

## KONDISI TREND BIOMASSA IKAN LAYANG (*Decapterus* spp.) DI LAUT JAWA DAN SEKITARNYA

Duto Nugroho<sup>1)</sup>

### ABSTRAK

Ikan layang (*Decapterus* spp.) adalah salah satu komoditas perikanan pelagis kecil penting di Indonesia. Ikan layang (*Decapterus macrosoma* dan *D. russelli*) merupakan komponen utama ikan pelagis kecil di Laut Jawa. Ke-2 jenis ikan tersebut mendominasi hasil tangkapan pukat cincin lebih dari 50%. Perubahan eksploitasi terjadi melalui kapasitas penangkapan (ukuran kapal dan termasuk kekuatan mesin, serta perluasan daerah penangkapan) dan taktik penangkapan (penggunaan cahaya sebagai alat bantu mengumpulkan ikan menggantikan peranan rumpun), telah merubah efisiensi alat tangkap pukat cincin. Hasil penelitian menunjukkan stok (biomassa) ikan layang telah pulih kembali dalam tahun-tahun belakangan ini. Tetapi situasi sebaliknya ditunjukkan oleh hasil tangkapan yang menurun dan peningkatan upaya penangkapan. Berdasarkan pada mortalitas penangkapan dan upaya penangkapan yang disesuaikan kembali melalui  $F=q \cdot E$  membuktikan bahwa pulih stok bersifat palsu. Kenaikan laju mortalitas penangkapan telah menyebabkan penurunan stok ikan layang yang serius.

**KATA KUNCI:** ikan layang, *Decapterus* spp., penangkapan, Laut Jawa

**ABSTRACT:** *Biomasa trend condition of scads (Decapterus spp.) fishery in the Java Sea and its adjacent waters. By: Duto Nugroho*

*The scads (Decapterus spp.) are one of the most important species of small pelagic fish in Indonesia. The scads (Decapterus macrosoma and D. russelli) were the main component of small pelagic resources in the Java Sea. These species dominated catch of purse seiner more than 50%. Change in exploitation occurred through the fishing capacity (size of vessel, including main engine, and enlargement of the fishing areas) and the change fishing tactic (spotlight replaced, fish aggregating device), that has led to changes in efficiency of fishing gear. The results indicated that scads stock (biomass) has recovered in recent years. However, the opposite situation was showed by decreasing catch and increasing effort. Based on fishing mortality and effort readjusted through  $F=q \cdot E$  proved that recovery of scads stock was quasi (quasi recovery). The increasing fishing mortality rate has caused serious stock decline.*

**KEYWORDS:** *scads, Decapterus spp., fishing, Java Sea*

### PENDAHULUAN

Eksplorasi sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa mempunyai sejarah panjang. Sumber daya ikan tersebut telah lama dieksplorasi oleh berbagai alat tangkap, salah satunya adalah payang. Payang (*danish seine*) telah beroperasi di dekat pantai utara Laut Jawa dari Kepulauan Seribu (Jakarta) sampai dengan Kepulauan Kangean di bagian timur Laut Jawa (Rosendaal, 1910). Verloop (1904) mengatakan hasil tangkapan payang yang didaratkan di sepanjang pantai utara Jawa mencapai sekitar 28.000 ton. Pada 1909, hasil tangkapan alat ini di sekitar Kepulauan Kangean sekitar 9.000 ton, terutama jenis ikan layang (*Decapterus* spp.) (Kampen, 1922). Di Laut Jawa, paling sedikit terdapat 2 jenis ikan layang (*Decapterus russelli* dan *Decapterus macrosoma*). Ke-2 jenis ikan layang tersebut merupakan komponen utama di perairan ini,

dominasi jenis ikan ini terjadi pada daerah penangkapan yang dipengaruhi oleh massa air bersifat oseanik. Potier & Sadhotomo (1995) menyimpulkan bahwa ikan layang jenis *D. macrosoma* lebih bersifat oseanik daripada ikan layang jenis *D. russelli*. Sebelum pukat cincin beroperasi di Laut Jawa, ikan layang jenis *D. russelli* merupakan proporsi terbesar dari kategori ikan layang (*Decapterus* spp.). Interaksi antara *D. russelli* dan *D. macrosoma* terjadi di perairan bagian timur Laut Jawa dan bagian barat Selat Makassar, di mana *D. macrosoma* mendominasi hasil tangkapan pada bulan Oktober sampai dengan April, setelah itu digantikan oleh kenaikan hasil tangkapan *D. russelli* (Atmaja, 1999).

Sejak tahun 1970-an, perkembangan eksploitasi sumber daya ikan pelagis kecil di Laut Jawa sangat erat kaitan dengan perkembangan alat tangkap pukat cincin. Setelah pasca pelarangan pukat

<sup>1)</sup> Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

harimau tahun 1980, alat tangkap ini menjadi semi industri dan berkembang cepat, baik kapasitas penangkapan (ukuran kapal dan termasuk kekuatan mesin) dan perluasan daerah penangkapan, maupun peningkatan efisiensi penangkapan melalui penggunaan jumlah lampu sorot (cahaya) yang cenderung meningkat.

