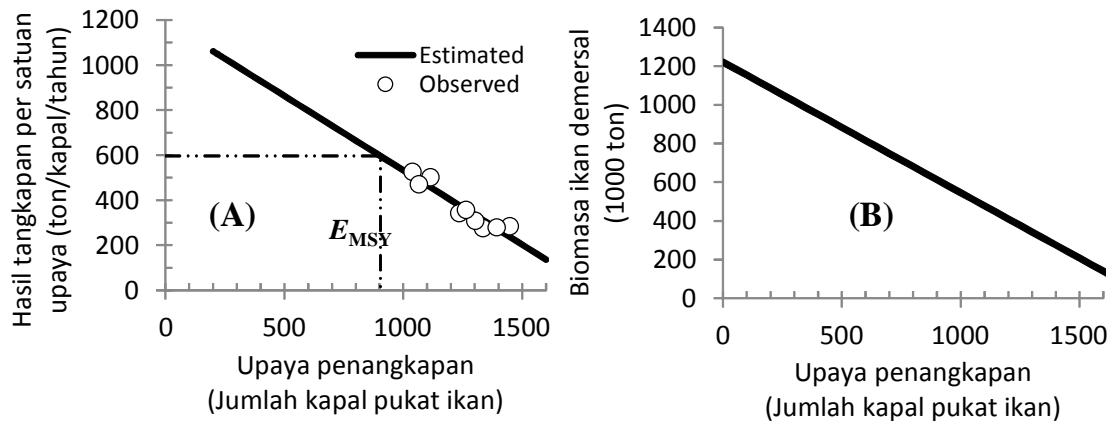
Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa upaya penangkapan ikan demersal secara statistik memiliki pengaruh sangat nyata terhadap produktivitas kapal perikanan demersal. Nilai koefisien determinasi hasil analisis mengindikasikan bahwa persamaan (9) menjelaskan 90,1% dari variasi produktivitas kapal

perikanan demersal. Persamaan (9) tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi upaya penangkapan semakin rendah produktivitas kapal penangkapan ikan demersal. Hubungan ini secara grafis ditunjukkan pada Gambar 2(A).



Gambar 1. Produksi ikan demersal yang tercatat dalam Statistik Perikanan Tangkap tahunan (*reported*), hasil koreksi produksi ikan demersal dengan memperhitungkan pula hasil tangkapan yang tidak dilaporkan (*corrected*), serta estimasi proporsi ikan demersal hasil tangkapan yang tidak dilaporkan (*unreported*) dari Laut Arafura, 1999 – 2011.

Figure 1. Demersal finfish production recorded in the annual Capture Fisheries Statistic (*reported*), corrected demersal finfish production by taking into account estimated unreported catch (*corrected*), and estimate proportion of unreported demersal finfish catch (*unreported*) from the Arafura Sea, 1999–2011.



Gambar 2. (A) Hubungan antara hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan dengan upaya penangkapan, dan (B) Hubungan antara kelimpahan stok ikan demersal dengan upaya penangkapan, pada perikanan demersal di Laut Arafura.

Figure 2. (A) The relationship between catch per unit effort and fishing effort, and (B) the relationship between demersal finfish stock abundance and fishing effort, in the demersal fishery of Arafura Sea.

Menggunakan nilai parameter pada persamaan (9) diperoleh nilai parameter biologi perikanan demersal di Laut Arafura, yaitu  $q = 0.000977$ ,  $r = 1.76509$  dan  $K = 1221,8$  ribu ton. Berdasarkan tiga parameter

biologi perikanan tersebut disusun persamaan yang menghubungkan antara kelimpahan stok ikan demersal dengan intensitas penangkapan yang diukur dengan upaya penangkapan sebagai berikut:

$$x = 1221,775 \cdot 10^3 - 676,2421 E \dots \dots \dots (10)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi upaya penangkapan semakin rendah kelimpahan stok ikan demersal di Laut Arafura. Hubungan ini secara grafis ditunjukkan pada Gambar 2(B).

Parameter  $q$ ,  $r$  dan  $K$  juga digunakan untuk menyusun persamaan yang menghubungkan antara pertumbuhan alami populasi dengan kelimpahan stok ikan demersal sebagai berikut:

