

Full Paper

STUDI POTENSI DAN DINAMIKA STOK IKAN LEMURU (*Sardinella lemuru*) DI SELAT BALI SERTA ALTERNATIF PENANGKAPANNYA

STUDY OF POTENTIAL AND STOCK DYNAMICS OF OIL SARDINE (*Sardinella lemuru*) IN BALI STRAITS AND ITS ALTERNATIVE FISHERIES MANAGEMENT

Daduk Setyohadi¹⁾

Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Jl. Veteran Malang 65145, Telp: (0341) 553512, Fax: (0341) 553837,
Penulis untuk korespondensi: E-mail: dsetyohadi@yahoo.com

Abstract

The research was conducted at Bali Straits on April to September 2007. The aims of this study were (1) to estimate potential sustainable yield (MSY) and total allowable catch (TAC); (2) to estimate status and potential exploitation; and (3) to make some scenario of the alternatives fisheries management. Catch-effort data time series was taken from Fisheries Statistics Report of Bali. The data analysis was performed by using holistic models as stated by Walter & Hilborn (1976) and Schnut (1977). The result of this research showed that the potential sustainable reserve of oil sardine (Be); MSY and TAC were 208,152.2; 23,447.9 and 18,758.3 ton year⁻¹, respectively. Exploitation rate was equal to 105% yr⁻¹, it means the exploitation status of the oil sardine was over exploited. The scenario of this fisheries management of purse seine should be maintained at 24 unit yr⁻¹, the potential sustainable reserve will reach 207,000 ton in year 2020 and the MSY will be increased twice.

Keywords: Bali Strait, catch, oil sardine, sustainable

Pengantar

Perairan Selat Bali terletak di antara Pulau Jawa di sebelah barat dan Pulau Bali di sebelah timur. Di sebelah utara dibatasi oleh Laut Bali dan di sebelah selatan oleh Samudera Indonesia. Perairan ini berbentuk corong dengan lebar bagian sebelah utara kira-kira 2,5 km dan bagian selatan kurang lebih 55 km, dan dengan luas perairan kira-kira 2.500 km² (Ritterbush, 1975). Karena bentuknya seperti corong yang menghadap ke selatan, maka perairan Selat Bali cenderung untuk dipengaruhi oleh massa air dari Samudra Indonesia dibanding oleh massa air dari Laut Flores (Burhanuddin & Prasetyo, 1982). Berdasarkan karakteristik oseanografis dan sumberdaya ikan, perairan laut Selat Bali masuk sub area 4 yang merupakan daerah ruaya dari ikan lemuru, sehingga perikanan lemuru di Selat Bali dinamakan *Sardinella lemuru*, sangat spesifik dan satu-satunya di Indonesia (Pet, *et al.*, 1997; Setyohadi, *et al.*, 1998;).

Ditinjau dari segi lingkungan, di perairan Selat Bali terjadi proses penaikan air pada Musim Timur, sehingga perairan ini menjadi kaya akan bahan makanan yang sangat dibutuhkan oleh ikan-ikan lemuru. Jenis ikan lemuru ini biasanya mendiami daerah-daerah dimana terjadi proses penaikan air, sehingga dapat mencapai biomassa yang tinggi.

Oleh karena itu ikan lemuru tergantung sekali kepada perubahan-perubahan lingkungan perairan (Wudianto, 2001).

Dilihat dari volume produksi selama kurun waktu 30 tahun, kontribusi hasil tangkapan ikan lemuru rata-rata sekitar 85%, sedangkan dari nilai produksi 70% dari total hasil tangkapan Selat Bali (Anonim, 1977-2007).

Perikanan lemuru di perairan Selat Bali sudah berkembang dengan cukup pesat sejak puluhan tahun yang lalu. Akan tetapi sampai saat ini belum diterapkan teknik pengelolaan yang memadai. Penetapan jumlah alat tangkap pukat cincin (*purse-seine*) yang boleh beroperasi tidak didasarkan pada potensi stok ikan lemuru yang ada, akan tetapi lebih berdasarkan pada jumlah alat tangkap yang telah ada (Merta, 1992; Setyohadi, *et al.*, 1998). Kesenjangan ini dapat terjadi karena setiap peraturan yang dibuat tidak disertai dengan pengawasan pelaksanaannya yang cukup. Sebagai akibatnya pada awal-awal implementasi Surat keputusan Bersama (SKB), jumlah pukat cincin yang beroperasi selalu lebih besar dari pada jumlah yang diijinkan (Anonim, 2000).