Beberapa peneliti telah mendiskusikan eksploitasi sumber daya ikan layang (*Decapterus* spp.) di Laut Jawa (Sadhotomo *et al.*, 1983; Atmaja, 1988; Widodo, 1988; Potier, 1998; Sadhotomo, 1998). Pada umumnya berkesimpulan berbeda. Indeks laju eksploitasi untuk *D. macrosoma* dan *D. russelli* telah mengalami penangkapan yang berlebihan ( $E > 0,5$ ) (Sadhotomo *et al.*, 1983; Atmaja, 1988). Widodo (1988) menyimpulkan bahwa tingkat pengusahaan stok *D. russelli* di bawah tingkat optimal, sedangkan *D. macrosoma* telah mengalami penangkapan yang berlebihan. Potier (1998) mengatakan bahwa nilai indeks laju eksploitasi untuk *D. macrosoma* dan *D. russelli* ( $E < 0,5$ ) dan  $E_{0,1}$  berkisar antara 0,41 sampai dengan 0,42. Sadhotomo (1998) mengajukan pertanyaan tentang kesimpulan berbeda tersebut apakah kondisi tingkat eksploitasi kurun waktu tahun 1993 sampai dengan 1995 lebih rendah daripada tahun-tahun sebelum (tahun 1981 sampai dengan 1982 dan tahun 1986 sampai dengan 1987). Pada kenyataan, ekspansi kapasitas kapal dan taktik penangkapan dimulai pada tahun 1986 sampai dengan 1987.

Dari pengamatan aspek reproduksi telah diketahui bahwa ke-2 jenis ikan layang ini mempunyai pola reproduksi yang berbeda. *D. russelli* yang tertangkap adalah ikan yang belum matang gonad dan ikan yang salin, sedangkan *D. macrosoma* sebagian besar didominasi oleh ikan yang reproduktif tidak aktif. Sangat sedikit contoh yang matang gonad memberi indikasi bahwa tertangkap ikan matang gonad tidak dalam bentuk gelombolan (Atmaja *et al.*, 1995; Atmaja, 1999; Atmaja & Sadhotomo, 2000). Dari pengamatan genetik disimpulkan bahwa *D. russelli* menyebar luas di paparan Sunda (Perrin, 1998), sedangkan *D. macrosoma* terdiri atas 2 populasi, yaitu populasi Laut Cina Selatan dan populasi Laut Jawa yang menyebar dari bagian timur Laut Jawa sampai dengan Selat Makassar dan bagian utara Sulawesi (Arnaud, 1998).

Aplikasi model produksi surplus pada perikanan *multi species* didasarkan pada konsep sistem unit tunggal dari gabungan beberapa spesies yang mempunyai karakteristik biologi sama dan tidak ada hubungan pemangsa-mangsa. Ikan layang sebagai komponen utama (*key species*) sumber

daya ikan pelagis kecil memenuhi asumsi tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status ikan layang berdasarkan pada variasi model produksi surplus, yaitu dinamika biomasa dan mortalitas penangkapan.

**BAHAN DAN METODE**

Ikan-ikan pelagis kecil di Laut Jawa ditangkap dengan menggunakan berbagai jenis alat tangkap baik di perairan pantai maupun di perairan lepas pantai, di mana sebagian besar produksi berasal dari armada perikanan pukat cincin. Kelompok jenis ikan layang (*Decapterus* spp.) merupakan komponen utama di perairan ini. Untuk alasan ini diasumsikan bahwa hasil tangkapan berasal dari populasi sama.

Sumber data berasal dari kapal pukat cincin komersial yang berpangkalan di Pekalongan dan Juwana, yaitu data berupa hasil tangkapan dan upaya penangkapan selama kurun waktu tahun 1976 sampai dengan 2004. Rata-rata produksi ikan layang tersebut dibandingkan dengan produksi ikan layang seluruh Laut Jawa dari statistik perikanan Indonesia hanya mewakili sekitar 40%. Hal ini, disebabkan berlawanannya *trend*, di mana *trend* produksi ikan layang dari statistik perikanan Indonesia cenderung terus meningkat, sedangkan produksi ikan layang dari pukat cincin telah menurun drastis (Lampiran 1).