$$G(x) = 1.7651 x - 1.445 \cdot 10^{-0.6} x^2 \dots \dots \dots (11)$$

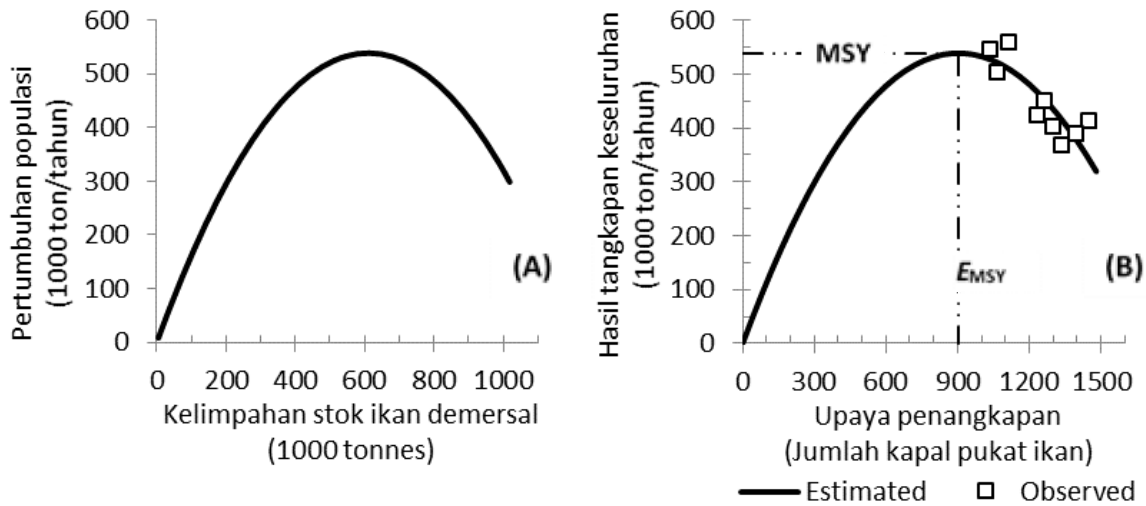
Berdasarkan persamaan (11), populasi ikan demersal tumbuh pada tingkat maksimum, yaitu 539,1 ribu ton/tahun, pada saat kelimpahan stok ikan demersal tersebut adalah 610,9 ribu ton (Gambar 3(A)). Berdasarkan persamaan (11), stok ikan demersal akan menyusut ke tingkat kelimpahan dengan pertumbuhan maksimum pada saat upaya penangkapan setara dengan 903 unit kapal pukat ikan (Gambar 2(B)). Pada saat upaya penangkapan lebih rendah daripada tingkat upaya penangkapan optimum tersebut, peningkatan upaya penangkapan walaupun menyebabkan penyusutan kelimpahan stok ikan demersal namun berdampak peningkatan pertumbuhan populasi ikan demersal tersebut.

Peningkatan upaya penangkapan lebih tinggi daripada tingkat optimal tersebut menyebabkan penyusutan kelimpahan stok dan pertumbuhan populasi ikan demersal (Gambar 3(A)).

Sementara itu, hubungan antara produksi ikan demersal yang dapat dipanen dari Laut Arafura dengan tingkat upaya penangkapan adalah sebagai berikut:

$$h = 1193,62976 E - 0,66066 E^2 \dots \dots \dots (12)$$

Berdasarkan persamaan (12), produksi maksimum yang dapat dipanen secara lestari (*maximum sustainable yield = MSY*) dari stok ikan demersal di Laut Arafura adalah sekitar 539,1 ribu ton/tahun dari pengoperasian kapal penangkap setara kapal pukat ikan sebanyak 903 unit ( $E_{MSY}$ ). Menggunakan persamaan (16) dapat dihitung rata-rata berat ikan demersal hasil tangkapan di Laut Arafura pada tingkat upaya penangkapan  $E_{MSY}$  tersebut, yaitu sekitar 596,8 ton/kapal/tahun. Pada saat upaya penangkapan masih relatif rendah, lebih rendah daripada  $E_{MSY}$ , produksi ikan demersal meningkat dengan meningkatnya upaya penangkapan. Setelah mencapai MSY, peningkatan lebih-lanjut pada upaya penangkapan diikuti dengan penurunan produksi lestari (Gambar 3(B)).



Gambar 3. (A) Hubungan antara pertumbuhan populasi dengan kelimpahan stok ikan demersal dan (B) Hubungan antara produksi ikan demersal hasil tangkapan dan upaya penangkapan, pada perikanan demersal di Laut Arafura.

Figure 3. (A) The relationship between population growth and stock abundance of demersal finfishes, and (B) the relationship between demersal finfish catch and fishing effort, in the demersal fishery of Arafura Sea.

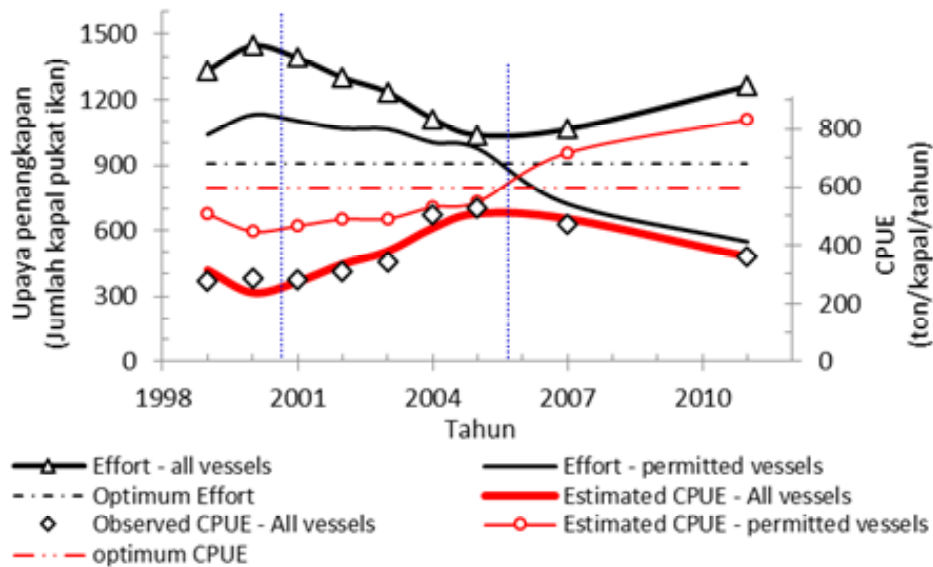
Perkembangan upaya penangkapan ikan demersal dan produktivitas kapalnya disajikan pada Gambar 4. Upaya penangkapan ikan demersal di Laut Arafura tahun 1999 adalah sekitar 1333 unit dan estimasi hasil tangkapan per satuan upaya adalah sekitar 313 ton/