Penangkapan berlebih (*overfishing*) menguras sumberdaya dan berdampak pada hilangnya sumber mata pencaharian nelayan. Pemerintah

melalui Departemen Kelautan dan Perikanan (DKP) mendapat mandat dalam mengatur perikanan tangkap sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya penangkapan berlebih, mencegah terkurasnya sumberdaya dan memaksimalkan keuntungan jangka panjang dari nelayan. Pengaturan jumlah unit alat tangkap purse seine yang boleh beroperasi, berdasarkan Surat Keputusan Bersama Gubernur Propinsi Bali dan Jawa Timur lebih didasarkan pada kondisi perikanan in situ, dibandingkan pertimbangan sumberdaya ikan lemuru hasil pengkajian stok.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (1) memperoleh data dan pengetahuan mengenai beberapa parameter populasi ikan lemuru meliputi: r = laju pertumbuhan intrinsik stok biomas; k = daya dukung maksimum lingkungan alami; q = kemampuan penangkapan; (2) menduga potensi stok cadangan dan tangkapan lestari, jumlah alat tangkap berimbang lestari, serta Jumlah tangkapan yang dibolehkan; (3) menduga status perikanan lemuru dan tingkat pemanfaatannya dan (4) membuat simulasi dinamika stok cadangan dan hasil tangkapan perikanan lemuru terhadap perubahan upaya penangkapan di paparan Bali sampai dengan tahun 2020.

Bahan dan Metode

Pendugaan atau pengkajian potensi cadangan lestari (Be) dan potensi tangkapan lestari secara biologi (*Maximum Sustainable Yield*, MSY) menggunakan Model Holistik dengan metode Walter & Hilborn (1976) dan Schnut (1977).

Data yang digunakan ialah data produksi ikan lemuru dan jumlah trip lima jenis alat tangkap pukat cincin, pukat pantai, jaring insang hanyut, jaring insang tetap, dan alat tangkap lain (Anonim, 1977-2007). Data alat tangkap distandarkan (dikonversikan) ke dalam satu alat tangkap yang dominan untuk menangkap ikan lemuru yaitu standar pukat cincin (standarisasi eksternal) dengan persamaan:

$$CpUE = \frac{Q_{i=1}^n \times C_{fish}}{E_{i=1}^n} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

$CpUE$ = hasil tangkapan per unit upaya

$Q_{i=1}^n$ = rata-rata porsi alat tangkap 1 terhadap total produksi ikan lemuru

C_{fish} = rata-rata hasil tangkap ikan lemuru oleh alat tangkap ke-i (ton)

$E_{i=1}^n$ = rata-rata *effort* total dari alat tangkap standar (trip)

$$RFP = \frac{U_i^n = 1}{U_{PS}} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

RFP = indeks konversi alat tangkap l ($l = 1 + n$)

U_i^n = *Catch per Unit Effort* alat tangkap ke-1 – ke-4

U_{PS} = *Catch per Unit Effort* dari alat standar pukat cincin

RFP yang didapat dari persamaan 2, akan digunakan untuk menghitung jumlah *effort* standar pukat cincin, sebagai berikut:

$$E_{(STD)_t} = \sum_{i=1}^n (RFP \times E_{i(t)}) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$E_{(STD)_t}$ = jumlah *effort* alat tangkap standar pada tahun ke-t (trip)

RFP_t = indeks konversi alat tangkap ke-i ($l = 1-n$)

$E_{i(t)}$ = jumlah alat tangkap / jenis alat ke-i pada tahun ke-t (trip).

Panjang jaring digunakan sebagai faktor peubah (konversi internal) kemampuan penangkapan (q) alat pukat cincin (trip) (Setyohadi, *et al.*, 2003). Panjang jaring pada periode tahun terakhir 2001-2006 ditetapkan sebagai standar (konversi 1), dengan persamaan berikut :

$$E_{(Std)} = \sum_{i=1}^n Konv_{i(t)} \times E_{(Std)i(t)} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$E_{(std)}$ = Jumlah *Effort (trip)* standar internal pukat cincin

$Konv_{i(t)}$ = Nilai koefisien peubah panjang jaring standar pada periode ke-t

$E_{(Std)i(t)}$ = Jumlah *effort (trip)* standar antar alat tangkap pada periode ke-t

Potensi cadangan, tangkapan, serta jumlah alat tangkap lestari (Be , Y_{MSY} , dan f_{MSY})

Hasil tangkapan merupakan fungsi dari alat tangkap dalam bentuk kuadratik.

$$Y = qk * f - \frac{q^2 k}{r} * f^2 \dots\dots\dots (5)$$

$$Y = r * B_t - \frac{r}{k} * B_t^2 \dots\dots\dots(6)$$

Pendugaan parameter populasi menggunakan model Walter & Hilborn (1976) (Persamaan 7), dan model Schnut (1977) (Persamaan 8) sebagai berikut:

$$(U_{t+1} - Ut) = r * Ut (\frac{r}{k * q}) * Ut^2 - q * Ut * Et \dots(7)$$

$$\ln(\frac{\bar{U}_{t+1}}{\bar{U}_t}) = r - [q * (\frac{\bar{B}_t + \bar{B}_{t+1}}{2})] - [(\frac{r}{q * k}) * (\frac{\bar{U}_t + \bar{U}_{t+1}}{2})] \dots (8)$$