Dalam kajian stok ikan, laju pertumbuhan stok (produksi surplus) dapat digambarkan sebagai fungsi logistik atau fungsi gompertz, yaitu:

Fungsi logistik:  
 $F(B) = rB_i(1 - B_i/K)$  ..... (1)

Fungsi gompertz:  
 $F(B) = rB_i \ln(K/B_i)$  ..... (2)

Perubahan stok ikan per waktu akibat penangkapan adalah selisih antara laju pertumbuhan stok dikurangi dengan hasil tangkapan (C) secara matematik dapat ditulis:

$\partial B/\partial t = F(B) - C$  atau  $\Delta B/\Delta t = F(B) - C$  ..... (3)

Jika  $\Delta t = 1$  tahun maka persamaan (3) dapat ditulis:

$B_{t+1} = B_t + F(B) - C$  ..... (4)

Hasil tangkapan ditentukan oleh upaya penangkapan dengan berpatokan bahwa

mortalitas penangkapan sebanding upaya penangkapan, yaitu:

$$F=q*E, C=qBE \text{ atau } C/B=q*E \dots\dots\dots (5)$$

Hasil tangkapan lestari dihitung berdasarkan pada fungsi logistik berikut:

$$C=\alpha E-\beta * E^2, \text{ di mana } \alpha=qK \text{ dan } \beta=q^2K/r \dots\dots\dots (6)$$

$$E_{MSY}=\alpha/2*\beta=r/2q, C_{MSY}=\alpha^2/4*\beta = rK/4$$

$$F_{MSY}=r/2 \text{ dan } B_{MSY}=K/2=2C_{MSY}/r$$

Fungsi gompertz:

$$C=qKE*EXP-(q/r*E) \dots\dots\dots (7)$$

$$E_{MSY}=r/q, C_{MSY}=r*K*EXP(-1)$$

$$F_{MSY}=r \text{ dan } B_{MSY}=K*EXP(-1)=C_{MSY}/r$$

Nilai parameter biologi K (*enviromental carrying capacity*), q (koefisien daya tangkap), dan r (laju pertumbuhan intrinsik) diduga melalui fungsi gompertz dan fungsi logistik, sebagai berikut:

Fungsi gompertz menggunakan prosedur (Clarke, *et al.*, 1992):

$$\ln(U_{t+1})=2r/(2+r) \ln(qK)+(2-r)/(2+r)\ln (U_t)-q/(2+r) (E_t+E_{t+1}) \dots\dots\dots (8)$$

atau  $Y=\beta_0+\beta_1X_1-\beta_2 X_2$

Fungsi logistik menggunakan prosedur Walters & Hilborn (1976) *diacu dalam* Hilborn & Walters (1992):

$$(U_{t+1}/U_t)-1=r-r/(q*K)U_t-qE_t \dots\dots\dots (9)$$

atau  $Y=\beta_0.\beta_1 X_1-\beta_2 X_2$

di mana:

- C = hasil tangkapan
- q = koefisien kemampuan tangkap
- E = upaya penangkapan
- B = biomassa
- F = mortalitas penangkapan
- U = hasil tangkapan per upaya penangkapan (*catch per unit of effort*)
- r = laju pertumbuhan intrinsik

**HASIL DAN BAHASAN**

**Perkembangan Produksi Ikan Layang (*Decapterus spp.*) dan Upaya Penangkapan**

Perkembangan alat tangkap pukat cincin di pantai utara Jawa, sejalan dengan dinamika perikanan yang dicirikan oleh ekspansi kapasitas kapal (ukuran kapal dan termasuk kekuatan mesin, serta perluasan daerah penangkapan), perluasan

daerah dan perubahan taktik penangkapan (penggunaan cahaya sebagai alat bantu pengumpul ikan menggantikan peranan rumpon), telah merubah efisiensi alat tangkap pukat cincin. Berdasarkan pada Gambar 1b dapat dilihat bahwa jumlah hari operasi penangkapan (E) cenderung terus meningkat.

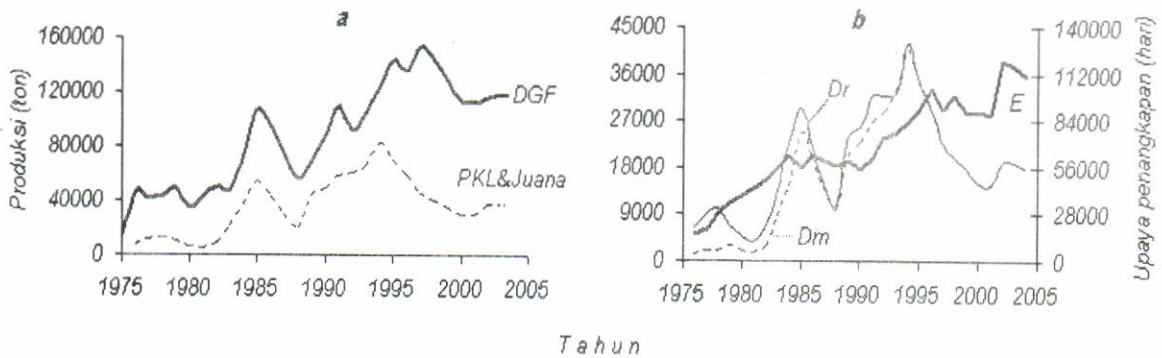
Seiring dengan dinamika perikanan pukat cincin, produksi ikan layang terus meningkat dengan puncak pada tahun 1985 mencapai sekitar 54.000 ton atau 107.000 ton berdasarkan pada statistik perikanan, kemudian menurun sangat tajam mencapai 21.000 ton pada tahun 1988. Sejak tahun 1989, produksi ikan layang meningkat kembali dan mencapai puncak produksi pada tahun 1995. Berdasarkan pada statistik perikanan Indonesia, sejak tahun 1988 sampai dengan 1997 *trend* produksi cenderung terus meningkat. Sadhotomo (1998) mengatakan bahwa produksi ikan berdasarkan pada statistik perikanan Indonesia cenderung meningkat sekitar 4 sampai dengan 10% per tahun, apapun kondisi perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (2004) memperlihatkan perkembangan produksi perikanan ikan laut meningkat rata-rata 5,4% selama kurun waktu tahun 2001 sampai dengan 2003. Sebaliknya realitis perikanan memperlihatkan bahwa produksi ikan layang yang berasal dari perikanan pukat cincin cenderung terus menurun (Gambar 1a). Sebelum ekspansi daerah penangkapan ikan layang (*D. russelli*) merupakan proporsi terbesar (>70%) dari ke-2 jenis ikan layang (*D. russelli* dan *D. macrosoma*) yang tertangkap di Laut Jawa dan sekitar (Gambar 1b).