kapal/tahun. Pada tahun 2000, upaya penangkapan meningkat menjadi sekitar 1447 unit, konsekuensi dari hal tersebut adalah menurunnya hasil tangkapan per satuan upaya menjadi sekitar 237 ton/kapal/tahun. Selanjutnya upaya penangkapan turun menjadi sekitar

1038 unit pada tahun 2005, dan hasil tangkapan per satuan upaya meningkat menjadi sekitar 508 ton/kapal/tahun (Tabel 1).

Pada periode tahun 1999 – 2011, kondisi pemanfaatan stok ikan demersal yang terburuk terjadi pada tahun 2000, pada saat produktivitas mencapai titik terendah (Gambar 4). Kondisi membaik dengan kecenderungan penurunan upaya penangkapan sejak tahun 2001, walaupun upaya penangkapan masih melebihi tingkat optimalnya, yang mengindikasikan bahwa sumberdaya ikan demersal masih dimanfaatkan melebihi tingkat optimalnya (*over-exploited*). Penurunan upaya penangkapan ikan,

sebagai contoh dari 1447 unit pada tahun 2000 menjadi 1038 pada tahun 2005, berdampak peningkatan biomasa ikan demersal, sehingga produksi dan produktivitas kapal penangkap ikan demersal meningkat (Tabel 1). Setelah tahun 2005, walaupun jumlah kapal yang berizin cenderung terus berkurang, namun upaya penangkapan cenderung meningkat kembali, akibat peningkatan intensitas penangkapan ikan secara ilegal (Gambar 4, Tabel 1). Hal ini menyebabkan penyusutan kelimpahan stok atau biomasa ikan demersal, yang berakibat produktivitas kapal kembali menurun, dan mengindikasikan kondisi pemanfaatan stok ikan demersal yang cenderung memburuk kembali.



Gambar 4. Perkembangan upaya penangkapan dan hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan (CPUE) pada perikanan demersal di Laut Arafura, 1999 - 2011.

Figure 4. Development of fishing effort and catch per unit effort (CPUE) in the demersal fishery of Arafura Sea, 1999 - 2011.

Sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya, upaya penangkapan keseluruhan dari armada penangkap ikan demersal yang memiliki SIPI dari DJPT pada tahun 2011 adalah sekitar 548 unit setara kapal pukat ikan ukuran 180 GT. Bila di Laut Arafura hanya beroperasi kapal yang memiliki SIPI, hasil tangkapan per satuan upaya atau produktivitas armada perikanan demersal tersebut di Laut Arafura adalah sekitar 832 ton/kapal/tahun (Gambar 2A). Namun, berdasarkan estimasi Purwanto (2013), upaya penangkapan ikan demersal di Laut Arafura pada tahun 2011 mencapai sekitar 1262 unit setara kapal pukat ikan. Selisih antara upaya penangkapan dari seluruh kapal yang diperkirakan beroperasi di Laut Arafura tersebut dan upaya penangkapan dari kapal yang memiliki SIPI adalah 714 unit. Angka terakhir ini mengindikasikan tingginya upaya penangkapan ikan demersal dari kapal perikanan yang beroperasi tanpa izin (tidak memiliki SIPI) (Tabel 1&2).

Peningkatan upaya penangkapan dari 548 unit menjadi 1262 unit, karena beroperasinya kapal secara ilegal tersebut, berakibat penurunan produktivitas kapal berizin dari 832 ton/kapal/tahun menjadi 360 ton/kapal/tahun. Kerugian yang ditimbulkan oleh beroperasinya kapal secara ilegal tersebut terhadap produksi ikan demersal nasional mencakup kehilangan produksi ikan demersal akibat dicuri dan penyusutan stok ikan demersal sebagai dampak tambahan upaya penangkapan oleh kapal yang beroperasi tanpa izin (SIPI). Akibat beroperasinya kapal ilegal, produksi ikan demersal yang didaratkan oleh armada perikanan yang memiliki SIPI dari Laut Arafura diperkirakan hanya sekitar 197,2 ribu ton pada tahun 2011. Bila di Laut Arafura hanya beroperasi kapal yang memiliki SIPI, produksi ikan demersal yang didaratkan oleh armada perikanan demersal dari Laut Arafura diperkirakan mencapai 455,7 ribu ton pada tahun 2011 (Tabel 2).