Ordinat titik puncak pada persamaan (6) merupakan potensi cadangan lestari, dengan persamaan:

$$Be = \frac{k}{2}$$

Sedangkan koordinat titik puncak persamaan (5) yang merupakan jumlah effort maksimum lestari (f_{MSY}), dan hasil tangkap maksimum lestari (Y_{MSY}) dapat dihitung dengan rumus:

$$E_{opt} = \frac{r}{2 * q} ; \text{ dan } C_{MSY} = \frac{1}{4} * r * k$$

dimana :

- Be = potensi cadangan lestasi;
- Y_{MSY} = Hasil tangkapan maksimum lestari (potensi tangkapan lestari);
- f_{MSY} = Upaya penangkapan lestari;
- U_t = hasil tangkap per unit alat tangkap tahun ke-t;
- r = laju pertumbuhan intrinsik stok biomas (konstan);
- k = daya dukung maksimum lingkungan alami;
- q = kemampuan penangkapan.

Tingkat pemanfaatan

Dasar yang digunakan untuk pengalokasian besarnya hasil tangkapan adalah jumlah tangkapan yang diperbolehkan (JTB) yaitu sebesar 80% dari dugaan potensi tangkapan lestari (MSY). Tingkat pemanfaatan

sumberdaya ikan lemuru dihitung berdasarkan perbandingan rata-rata hasil tangkapan lemuru 5 tahun terakhir dengan jumlah hasil tangkapan yang diperbolehkan (JTB) dengan persamaan berikut:

$$TP = \frac{Ct}{JTB} * 100\% \dots\dots\dots(9)$$

Dimana: TP = tingkat pemanfaatan (%); Ct = volume rerata hasil tangkapan 5 tahun terakhir (ton); JTB = jumlah tangkapan yang dibolehkan (ton)

Dinamika stok cadangan dan hasil tangkapan

Biomass (B) pada tahun ke-t+1, (B_{t+1}), bisa diduga dari B_t ditambah pertumbuhan biomassa selama tahun tersebut dikurangi dengan sejumlah biomassa yang dikeluarkan melalui eksploitasi dari alat tangkap (f) (Hilborn & Walters, 1992). Pernyataan ini bisa diekpresikan sebagai :

$$B_{t+1} = B_t + (rB_t - (\frac{r}{k})B_t^2) - q f_t B_t \dots\dots\dots(10)$$

Dimana:

- $B_{(t+1)}$ = besarnya stok biomas pada waktu, t+1;
- B_t = besarnya stok biomas pada waktu, t;
- f_t = jumlah effort untuk mengeksploitasi biomas waktu, t.

Parameter populasi yang didapat serta alokasi alat tangkap hasil analisis sebelumnya digunakan sebagai dasar untuk menyusun skenario/simulasi dinamika stok cadangan dan hasil tangkapan sumberdaya ikan lemuru dari perubahan jumlah alat tangkap yang berbeda-beda sampai dengan tahun 2020 sebagai alternatif manajemen alat yang ditawarkan. Skenario dilakukan dengan 3 (tiga) alternatif penetapan alokasi jumlah alat tangkap pukat cincin tahun 2007–2020, yaitu alokasi berdasarkan: (1) jumlah alat tangkap saat ini; (2) jumlah alat tangkap lestari (f_{MSY}); dan (3) jumlah tangkapan yang dibolehkan (JTB).

Hasil dan Pembahasan

Standarisasi Alat Tangkap

Pukat cincin merupakan alat tangkap utama yang menangkap ikan lemuru, dan oleh karenanya digunakan sebagai satuan standar. Selama kurun waktu tahun 1976–2006, alat pukat cincin telah terjadi empat kali periode perubahan ukuran panjang jaring. Hasil konversi alat tangkap ke dalam alat pukat cincin masing-masing periode disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil konversi alat tangkap (standar pukot cincin) setiap periode perubahan panjang jaring.

Alat Tangkap	Periode 1976-1984	Periode 1085-1994	Periode 1995-2000	Periode 2001-2006
pukat pantai	1961,83	1442,62	723,11	658,93
pukat cincin	1	1	1	1
j.i hanyut	1848,27	1109,59	1877,1	2154,35
j.i tetap	11990,26	9635,09	8559,6	7628,13
lain-lain	10087,05	4586,05	4848,43	14214,1

Hasil konversi internal mendapatkan bahwa kemampuan penangkapan jaring pukot cincin pada periode pertama, kedua dan ketiga masing-masing: 37%, 57% dan 84% dibandingkan dengan periode keempat (tabel 2).