**Laju Pertumbuhan Fungsi Logistik vs Gompertz**

Perubahan kelimpahan stok ikan dipengaruhi 3 parameter dari produksi surplus, yaitu pertumbuhan intrinsik (r), *carrying capacity* (K), koefisien kemampuan tangkap (q), ke-3 parameter ini sangat menentukan besaran stok ikan dan hasil tangkapan. Pendugaan parameter produksi surplus yang diperoleh dari ke-2 metode (laju pertumbuhan logistik Walters & Hilborn, 1976 dan pertumbuhan gompertz Clarke, Yoshimoto & Pooley, 1992) diterakan pada Tabel 1 dan Gambar 2.

**Dinamika Perilaku Biomassa**

Sejauh tidak terjadi perubahan faktor lingkungan, seperti kegagalan peremajaan akibat anomali klimatologi, bencana alam, dan polusi yang menyapu sebagian besar populasi ikan. Perubahan stok ikan hanya dipengaruhi oleh hasil tangkapan, maka bagaimana hasil tangkapan mempengaruhi populasi ikan dapat dihitung secara



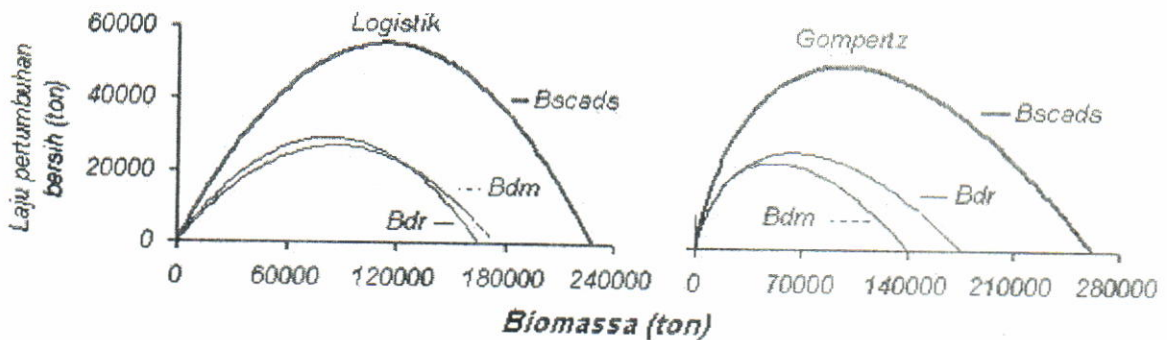
Gambar 1. Produksi ikan layang (*D. russelli* dan *D. macrosoma*) dan upaya penangkapan pukat cincin. Keterangan: CPKL+Juwana = produksi ikan layang dari tempat pendaratan ikan Pekalongan dan Juwana; Statistik DGF = statistik perikanan Indonesia; Dr = *D. russelli*; Dm = *D. macrosoma*; E = upaya penangkapan, hari

Figure 1. Production of scads (*D. russelli* and *D. macrosoma*) and effort of purse seine. Remarks: CPKL+Juwana = Production of scads at Pekalongan and Juwana Landing Place; Statistik DGF = fisheries statistics of Indonesia; Dr = *D. russelli*; Dm = *D. macrosoma*; E = effort, day

Tabel 1. Parameter fungsi produksi surplus dari model logistik dan gompertz berdasarkan pada sumber data Pekalongan dan Juwana

Table 1. Parameters of surplus production function from logistic and gompertz model based on source data Pekalongan and Juwana