Tabel 1. Upaya penangkapan, biomasa dan produksi ikan demersal serta produktivitas kapal pada perikanan demersal di Laut Arafura selama tahun 2000, 2005 dan 2011 serta tingkat yang secara biologis optimal

Table 1. Fishing effort, biomass and production of demersal finfishes, and vessel productivity in the demersal fishery of Arafura Sea during year 2000, 2005 and 2011, and their biological optimal levels

		2000	2005	2011	Optimal secara biologis/ Biological optimal level
Upaya penangkapan (setara jumlah kapal pukat ikan 180 GT)/Fishing effort (equal to the number of 180 GT fish trawlers)	Keseluruhan/Total	1447	1038	1262	903
	Memiliki SIPI/Had licences	1131	977	548	903
	Beroperasi secara ilegal/ Operated illegally	316	61	714	0
Biomasa ikan demersal (1000 ton)/Demersal finfish biomass (1000 tons)		243,1	520,0	368,5	610,9
Produksi ikan demersal (1000 ton/tahun)/Demersal finfish production (1000 tons/year)		343,7	527,2	454,2	539,1
Produktivitas kapal (ton/kapal/tahun)/Vessel productivity (tons/vessel/year)		237.5	508.1	360.0	596.8

Tabel 2. Estimasi upaya penangkapan dan berat ikan demersal yang dipanen kapal berizin dan kapal ilegal, serta kerugian yang ditimbulkan oleh kapal yang beroperasi secara ilegal pada perikanan demersal di Laut Arafura, 2011

Table 2. The estimates of fishing effort, the quantity of demersal finfishes harvested by licensed and unlicensed vessels, and the losses caused by unlicensed vessels in the Arafura Sea demersal fishery, 2011

	Uraian/Description	Jumlah/ Amount
Upaya penangkapan (unit)/ Fishing effort (units)	Keseluruhan/Total	1262
	1. Kapal berizin/Licensed vessels	548
	2. Kapal tanpa izin/Unlicensed vessels	714
Estimasi berat ikan demersal yang dipanen (1000 ton)/ Estimate of the quantity of demersal finfishes harvested (1000 tons)	Keseluruhan/Total	454,2
	1. Produksi ikan demersal dipanen kapal berizin/ The quantity of demersal finfishes landed by licensed vessels	197,2
	2. Produksi ikan demersal dicuri kapal ilegal/ The quantity of demersal finfishes stolen by unlicensed vessels	257,0
Penyusutan produksi ikan demersal (1000 ton) yang diperoleh kapal berizin sebagai dampak operasi kapal ilegal/ The decrease in demersal finfish catch (1000 tonnes) landed by licensed vessels as an impact of the operation of unlicensed vessels		258,4
Produksi ikan demersal (1000 ton) bila stok ikan hanya dimanfaatkan oleh kapal berizin/ The quantity of demersal finfishes landed (tonnes) if demersal finfish stock was utilized by licensed vessels only		455,7

## Bahasan

Pada periode tahun 1999 – 2011, produksi ikan demersal dari Laut Arafura yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan adalah sekitar 67,9%. Hal tersebut mengindikasikan perlunya penyempurnaan terhadap cara pengumpulan data statistik perikanan tangkap untuk meminimumkan masalah data yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan.

Angka potensi produksi dari stok ikan demersal di Laut Arafura hasil analisis dalam tulisan ini, yaitu sekitar 539 ribu ton/tahun (Tabel 1), lebih tinggi

dari angka potensi produksi yang tercantum dalam KepMen KP nomor 45/Men/2011, yaitu 285 ribu ton/tahun. Oleh karena itu angka potensi produksi ikan demersal Laut Arafura yang tercantum pada KepMen KP tersebut perlu di-amandemen. Mempertimbangkan bahwa persamaan (9) hanya menjelaskan 90% dari variasi produktivitas kapal perikanan demersal, untuk kehati-hatian sebaiknya angka potensi yang digunakan sebagai acuan pengelolaan dan dicantumkan dalam KepMen KP adalah 485 ribu ton/tahun, yaitu 90% dari angka potensi hasil analisis.



Pada tahun 2011, upaya penangkapan ikan demersal dari seluruh kapal perikanan yang beroperasi di Laut Arafura diperkirakan sekitar 1262 unit. Berpatokan pada  $E_{MSY} = 903$  unit, tingkat pemanfaatan stok ikan demersal di Laut Arafura pada tahun 2011 telah melebihi tingkat optimumnya (*over-exploited*). Hasil analisis menunjukkan bahwa stok ikan demersal di Laut Arafura telah dimanfaatkan berlebih setidaknya sejak tahun 1999. Badrudin *et al.* (2008) juga menunjukkan hal yang sama. Pada periode kajian yang sama (*overlapped*) antara tulisan Badrudin *et al.* (2008) dan tulisan ini, yaitu tahun 1999 – 2004, kedua kajian menghasilkan kesimpulan yang sama, yaitu terjadi pemanfaatan berlebih terhadap sumberdaya ikan demersal di Laut Arafura. Tulisan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan berlebih terhadap sumberdaya ikan tersebut berlanjut hingga tahun 2011 (Gambar 4), walaupun jumlah kapal yang memiliki izin menurun sejak tahun 2001 dan pada tingkat yang lebih rendah dibandingkan tingkat optimalnya sejak tahun 2006 (Gambar 4). Hal tersebut akibat kecenderungan terus meningkatnya praktek penangkapan ikan demersal dan udang secara ilegal di Laut Arafura (Purwanto, 2008; 2010; 2013). Hasil analisis menunjukkan bahwa kuantitas ikan demersal yang dicuri lebih banyak dibandingkan yang dipanen oleh kapal berizin, yaitu 1,3 kalinya, pada tahun 2011 (Tabel 2).