Tabel 2. Konversi internal pukot cincin berdasarkan panjang jaring

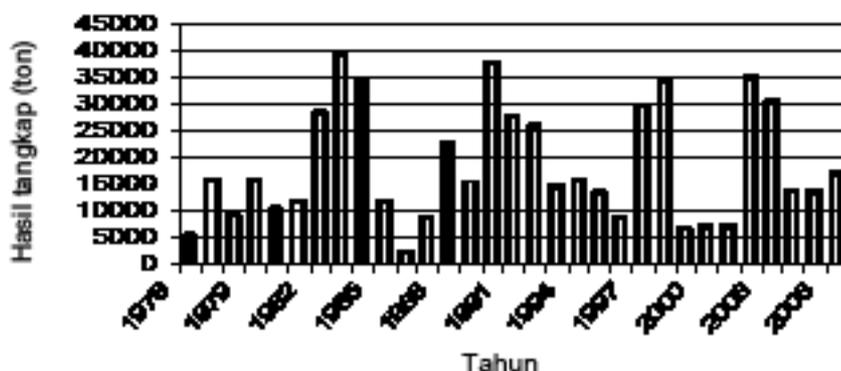
Periode	Rata-rata Panjang Jaring (m)	Konversi
1 (1976-1984)	141,25	0,37
2 (1985-1994)	217,50	0,57
3 (1995-2000)	322,50	0,84
4 (2001-2006)	381,87	1

Perkembangan Catch (C), Effort (E) dan Catch per Unit Effort (CPUE)

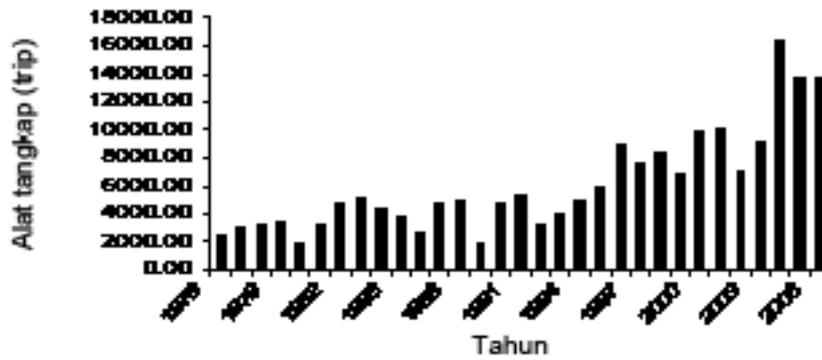
Hasil tangkapan lemuru yang didaratkan di paparan Bali, selama periode tahun 1976-2006 terjadi 4 kali fluktuasi kenaikan yang puncaknya terjadi tahun 1984, 1992, 1999, dan 2003, serta 4 kali penurunan pada tahun 1986, 1997 dan 2001 (Gambar 1). Hasil tangkapan ikan lemuru berfluktuasi dengan pola delapan tahunan diduga disebabkan oleh siklus *upwelling* di Selat Bali bagian selatan. Ikan lemuru

di perairan Selat Bali kelihatannya berhubungan erat dengan faktor-faktor lingkungannya, terutama terjadinya penaikan air atau *upwelling* (Arinardi, 1989). Seperti halnya ikan *S. longiceps* di TelukAden, pertumbuhannya dipengaruhi oleh penaikan air dan pengayaan plankton, laju pertumbuhan cepat pada periode penaikan air dan lambat pada periode tidak terjadi penaikan air atau *non-upwelling* (Edwards & Shafer, 1987).

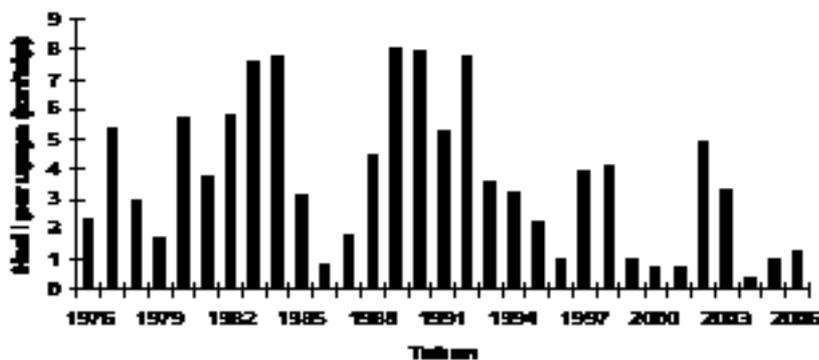
Jumlah trip alat tangkap periode tahun 1976 s/d 1991 dengan rata-rata 3717 trip cenderung meningkat 5% per tahun, sedangkan periode tahun 1992 s/d 2006 mengalami peningkatan rata-rata 10% per tahun, yaitu dua kali lipat dari periode sebelumnya (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa tekanan penangkapan terhadap sumberdaya ikan lemuru dari tahun ketahun semakin besar. Hasil per upaya penangkapan periode tahun 1976-1984 cenderung meningkat rata-rata 28% per tahun, dua tahun berikutnya menurun rata-rata 65% per tahun sampai dengan tahun 1986. Periode selanjutnya meningkat rata-rata 57% per tahun sampai dengan tahun 1992, dan periode tahun 1993-2006 cenderung menurun rata-rata 15% per tahun (Gambar 3). Fluktuasi hasil tangkap per unit penangkapan ini lebih dikarenakan oleh fluktuasi hasil tangkapan akibat siklus *upwelling*.