Parameter	Logistik			Gompertz		
	Dm	Dr	<i>Decapterus spp.</i>	Dm	Dr	<i>Decapterus spp.</i>
r	0,62	0,7	0,97	0,46	0,41	0,52
K (x1000 ton)	174,3	165,8	228	141,1	176	262,2
q (x10 <sup>-5</sup> )	0,42	0,51	0,68	0,89	0,91	1,05
E <sub>MSY</sub> (x1000 hari)	73,2	68,6	70,9	51,2	45,1	49,4
C <sub>MSY</sub> (x1000 ton)	26,8	29,7	55,3	23,8	26,5	50
B <sub>MSY</sub> (x1000 ton)	87	82,9	114	51,9	64,7	96,5
F <sub>MSY</sub>	0,31	0,35	0,48	0,23	0,41	0,52

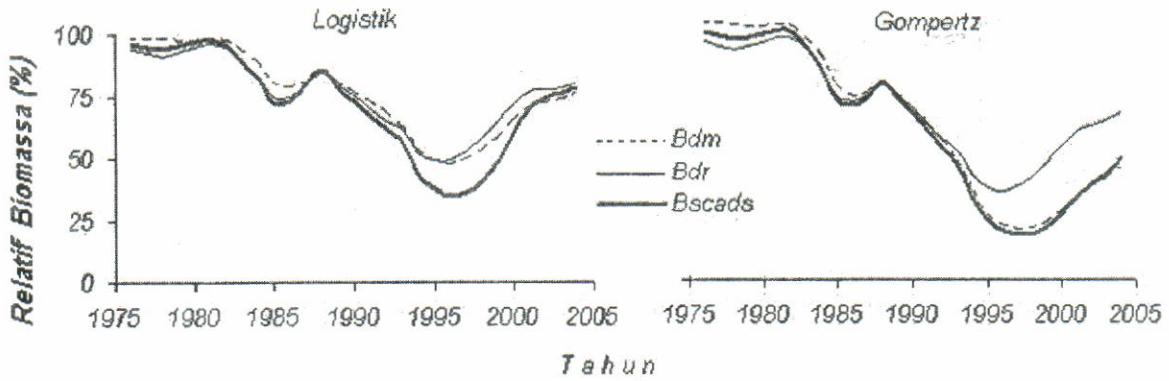


Gambar 2. Kurva pertumbuhan bersih stok ikan layang (*Decapterus spp.*). Keterangan: Bscads = *Decapterus spp.*; Bdm = *D. macrosoma*; dan Bdr = *D. russelli*

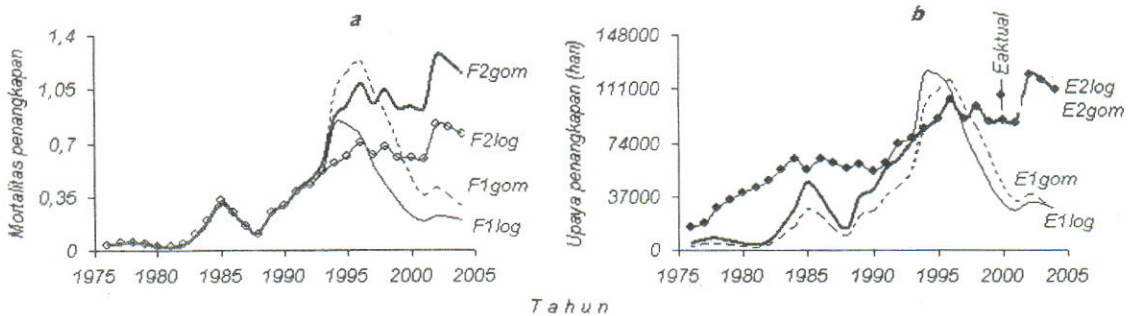
Figure 2. Net growth of scads stocks (*Decapterus spp.*). Remarks: Bscads = *Decapterus spp.*; Bdm = *D. macrosoma*; and Bdr = *D. russelli*

matematik, yang ditunjukkan oleh perubahan biomassa (Gambar 3). Biomassa ikan layang cenderung meningkat selama 5 tahun terakhir ini karena produksi surplus lebih besar dari hasil tangkapan, sehingga penurunan mortalitas penangkapan (F1) (Gambar 4a).

Secara teoritis, peningkatan biomassa ikan layang harus diikuti dengan kenaikan hasil tangkapan per satuan upaya. Situasi perikanan pukat cincin saat ini memperlihatkan hasil tangkapan terus menurun dan rata-rata hari operasi penangkapan terus naik, walaupun



Gambar 3. Dinamika biomassa ikan layang (%).  
 Keterangan: Bdm = biomassa *D. Macrosoma*; Bdr = biomassa *D. Russellii*; Bscads = biomassa ke-2 ikan layang  
 Dynamics of scads biomass (%).  
 Remarks: Bdm = biomass of *D. macrosoma*; Bdr = biomass of *D. russelli*; Bscads = biomass of *D. macrosoma* and *D. russelli*