Widodo *et al.* (2001) dan Badrudin *et al.* (2008) menunjukkan dampak negatif dari pemanfaatan stok ikan demersal secara berlebih terhadap kelimpahan biomasa dan produksi ikan yang dihasilkan di Laut Arafura. Konsekuensi dari pemanfaatan stok ikan demersal secara berlebih setidaknya adalah tidak tercapainya produksi optimum dari sumberdaya ikan tersebut. Kontribusi optimum dari perikanan demersal di Laut Arafura terhadap pembangunan nasional tidak akan dapat dicapai pada kondisi pemanfaatan sumberdaya ikan secara berlebih seperti tersebut. Perikanan demersal akan berkontribusi pada tingkat optimum bila stok ikan demersal tersebut dikelola dengan baik sehingga sumberdaya ikan tersebut berada pada tingkat pemanfaatan optimal dan lestari.

Pengelolaan perikanan adalah amanat rakyat yang harus dilaksanakan agar sumberdaya ikan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat (Pasal 1 & 6 UU nomor 31 tahun 2004). Pelaksanaan pengelolaan perikanan secara benar tidak saja menjadi kepentingan nasional melainkan sudah menjadi perhatian masyarakat internasional. Hal ini nampak dari adanya sejumlah kesepakatan terkait dengan pengelolaan perikanan yang dihasilkan oleh negara-negara anggota FAO (1995, 2011; 1997; 2003) dan upaya sejumlah pihak

untuk melakukan sertifikasi terhadap produk perikanan yang dipasarkan secara internasional, untuk memastikan bahwa produk berasal dari stok SDI yang dikelola dengan baik (FAO, 2009; MSC, 2010; Sainsbury, 2010).

Pengaruh langsung dari kegiatan perikanan terhadap ekosistem perairan adalah meningkatnya laju kematian karena penangkapan dari species yang menjadi sasaran maupun yang tidak menjadi sasaran kegiatan penangkapan (FAO, 2003). Mempertimbangkan kondisi perikanan laut saat ini, intervensi Pemerintah diperlukan untuk mengendalikan perikanan dalam kerangka pengelolaan perikanan dengan tujuan untuk mengurangi laju kematian karena penangkapan baik species yang menjadi sasaran maupun yang tidak menjadi sasaran penangkapan. Pengendalian penangkapan ikan dapat dilakukan terhadap input maupun output dari kegiatan tersebut (FAO, 1997; 2003). Pengendalian penangkapan tersebut dilakukan melalui penerapan sejumlah ketentuan pengelolaan perikanan. Perizinan merupakan peralatan utama pada sebagian besar praktek pengelolaan perikanan. Hal ini diperlukan khususnya untuk membatasi akses terhadap perikanan dan merupakan mekanisme penting dalam penerapan persyaratan atau ketentuan dalam pemanfaatan SDI. Ketentuan tersebut tercantum antara lain pada Pasal 7 UU nomor 31 tahun 2004.

Ketentuan pengelolaan perikanan untuk pengendalian input penangkapan ikan relatif lebih mudah diawasi dibandingkan ketentuan untuk pengendalian output penangkapan ikan. Dengan mengacu pada informasi yang tertera pada izin akan mudah dilakukan pemantauan dan pengawasannya. Petugas perikanan dengan mudah memeriksa jumlah dan karakteristik kapal penangkapan, alat tangkap dan alat bantu penangkapan yang akan dioperasikan sebelum izin penangkapan ikan diterbitkan. Petugas pengawas perikanan di lapangan juga relatif mudah memeriksa karakteristik kapal penangkapan, alat tangkap dan alat bantu penangkapan yang dioperasikan, serta mengawasi musim dan daerah penangkapannya. Di lain pihak, pengawasan terhadap hasil tangkapan lebih sulit dilakukan apalagi terhadap perikanan *multispecies*. Pengendalian output penangkapan memerlukan mekanisme pemantauan terhadap hasil tangkapan yang memungkinkan dilakukannya pemeriksaan terhadap kebenaran data hasil tangkapan yang dilaporkan pelaku usaha. Pelaku usaha lebih mudah memanipulasi data hasil tangkapan. Untuk perikanan *multispecies* di Indonesia, pengendalian input penangkapan ikan relatif lebih diterapkan dibandingkan pengendalian output penangkapan ikan.