Gambar 1. Grafik hasil tangkapan lemuru yang didaratkan di Propinsi Bali (tahun 1976-2006)



Gambar 2. Perkembangan alat tangkap standar pukat cincin



Gambar 3. Perkembangan hasil tangkapan ikan lemuru per trip penangkapan

Potensi cadangan, tangkapan, serta jumlah alat tangkap lestari (Be, Y_{MSY}, dan f_{MSY})

Hasil estimasi parameter populasi (model Walter & Hilborn, 1976 ; Schnut, 1977) diperoleh rata-rata daya dukung maksimum perairan (k) sebesar 416.304,4 ton dengan rata-rata laju pertumbuhan intrinsik (r) 0,5 per tahun, hal ini menunjukkan bahwa kemampuan ikan lemuru di Selat Bali untuk pulih kembali termasuk kategori sedang. Kemampuan penangkapan atau koefisien penangkapan (q) rata-rata sebesar 4,56 x10⁻⁵. Pada ikan kembung di perairan Selat Madura memiliki nilai kecepatan pertumbuhan intrinsik (r) sekitar 1,03 per tahun (Setyohadi, *et al.*, 1994), sedangkan pada perikanan tembang (*Sardinella fimbriata*) di Selat Madura diperoleh kecepatan pertumbuhan intrinsik (r) sebesar 0,96 (Sartimbul, *et al.*, 1996).

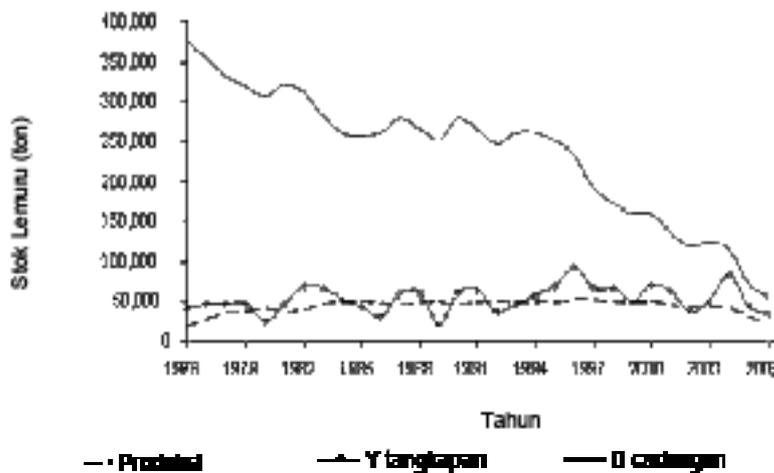
Potensi cadangan lestari sumberdaya ikan lemuru (Be) diduga sebesar 208.152,20 ton per tahun (setengah dari daya dukung maksimum, k). Potensi tangkapan lestari (Y_{MSY}) sebesar 23.447,9 ton per tahun, sedangkan jumlah alat tangkap lestari (f_{MSY}) sebesar 4.940 trip (setara 24 unit purse seine). Jika sistem eksploitasi menggunakan prinsip kehati-hatian

(precautionary approach) dengan menerapkan JTB (jumlah tangkapan yang diperbolehkan) sebesar 80% dari Y_{MSY}, maka total produksi yang boleh diambil dalam bentuk hasil tangkap (catch) sebesar 18.758,3 ton per tahun.

Rata-rata hasil tangkapan lima tahun terakhir sebesar 23.447,9 ton per tahun. Tingkat pemanfaatan (TP) sumberdaya ikan lemuru berdasarkan angka JTB adalah sebesar 105 %. Hal ini menunjukkan bahwa status pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru oleh nelayan paparan Bali berada dalam kondisi lebih tangkap (*over fishing*). Hal yang sama juga dikatakan oleh Merta, *et al* (2000), bahwa status perikanan lemuru di Selat Bali sudah pada kondisi lebih tangkap.