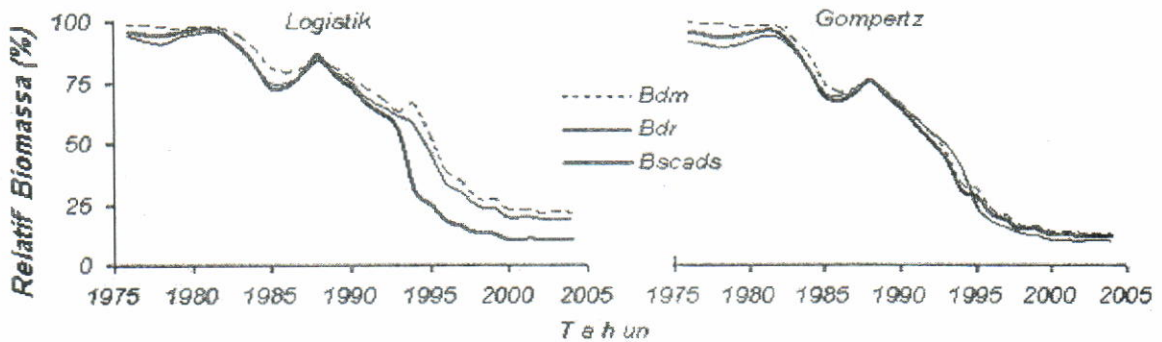
Gambar 4. Mortalitas penangkapan ikan layang (*Decapterus spp.*) setelah  $F_{MSY}$  diboboti dengan  $F=q \cdot E$ , F1 (sebelum) dan F2 (sesudah), serta perbandingan upaya penangkapan aktual (Eaktual) dengan upaya penangkapan E1 (sebelum) dan E2 (sesudah), gom=Gompertz, log=Logistik.  
 Figure 4. Fishing mortality of scads (*Decapterus spp.*) after  $F_{MSY}$  weighted by  $F=q \cdot E$ , F1 (before) and F2 (after), and comparison actual effort with effort before and after weighted by  $F=q \cdot E$ , gom=Gompertz, log=Logistik.

kemampuan tangkap cenderung meningkat. Hal ini, menunjukkan nelayan semakin sulit mencari gelombongan ikan. Dari kenyataan tersebut menunjukkan kondisi biomassa ikan layang berlanjut menurun atau pulih stok bersifat semu (*quasi recovery*).

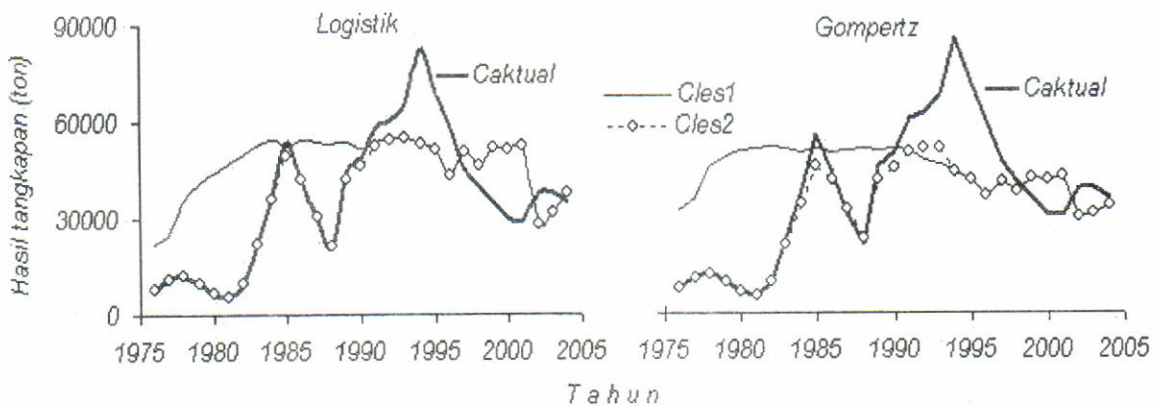
Dengan nilai koefisien kemampuan tangkap ( $q$ ) konstan diperoleh upaya penangkapan ( $E_1$ ) yang menurun (Gambar 4b), jika upaya penangkapan (eaktual) tetap, maka yang berubah adalah nilai  $q$ , dengan slope setelah  $F_{MSY}$  adalah negatif. Dengan slope  $q$  negatif dan  $E_1$  lebih kecil daripada Eaktual menunjukkan ketidaksesuaian dengan asumsi awal bahwa mortalitas penangkapan ( $F$ ) proposional dengan upaya penangkapan ( $E$ ). Berdasarkan pada mortalitas penangkapan dan upaya penangkapan yang telah diboboti koefisien kemampuan tangkap. Mortalitas penangkapan ikan layang (*Decapterus spp.*) setelah  $F_{MSY}$  disesuaikan kembali dengan persamaan (5), maka diperoleh

nilai F2 yang cenderung meningkat (Gambar 4a). Selanjutnya, upaya penangkapan ( $E_2$ ) dihitung dari F2 dengan koefisien kemampuan tangkap ( $q$ ) dari Tabel 1. Dengan cara ini diperoleh nilai  $E_2$  berimpitan dengan Eaktual, kecuali sebelum  $F_{MSY}$ , upaya penangkapan  $E_2$  (tahun 1976 sampai dengan 1993) lebih kecil daripada Eaktual (Gambar 4b). Dengan kenaikan mortalitas penangkapan ( $F_2$ ) tersebut mengakibatkan biomassa turun drastis mencapai kurang dari 25% dari biomassa awal (Gambar 5).