Mempertimbangkan komposisi armada penangkapan ikan demersal, yang terdiri dari 548 unit beroperasi dengan izin (SIPI) dan 714 unit beroperasi tanpa izin (Tabel 1), peluang mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya ikan demersal setelah tahun 2011 hanya dimungkinkan bila Pemerintah berhasil mengurangi praktek penangkapan ikan demersal tanpa izin. Berdasarkan angka estimasi jumlah kapal yang beroperasi secara ilegal pada perikanan demersal di Laut Arafura tahun 2011, terdapat peluang menambah upaya penangkapan ikan demersal sebanyak 355 unit setara kapal pukat ikan ukuran 180 GT bila tidak ada lagi praktek penangkapan ikan tanpa izin.

Keberhasilan dalam pengendalian tersebut ditentukan oleh tingkat ketaatan pelaku usaha. Pengawasan terhadap kegiatan pemanfaatan SDI sebagai bagian dari kegiatan pengelolaan perikanan dilaksanakan untuk mengkondisikan dan menjamin agar ketentuan pengelolaan perikanan untuk pengendalian penangkapan ikan ditaati oleh pengguna sumberdaya tersebut. Pengalaman pada masa lalu, perbaikan pengelolaan perikanan yang dilakukan secara komprehensif, mencakup penataan perizinan, peningkatan pengawasan perikanan, pelaksanaan penegakan hukum secara konsisten, oleh Departemen Kelautan dan Perikanan sejak tahun 2000 telah menyebabkan berkurangnya praktek pemanfaatan SDI secara ilegal sehingga upaya penangkapan menurun (Purwanto, 2008; 2010; 2013). Keberhasilan minimisasi praktek ilegal dalam penangkapan ikan demersal dan udang di Laut Arafura dapat dilihat dari penurunan jumlah kapal penangkap yang beroperasi, yaitu menurun dari sekitar 316 unit pada tahun 2000 menjadi sekitar 61 unit setara kapal pukat ikan ukuran 180 GT pada tahun 2005 (Tabel 1).

Namun praktek perikanan ilegal tersebut cenderung meningkat kembali pada tahun-tahun terakhir ini (Purwanto, 2013). Tingkat upaya penangkapan ikan demersal dari kapal perikanan yang beroperasi secara ilegal pada tahun 2011 lebih tinggi dibandingkan periode awal tahun 2000-an (Purwanto, 2008, 2010, 2013). Sementara itu kapasitas pengawasan dari armada kapal pengawas perikanan pada saat ini cenderung menurun karena kondisi fisik kapal jauh lebih rendah dibandingkan periode sebelum tahun 2005. Oleh karena itu, eliminasi praktek penangkapan ikan secara ilegal perlu dilakukan dengan peningkatan kembali kapasitas dan kegiatan pengawasan dan penegakan hukum di bidang perikanan, agar sumberdaya ikan di Laut Arafura dapat dimanfaatkan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat sesuai dengan amanat pada Pasal 33 UUDRI tahun 1945.

## KESIMPULAN

Potensi produksi ikan demersal yang dapat dihasilkan secara lestari dari pemanfaatan stok ikan demersal di Laut Arafura adalah 485 ribu ton/tahun dengan upaya penangkapan sekitar 903 unit kapal setara kapal pukat ikan ukuran 180 GT. Angka potensi produksi ikan demersal tersebut lebih tinggi dibandingkan yang tercantum dalam KepMen KP nomor 45/Men/201. Oleh karena itu, disarankan untuk mengamandemen KepMen KP tersebut.

Walaupun jumlah kapal yang memiliki izin penangkapan (SIPI) di Laut Arafura tahun 2011 lebih sedikit dibandingkan jumlah kapal optimal untuk menghasilkan MSY, stok ikan demersal tersebut telah dimanfaatkan melebihi tingkat optimumnya akibat tingginya intensitas operasi kapal perikanan tanpa izin. Untuk mengeliminasi kegiatan perikanan ilegal tersebut, kapasitas dan kegiatan pengawasan dan penegakan hukum di bidang perikanan perlu ditingkatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badrudin, S. Nurhakim, & B. Fegan. 2004. Catch rate and catch composition of trawl fish net in the waters of the Arafura Sea. *Ind.Fish.Res. J.* 10 (1): 9-14.
- Badrudin, S. Nurhakim, & B. I. Prisantoso. 2008. Estimated unrecorded catch related to the number of licensed fishing vessel in the Arafura Sea. *Ind.Fish.Res.J.* 14 (1): 43-49.
- Bailey, C., A. Dwiponggo, and F. Marahudin. 1987. Indonesian marine capture fisheries. *ICLARM Studies and Reviews* 10. 196p.
- Clark, C.W. 1976. Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources. John Wiley and Sons, New York. 352p.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2000-2012. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia, 1999-2011*. DJPT, Jakarta.
- Food and Agriculture Organisation (FAO), 1995 & 2011. Code of Conduct for Responsible Fisheries. *FAO, Rome*. 41p.
- FAO. 1997. Fisheries management. *FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*. No. 4. Rome, FAO. 1997. 82p.
- FAO, 2003. Fisheries management. 2. The ecosystem approach to fisheries. *FAO Technical Guidelines*