Dinamika stok

Gambar 4 memberikan gambaran tentang kondisi dinamika stok ikan lemuru di lokasi studi tahun 1976-2006. Kondisi potensi cadangan lemuru mengalami penurunan (Legend: *B cadangan*), meskipun stok selalu tumbuh dan menambah besar potensi cadangan (legend: *Produksi*) dari tahun-ketahun. Hal ini disebabkan oleh kegiatan penangkapan yang



Gambar 4. Dinamika stok ikan lemuru terhadap fluktuasi alat tangkap di lokasi studi tahun 1976–2006.

sejak awal eksploitasi sudah berlebih, sehingga hasil tangkapan (legend: *Y tangkapan*) rata-rata lebih besar dari kemampuan stok ikan lemuru memproduksi atau tumbuh (legend: *Produksi*). Pada awal eksploitasi (1976) stok cadangan ikan lemuru diperkirakan sebesar 377.752 ton terus menerus mengalami penurunan rata-rata 6% pertahun, sehingga pada tahun 2006 tinggal 56.940 ton. Produksi stok tahun 2006 sebesar 24.555 ton, sedangkan hasil tangkapan sebesar 35.738 ton, menunjukkan bahwa kegiatan penangkapan ikan telah mengambil stok cadangan ikan lemuru sebesar 11.202 ton.

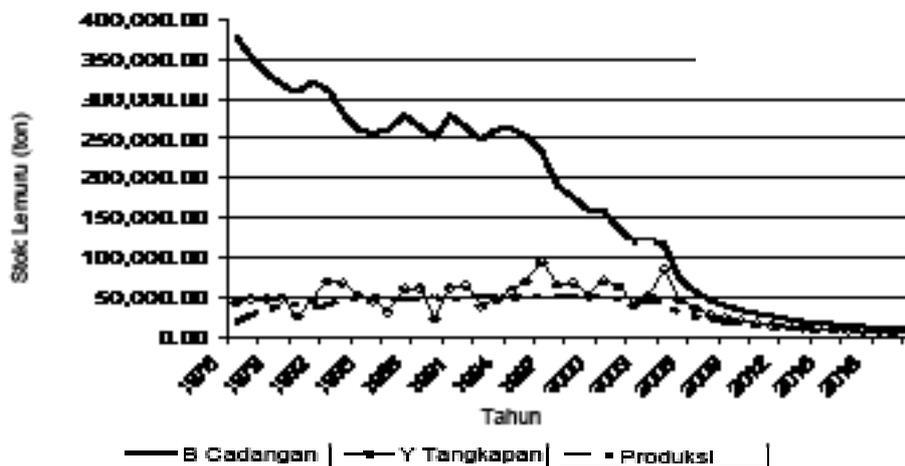
Alternatif manajemen alat tangkap

Kondisi stok ikan lemuru pada tahun 2006 yang merupakan *respons* stok terhadap perubahan alat

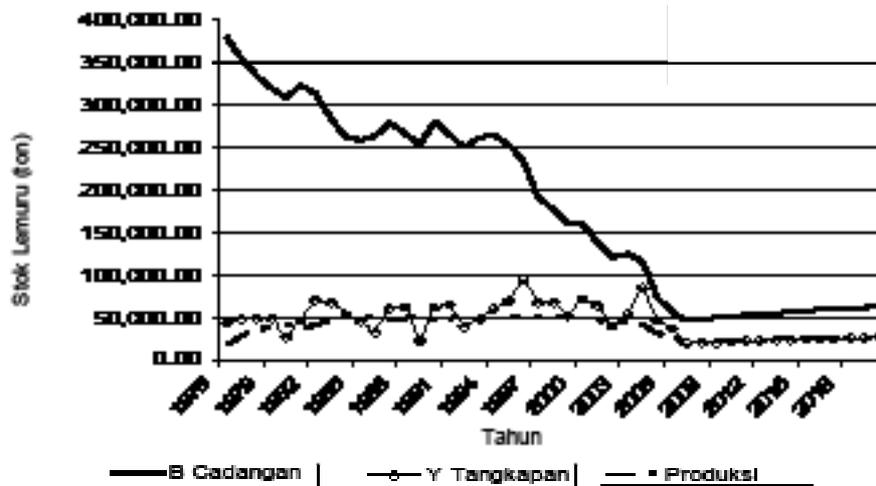
tangkap selama kurun waktu 31 tahun (Gambar 4) selanjutnya dijadikan titik awal untuk memformulasikan beberapa skenario alternatif pengelolaan alat tangkap (*management effort*) sumberdaya ikan lemuru pada tahun 2007-2020. Skenario ini diformulasikan dengan asumsi bahwa dalam kurun waktu tersebut kondisi perairan Selat Bali serta aspek biologi dari ikan lemuru tidak berubah.