Pada Gambar 6 dapat dilihat kontradiktif antara hasil tangkapan lestari ( $Cles_1$ ) yang dihitung dari upaya penangkapan aktual dengan hasil tangkapan aktual pada perkembangan awal perikanan pukat cincin dan pada saat hasil tangkapan menurun, di mana hasil tangkapan aktual di bawah hasil tangkapan lestari. Pada posisi ini dapat diartikan bahwa peningkatan upaya penangkapan belum membahayakan kelestarian



Gambar 5. Dinamika biomassa ikan layang (*Decapterus spp.*) setelah  $F_{MSY}$  diboboti dengan  $F=q \cdot E$ .  
 Figure 5. Dynamics of scads (*Decapterus spp.*) after  $F_{MSY}$  weighted by  $F=q \cdot E$ .  
 Remarks: Bdm = biomass of *D. macrosoma*; Bdr = biomass of *D. russelli*; Bscads = biomass of *D. macrosoma* and *D. russelli*



Gambar 6. Perbandingan hasil tangkapan aktual dengan hasil tangkapan lestari ikan layang.  
 Keterangan: Caktual = hasil tangkapan aktual; Cles1 = hasil tangkapan lestari dengan upaya penangkapan aktual; dan Cles2 = hasil tangkapan lestari setelah upaya penangkapan diboboti  $F=q \cdot E$   
 Figure 6. Comparison of actual catch and sustainable yield of scads.  
 Remarks: Caktual = actual catch; Cles1 = sustainable yield of scads after effort weighted by  $F=q \cdot E$

sumber daya ikan layang. Sedangkan hasil tangkapan lestari (Cles2) dari upaya penangkapan ( $E_2$ ) menunjukkan tingkat produksi hampir berimpitan dengan hasil tangkapan lestari, kecuali dari tahun 1992 sampai dengan 1997 memperlihatkan hasil tangkapan di atas hasil tangkapan lestari, kemudian dari tahun 1998 sampai dengan 2001 hasil tangkapan di bawah hasil tangkapan lestari dan selanjutnya hasil tangkapan kembali di atas hasil tangkapan lestari. Dengan demikian, indikasi sangat nyata bahwa setelah tahun 1992, tingkat eksploitasi telah melampaui hasil tangkapan lestari (*marginal sustainable yield*).

**KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan pada mortalitas penangkapan dan upaya penangkapan yang telah diboboti

koefisien kemampuan tangkap ( $F=q \cdot E$ ), hasil tangkapan terus menurun dan rata-rata hari operasi penangkapan terus meningkat menunjukkan nelayan semakin sulit mencari gelombongan ikan. Pulih biomassa (stok) ikan layang bersifat semu (*quasi recovery*).