- for Responsible Fisheries. No. 4, Suppl. 2. *FAO, Rome*. 112p.
- FAO, 2009. Guidelines for the Ecolabelling of Fish and Fishery Products from Marine Capture Fisheries. Revision 1. *FAO, Rome*. 97p.
- Fox, W.W. 1975. Fitting the generalized stock production model by least-squares and equilibrium approximation. *Fish.Bull.* 73(1): 23-37.
- Gayanilo, F. C., Jr. & D. Pauly. 1997. *FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) Reference Manual*. *FAO Computerized Information Series (Fisheries)*. No. 8. *Rome, FAO*. 262p.
- Gulland, J. A., 1983. *Fish stock assessment: a manual of basic methods*. *FAO/Wiley Series on Food and Agriculture, Vol.1: Wiley Interscience, Chichester, UK*. 223p.
- Immanuel, S., V.N. Pillai, E. Vivekanandan, K.N. Kurup & M. Srinath. 2003. A preliminary assessment of the coastal fishery resources in India – socioeconomic and bioeconomic perspective, p. 439 - 478. In G. Silvestre, L. Garces, I. Stobutzki, M. Ahmed, R.A. Valmonte-Santos, C. Luna, L. Lachica-Aliño, P. Munro, V. Christensen and D. Pauly (eds.) *Assessment, Management and Future Directions for Coastal Fisheries in Asian Countries*. *WorldFish Center Conference Proceeding*. 67, 1120p.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan nomor 45/Men/2011 tentang Estimasi Potensi Sumberdaya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia.
- Khan, M. A. A., N.U. Sada & Z.A. Chowdhury. 2003. Status of the demersal fishery resources of Bangladesh, p. 63 – 82. In G. Silvestre, L. Garces, I. Stobutzki, M. Ahmed, R.A. Valmonte-Santos, C. Luna, L. Lachica-Aliño, P. Munro, V. Christensen and D. Pauly (eds.) *Assessment, Management and Future Directions for Coastal Fisheries in Asian Countries*. *WorldFish Center Conference Proceeding*. 67, 1120p.
- Kongprom, A., P. Khaemakorn, M. Eiamsa-ard & M. Supongpan. 2003. Status of demersal fishery resources in the Gulf of Thailand, p. 137 - 152. In G. Silvestre, L. Garces, I. Stobutzki, M. Ahmed, R.A. Valmonte-Santos, C. Luna, L. Lachica-Aliño, P. Munro, V. Christensen and D. Pauly (eds.) *Assessment, Management and Future Directions for Coastal Fisheries in Asian Countries*. *WorldFish Center Conference Proceeding*. 67, 1120p.
- for Coastal Fisheries in Asian Countries. *WorldFish Center Conference Proceeding*. 67, 1120p.
- Marine Stewardship Council (MSC). 2010. *MSC Fishery Standard: Principles and criteria for sustainable fishing*. 8p. Available at [www.msc.org/documents/scheme-documents/msc-standards/MS environmental\\_standard\\_for\\_sustainable\\_fishing.pdf](http://www.msc.org/documents/scheme-documents/msc-standards/MS environmental_standard_for_sustainable_fishing.pdf).
- Musick, J.A. & R. Bonfil. 2004. *Elasmobranch Fisheries Management Techniques*. *Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC) Fisheries Working Group*, Singapore. 370p.
- Musick, J.A. & R. Bonfil. 2005. Management techniques for elasmobranch fisheries. *FAO Fish. Tec.Pap.* No. 474. *FAO, Rome*. 251p.
- Naamin, N dan B. Sumiono, 1983. Hasil sampingan (by-catch) pada penangkapan udang di perairan Laut Arafura dan sekitarnya. *Laporan LPPL*. 24: 45-55.
- Pauly, D. 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Studies and Reviews* 1, 35p.
- Purwanto. 2003. Status and management of the Java Sea fisheries, p. 793 - 832. In G. Silvestre, L. Garces, I. Stobutzki, M. Ahmed, R.A. Valmonte-Santos, C. Luna, L. Lachica-Aliño, P. Munro, V. Christensen and D. Pauly (eds.) *Assessment, Management and Future Directions for Coastal Fisheries in Asian Countries*. *WorldFish Center Conference Proceeding*. 67, 1120p.
- Purwanto. 2008. Resource rent generated in the Arafura shrimp fishery. *Final Draft*. Prepared for the World Bank PROFISH Program. Washington. D.C. 29p.
- Purwanto, 2010. The biological optimal level of the arafura shrimp fishery. *Ind.Fish.Res.J.* 16(2): 79-89.
- Purwanto, 2013. Produktivitas armada penangkapan dan potensi produksi perikanan udang di Laut Arafura. *J.Lit.Perik.Ind.* 19(3): 147-155.
- Purwanto, 2014. Angka acuan batas pemanfaatan stok udang dan ikan demersal di Laut Arafura. *J.Lit.Perik.Ind.* (1): 53-61.
- Sainsbury, K. 2008. *Best Practice Reference Points for Australian Fisheries*. *AFMA, Canberra*. 158p.