Skenario 1. Alokasi jumlah alat tangkap seperti tahun 2006

Pada tahun 2007-2020, dialokasikan jumlah alat tangkap sebesar 13.000 trip (± 54 unit pukan cincin) per tahun. Biomassa cadangan (*B cadangan*) dan hasil tangkapan (*Y tangkapan*) menurun tajam rata-rata 14,5% dan 15% per tahun, sehingga pada tahun



Gambar 5. Skenario dinamika stok cadangan dan tangkapan ikan lemuru terhadap alokasi jumlah alat tangkap sebesar 13.000 trips (± 54 unit pukat cincin) per tahun



Gambar 6. Skenario dinamika stok cadangan dan tangkapan ikan lemuru terhadap alokasi jumlah alat tangkap sebesar 9.000 trips (± 38 unit pukat cincin) per tahun

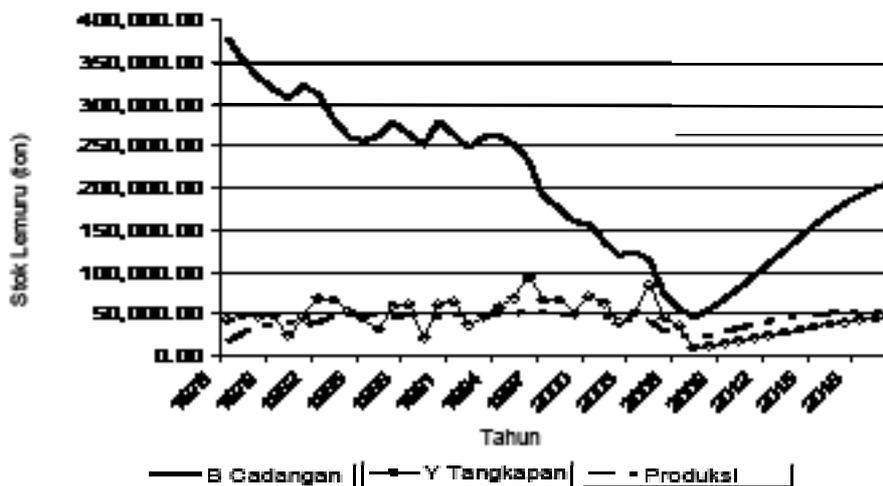
2020 tinggal 8.619,2 ton dan 5.110,6 ton. Pada tahun 2020, kemampuan stok ikan lemuru untuk tumbuh tinggal 4.216,8 ton (Gambar 5).

Skenario 2. Alokasi jumlah alat tangkap 9000 trip per tahun (menghasilkan JTB)

Pada skenario ke-2 ditetapkan mengalokasikan sejumlah alat tangkap yang menghasilkan tangkapan sebesar JTB (18.758,32 ton), yaitu 9.000 trip (± 38 unit pukat cincin) per tahun. Biomassa cadangan (*B cadangan*) dan hasil tangkapan (*Y tangkapan*) berangsur-angsur meningkat rata-rata 2,3% dan 4,2% per tahun, sehingga pada tahun 2020 meningkat menjadi 62.337,3 ton dan 25.588,5 ton. Pada tahun 2020, kemampuan stok ikan lemuru untuk tumbuh semakin meningkat menjadi 26.478,8 ton (Gambar 6).

Skenario 3. alokasi jumlah alat tangkap lestari ($E_{MSY} = 4940$ trip/th)

Pada skenario ke-2 ditetapkan alokasi alat tangkap lestari (f_{MSY}) sebesar 4.940 trip (± 24 unit pukan cincin) per tahun. Biomassa cadangan (*B cadangan*) dan hasil tangkapan (*Y tangkapan*) meningkat tajam dengan rata-rata 2,3% dan 4,2% per tahun, sehingga pada tahun 2020 meningkat menjadi 206.995,1 ton dan 46.639,0 ton. Pada saat itu, kemampuan stok ikan lemuru untuk tumbuh semakin meningkat menjadi 26.478,8 ton, dan lebih besar dari hasil tangkapan. Kondisi perikanan lemuru tahun 2020 nanti akan sama dengan kondisi perikanan lemuru pada tahun 1998 (Gambar 7).



Gambar 7. Skenario dinamika stok cadangan dan tangkapan ikan lemuru terhadap alokasi jumlah alat tangkap sebesar 4.940 trips (± 24 unit pukat cincin) per tahun

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

1. Hasil tangkapan lestari (Y_{MSY}) sebesar 23.447,9 ton per tahun, dan jumlah tangkapan yang dibolehkan sebesar 18.758,3 ton per tahun. Sedangkan jumlah alat tangkap lestari (f_{MSY}) sebesar 4.940 trip (± 24 unit pukat cincin) per tahun.
2. Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru sebesar 105%, sehingga status pemanfaatannya kategori over fishing.
3. Stok cadangan ikan lemuru tahun 2007 diduga tinggal 56.940 ton atau 25% dari potensi cadangan lestari (B_e) sebesar $\pm 208.152,20$ ton per tahun.