2. Ekspansi kapasitas kapal (ukuran kapal dan termasuk kekuatan mesin, serta perluasan daerah penangkapan) dan taktik penangkapan telah menyebabkan peningkatan laju mortalitas penangkapan dan penurunan stok ikan layang yang serius.
3. Penurunan stok ikan seyogyanya, direspon melaksanakan tindakan konservasi untuk membangun kembali stok. Solusi jangka pendek melalui regulasi tidak harus membekukan upaya penangkapan dan jumlah kapal yang ada, tetapi membatasi akses kapal baru. Jangka panjang melalui regulasi mengenai peningkatan taktik penangkapan dan mengontrol penggunaan jumlah lampu sorot.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arnaud, S. 1998. Le chinchard, *Decapterus macrosoma*, poisson pélagique de Mer de Java, un exemple d'espèce marine génétiquement structurée. Mem. DEA. USTL-ENSAM. Montpellier. 21 p.
- Atmaja, S. B. 1988. Estimation of growth and mortality of round scad (*Decapterus macrosoma*) in the Java Sea, Indonesia. In Venema S, J. M Christensen, & D. Pauly (Eds): Contribution to Tropical Fisheries Biology: Paper by Participant of FAO/DANIDA Follow-up Training Courses. FAO Fisheries Report 189: 324-345.
- , 1999. Variasi geografis hasil tangkapan ikan layang (*Decapterus* spp.) di perairan bagian selatan Paparan Sunda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. Vol.V (3): 63-71.
- Atmaja, S. B., B. Sadhotomo, & Suwarso. 1995. Reproduction of main small pelagic species in Java Sea. In Potier & S. Nurhakim (Eds.): Biology, Dynamics, and Exploitation of small pelagic in Java Sea. AARD/ORSTOM. 69-84.
- Atmaja, S. B. & B. Sadhotomo. 2000. Variasi geografis hasil tangkapan pukat cincin di bagian selatan Paparan Sunda. *Prosiding Seminar Keanekaragaman Hayati Ikan*. Pusat Studi Ilmu Hayati Institut Pertanian Bogor-Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. 221-218.
- Clarke, R. P., S. S. Yoshimoto, & S. G. Pooley. 1992. A bioeconomic analysis of the North-Western Hawaiian Islands. Lobster Fishery. *Marine Resources Economics*. 7 (2): 115-140.
- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 2004. Pencapaian pembangunan perikanan tangkap tahun 2001 sampai dengan 2003. Departemen Kelautan dan Perikanan. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap. 57 p.
- Hilborn, R. & C. J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics, and uncertainty. Chapman and Hall. New York. London. 570 p.
- Kampen Van, P. N. 1922. Visscherij en vischteelt in Nederlandsch Indie. H. D. Tjeenk Willink & Zoon. Harlem. 106 p.
- Perrin, C. 1998. Phylogénie de l'ADN mitochondrial, structure géographique et reconstruction de l'histoire évolutive des populations du complexes d'espèce *Decapterus* cf. *russellii* dans le sud est asiatique. Mem. DEA. Univ. Mediterranee Aix-Marseille II. 43 p.
- Potier, M. & B. Sadhotomo. 1995. Exploitation of the large and medium seiners fisheries. In Potier & Nurhakim (Eds.): Biology, Dynamic, and Exploitation. AARD/ORSTOM. 195-214.
- Potier, M. 1998. *Pêcherie de layang et senneurs semi industriels Javanais: Perspective historique et approche système*. Phd Thesis. Université de Montpellier II. 280 p.
- Rosendaal Van, A. M., 1910. De layangvisscherij in de Java zee en in Straat Madoera. *Mededelingen van het visscherij station te Batavia*. Buitenzorg. 5. 21-24.
- Sadhotomo, B., S. B. Atmaja, & S. Nurhakim. 1983. Pendugaan parameter pertumbuhan, indeks kematian, dan yield per rekrut ikan layang, *Decapterus maruadsi* (Temminck, Schlegel) di Laut Jawa. Jawa. Laporan Penelitian Perikanan Laut. 27: 1-9.
- Sadhotomo, B. 1998. *Bioécologie des principales espèces pélagiques exploitées en mer de Java*. Phd Thesis. Université de Montpellier II. 364 p.
- Statistik perikanan Indonesia (*Fisheries statistics of Indonesia*). 1976-2002. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta.
- Verloop, G. N. 1904. Het zeevisscherij bedrijf: Haar toestand in 1870 to 1902, Haar achteruitgang en middelen tot herstel. *Tijdschrift voor nijverheid en landbouw in Nederlandsch-Indië*. 69. 27-33.
- Widodo, J. 1988. Dynamic pool analysis of *Ikan Layang* (*Decapterus* spp.) in the Java Sea. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*. No.47: 39-48.

- Lampiran 1. Produksi ikan layang dan upaya penangkapan pukat cincin di Pekalongan dan Juwana, serta produksi ikan layang menurut statistik perikanan Indonesia
- Appendix 1. Production of scads (*D. russelli* and *D. macrosoma*) and effort of purse seine at Pekalongan and Juwana landing places, and production of scads by fisheries statistics of Indonesia

Tahun	Upaya penangkapan (hari)	Layang (ton)	<i>D. russelli</i> (ton)	<i>D. macrosoma</i> (ton)	Statistik DGF (ton)
1976	15.720	7.759	6.428	1.332	46.468
1977	18.500	11.040	9.165	1.875	40.859
1978	28.800	12.271	10.160	2.110	44.092
1979	35.059	9.713	6.714	2.999	48.939
1980	39.236	6.628	4.569	2.059	34.414
1981	43.542	5.315	3.630	1.685	42.408
1982	48.492	9.601	6.609	2.993	50.401
1983	55.327	22.343	13.561	8.782	47.263
1984	63.511	37.398	22.754	14.644	73.284
1985	55.931	53.998	29.331	24.667	106.878
1986	63.484	42.169	22.136	20.032	94.492
1987	60.465	29.424	15.048	14.376	74.676
1988	56.865	20.774	10.717	10.057	55.005
1989	59.636	44.497	24.113	20.384	67.746
1990	54.532	48.676	25.593	23.084	87.345
1991	60.569	58.432	31.651	26.781	109.255
1992	73.221	60.542	31.733	28.809	91.783
1993	76.929	65.527	32.503	33.023	104.243
1994	83.525	82.671	42.042	40.629	124.439
1995	90.267	69.366	34.440	34.927	143.780
1996	103.283	58.289	29.144	29.144	135.990
1997	90.760	45.609	22.804	22.804	153.571
1998	99.370	39.872	19.936	19.936	143.433
1999	88.457	35.180	17.590	17.590	128.590
2000	89.244	29.809	14.905	14.905	113.435
2001	87.240	29.405	14.703	14.703	114.419
2002	120.296	38.025	19.013	19.013	115.979
2003	116.998	37.687	18.844	18.844	118.169
2004	110.507	34.877	17.438	17.438	