- Schaefer, M. B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries. *Bulletin of the Inter American Tropical Tuna Commission*, 1: 25-56.
- Schaefer, M. B. 1957. Some considerations of population dynamics and economics in relation to the management of marine fisheries. *J.Fish.Res.Board of Canada*, 14: 669-81.
- Talib, A., M. Mohammad Isa, I. Mohamad Saupi and Y. Sharum. 2003. Status of demersal fishery resources of Malaysia, p. 83 – 136. In G. Silvestre, L. Garces, I. Stobutzki, M. Ahmed, R.A. Valmonte-Santos, C. Luna, L. Lachica-Aliño, P. Munro, V. Christensen and D. Pauly (eds.) Assessment, Management and Future Directions for Coastal Fisheries in Asian Countries. *WorldFish Center Conference Proceeding*. 67, 1120p.
- Undang Undang Dasar Negara Republik Indonesia tahun 1945 (UUD 1945).
- Undang Undang (UU) nomor 31 tahun 2004 tentang Perikanan.
- Widodo, J., 1976. A checklist of fishes collected by Mutiara IV from November 1974 to November 1975. *Marine Fisheries Research/Contributions of the Demersal Fisheries Project No. 1*, Jakarta, 47–77.
- Widodo, J., Purwanto & S. Nurhakim. 2001. *Evaluasi Penangkapan Ikan di Perairan ZEEI Arafura: Pengkajian sumberdaya ikan demersal*. Direktorat Jenderal Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 50p.

Lampiran 1. Perkembangan jumlah kapal penangkap, upaya penangkapan, hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan dan produksi ikan demersal, serta proporsi hasil tangkapan yang tidak tercatat di Laut Arafura, 1999 – 2011.  
 Appendix 1. Development of the number of fishing vessels, fishing effort, catch per unit effort and production of demersal finfishes, and estimate proportion of unreported demersal finfish catch from the Arafura Sea, 1999 – 2011.

Tahun/Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2011	
Jumlah kapal yang memiliki SIPI (unit)/Number of licenced vessels (units)	V <sub>Ld</sub>	740	789	805	803	801	789	500	470	
	V <sub>Lu</sub>	463	526	458	408	406	331	341	120	
Upaya penangkapan (jumlah kapal pukat ikan 180 GT)/Fishing effort (the number of 180 GT fish trawlers)	E <sub>Ld</sub>	740	789	805	803	801	789	500	470	
	E <sub>Lu</sub>	301	342	298	265	264	215	196	78	
	E <sub>L</sub>	1041	1131	1103	1068	1065	1004	977	548	
	E <sub>i</sub>	292	316	289	233	169	109	61	343	714
Hasil tangkapan per satuan upaya (ton/kapal/tahun)/Catch per unit effort (tons/vessel/year)	E	1333	1447	1392	1301	1234	1113	1038	1262	
	U <sub>s</sub>	107.2	110.1	108.3	119.5	132.6	194.0	203.4	182.4	276.7
Hasil tangkapan keseluruhan (1000 ton/tahun)/Total catch (1000 tons/year)	U <sub>c</sub>	277.4	285.0	280.2	309.3	343.1	502.1	526.4	472.1	358.0
	h <sub>s</sub>	111.6	124.6	119.4	127.7	141.2	194.9	198.7	131.7	151.6
Estimasi proporsi hasil tangkapan yang tidak tercatat atau tidak dilaporkan/Estimate proportion of unreported catch (%)	h <sub>c</sub>	369.7	412.5	390.0	402.3	423.4	559.0	546.2	502.6	451.8
	%h <sub>u</sub>	69.8	69.8	69.4	68.3	66.7	65.1	63.6	73.8	66.4

**Keterangan/Remarks:**

- 1) dan/and 2) dari Direktorat PUP, DJPT/dari Directorate PUP, DGCFF;
- 4) hasil perhitungan dengan rumus/result of calculation by using the following equation:  $ELu = p \cdot VLu$ ;  $p = 0.65$ ;
- 5)  $EL = ELd + ELu$ ;
- 6) dari/from Purwanto (2008, 2010, 2013), kecuali tahun/except year 2007 yang diestimasi dengan cara/estimated by using a method used by Purwanto (2013);
- 7)  $E = EL + Ei$ ;
- 8) hasil perhitungan dengan rumus/result of calculation by using the following equation:  $U_s = h_s/E_i$ ;
- 9) hasil koreksi thd data statistik produksi perikanan tangkap menggunakan rumus/result of the correction to the statistical data of capture fisheries production by using the following equation:  $U_c = r \cdot U_s$ ;  $r = 2.59$ ;
- 10) dari/from DJPT (2001 – 2012);
- 11) hasil perhitungan dengan rumus/result of calculation by using the following equation:  $h_c = E \cdot U_c$ ;
- 12) hasil perhitungan dengan rumus/result of calculation by using the following equation:  $\%h_u = (1 - h_s/h_c) \cdot 100\%$ .