Saran

Dalam upaya pemulihan stok cadangan ikan lemuru yang ada saat ini menjadi sebesar potensi cadangan lestari (208.152,20 ton per tahun), dapat ditempuh dengan mengurangi jumlah alat tangkap yang ada saat ini sebanyak 62%. Selanjutnya menetapkan alokasi alat tangkap di paparan Bali sejumlah 4.940 trips (± 24 unit pukat cincin) per tahun. Usaha ini akan mengembalikan stok sejumlah potensi cadangan lestari dalam waktu ± 13 tahun.

Daftar Pustaka

- Arinardi, O.H. 1989. Upwelling di Selat Bali dan hubungannya dengan kandungan plankton serta perikanan lemuru (*Sardinella longiceps*). Penelitian Oseanologi perairan Indonesia. Buku 1, P3O-LIPI. Hal : 121-138.
- Burhanuddin & D.P. Praseno. 1982. Lingkungan Perairan Selat Bali. Pros. Sem. Perik. Lemuru. Banyuwangi, 18-21 Jan. 1982. Buku II. Puslitbangkan, Jakarta. Hal. 27-32.
- Anonim. 1977-2007. Laporan Statistik Perikanan Prop. Bali. Dinas Perikanan dan Kelautan Propinsi Bali. Denpasar.
- Anonim. 2000. Pengelolaan Perikanan Lemuru di Bali. Report on a Workshop of the Fishery and Management of Bali *Sardinella (Sardinella lemuru)* in Bali Strait. Denpasar (Bali), Indonesia. 6-8 April 1999. FAO FISHCODE GCP/INT/648/NOR Field Report F-3-Suppl. (En). FAO, Rome. 33p. Hal 63-72.
- Edwards, R.R.C. & S. Shafer. 1987. Biometrics of *Sardinella longiceps* Val. In relation to upwelling in the Gulf of Aden. J. Fish. Biol. 30: 67-73.
- Hilborn, R., & Carl J. Walters. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics & Uncertainty. Routledge, Chapman & Hall, Inc.
- Martosubroto, P., N. Naamin & S. Nurhakim. 1986. Menuju manajemen perikanan lemuru yang rasional. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 35: 59-66.
- Merta, I.G.S. 1992. *Review Of The Lemuru In The Bali Strait*. J. Mar. Res. Fish. Inst. 67. 91-105.
- Merta, I.G.S., K. Widana, Yunizal, & R. Basuki. 2000. Status of The Lemuru Fishery in Bali Strait Its Development and Prospects. Papers presented at the workshop on the fishery and management of Bali *Sardinella (Sardinella lemuru)* in Bali Strait. FishCode Management. FAO. Roma. P: 1-42.
- Pet, J.S., W.L.T. van Densen, M.A.M. Machiels, M. Sukkel, & D. Setyohadi. 1997. *Catch Effort And Sampling Strategies In The Highly Variable Sardin Fisheries Around East Java, Indonesia*. Fisheries Research 31: 121-137.
- Ritterbush, S. 1975. An Assessment Of The Population Biology Of The Bali Strait Lemuru Fishery. Mar. Fish. Res. Rep. (1):1-38. www.fishbase.org. Jan, 24, 2008.
- Sartimbul, A., D. Setyohadi, & DGR. Wiadnya. 1996. Biologi, Dinamika dan Eksploitasi ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*) di Perairan Selat Madura serta Alternatif Pengelolaannya. Lap. Penel. DP4M. Fak. Perikanan Unibraw. Malang. 86 hal.
- Schnute, J., 1977. Improved Estimates from the Schaefer Production Model: Theoretical Considerations. J. Fish. Res. Board Can. 34: 583-603. (1977)
- Setyohadi, D., T. D. Lelono, A. Tumulyadi, & A. Jauhari. 1994. Pendugaan Stok dan Alternatif Pengelolaan Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp) untuk Perikanan Rakyat Di Jawa Timur. Fakultas Perikanan Unibraw dan P4N. Badan Penelitian Pengembangan Pertanian. Jakarta. 81 hal.
- Setyohadi, D., DO. Sutipto, & D. G. R. Wiadnya. 1998. Dinamika populasi ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) serta Alternatif Pengelolaannya. Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Hayati. Lembaga Penelitian Unibraw. Vol. 10:1: 91-104.
- Setyohadi, D., T.D. Lelono, & D. G. R. Wiadnya. 2003. Standardisasi internal dan eksternal alat tangkap untuk perikanan pelagis kecil di Selat

Bali. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. 132 hal.

Walters, C.J., & R. Hilborn., 1976. Adaptive Control of Fishing Systems. *J. Fish. Res. Board Can.* 33:145-159.

Wudianto, 2001. Analisis Sebaran dan Kelimpahan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Perairan Selat Bali: Kaintannya dengan Optimalisasi Penangkapan. Disertasi. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 221 hal.

Lampiran 1. Peta perairan Selat Bali

