

MODEL SURSHING: MODEL HYBRID ANTARA MODEL PRODUKSI SURPLUS DAN MODEL CUSHING DALAM PENDUGAAN STOK IKAN (STUDI KASUS: PERIKANAN LEMURU DI SELAT BALI)

(The Surshing Model: An Hybrid Model Between Surplus Production Model
and Cushing Model for Fish Stock Assessment Estimation)
(Case Study: Lemuru Fisheries in Bali strait)

Georgina M. Tinungki¹, Mennofatria Boer², Daniel R. Monintja³,
Johanes Widodo⁴ dan Akhmad Fauzi⁵

ABSTRAK

Kajian terhadap pendugaan stok ikan, khususnya perikanan lemuru di Selat Bali, telah banyak dilakukan oleh para peneliti melalui penggunaan model produksi surplus. Dalam penelitian ini dilakukan penggabungan antara model produksi surplus dan model Cushing atau disebut model Surshing yang digunakan untuk menduga stok ikan lemuru di Selat Bali. Adapun hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa model Surshing lebih memuaskan dalam menduga stok ikan lemuru di Selat Bali, terlihat dari tampilan indikator statistiknya.

Kata Kunci: model Cushing, model hybrid, model produksi surplus, pendugaan stok ikan.

ABSTRACT

Recently, stock assessment on lemuru fisheries in Bali Strait has been applied using surplus production model. This study, alternatively, presents an hybrid Surshing model which combine between surplus production and cushing model on the same stock. In this paper, it is described the reliability of the model based on statistic indicators.

Keywords: Cushing model, hybrid model, surplus production model, fish stock assessment.

PENDAHULUAN

Salah satu pertanyaan yang sering muncul dalam pemanfaatan sumberdaya ikan adalah seberapa banyak ikan dapat diambil tanpa mengganggu keberadaan stoknya, atau tepatnya, bagaimana agar panen biomassa ikan dapat maksimal tanpa mengganggu prospek eksploitasi perikanan yang bersangkutan di masa depan. Pertanyaan sederhana ini merupakan landasan semua analisis produksi perikanan; kegagalan menjawabnya dapat berakibat buruk pada pengelolaan perikanan masa depan (Pitcher, 1982).

Mengingat kompleksnya faktor-faktor yang berkaitan, pengelolaan sumberdaya ikan banyak menghadapi kendala, sehingga salah satu cara yang cukup memadai untuk mengkajinya dapat dilakukan melalui pendekatan pemodelan. Model merupakan sekumpulan pernyataan yang dirumuskan dengan baik yang dapat menggambarkan sistem yang kompleks dan memungkinkan adanya pernyataan-pernyataan yang tepat mengenai bagaimana komponen-komponen sistem tersebut berinteraksi. Walaupun begitu, model merupakan gambaran yang tidak sempurna dan abstrak mengenai struktur dan fungsi suatu sistem nyata. Model matematika biasa digunakan dalam menggambarkan dinamika populasi ikan (Widodo, 1987).

Suatu model dikatakan baik jika model tersebut dapat memberikan keluaran yang masuk akal. Tetapi, karena model merupakan penyederhanaan keadaan sebenarnya, akan jarang sekali dan mungkin saja kebetulan dapat tepat sesuai kaidah-kaidah peluang dalam statistika.

¹ Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanudin, Makassar.

² Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

³ Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

⁴ Pusat Riset Perikanan Tangkap, Departemen Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia.

⁵ Departemen Sosial Ekonomi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Suatu model dikatakan baik jika model tersebut sederhana secara matematika, beroperasi dengan relatif sedikit parameter dan mudah difahami, namun memberikan kecocokan yang dapat diandalkan secara ilmiah yakni mengarah pada hasil-hasil yang dapat pas dengan nilai dengan kenyataan yang harus digambarkan (Widodo, 1987).

Model produksi surplus merupakan model yang populer dalam literatur perikanan dan telah digunakan selama lebih dari empat puluh tahun. Hal ini disebabkan bukan hanya model produksi surplus relatif sederhana, namun juga hanya membutuhkan data hasil tangkapan dan upaya penangkapan *time series* yang relatif lebih mungkin tersedia di kebanyakan pusat penangkapan ikan. Salah satu model produksi surplus yang terpilih sebagai model yang terbaik (Georgina, 2004) adalah model Clarke Yoshimoto Pooly (1992) atau Model CYP yang dapat menduga parameter r (laju pertumbuhan *intrinsic*), q (koefisien ketertangkapan), dan K (daya dukung). Selain model CYP, model lain yang cukup realistis menggambarkan daya dukung lingkungan maksimum (*Maximum Carrying Capacity/MCC*), dan hasil tangkapan maksimum lestari (*Maximum Sustainable Yield/MSY*) adalah model Cushing.

Dalam menerapkan metode-metode tersebut diatas asumsi yang diperlukan untuk setiap model diperkirakan dipenuhi oleh perikanan lemuru di Selat Bali yang relatif dapat mewakili perikanan spesies tunggal seperti halnya kondisi perikanan di subtropis yang mengembangkan model-model yang akan digunakan.

Dalam penelitian ini dilakukan penggabungan antara salah satu model produksi surplus, yaitu model CYP yang merupakan model produksi surplus yang terbaik diantara beberapa model yang dievaluasi oleh Georgina (2004) dengan model Cushing dan selanjutnya disebut Model Surshing. Model Surshing ini kemudian digunakan dalam mengkaji stok perikanan lemuru di Selat Bali.

METODOLOGI

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Dinas Perikanan Propinsi Bali dan Dinas Perikanan Kabupaten Banyuwangi, Propinsi Jawa Timur berupa data ikan lemuru yang tertangkap di Selat Bali dalam kurun waktu 1977-2002.

Model Clarke Yoshimoto Pooly (CYP)

Parameter yang diduga oleh model CYP adalah r (laju pertumbuhan *intrinsic*), q (koefisien ketertangkapan/*catchability*), dan K (daya dukung lingkungan) yang dirumuskan sebagai:

$$\ln U_{t+1} = a \ln qK + b \ln U_t - c(E_t + E_{t+1}) \quad (1)$$

sedangkan $a = 2r/(2+r)$, $b = (2-r)/(2+r)$, $c = q/(2+r)$, $U_t = Y_t/E_t$, Y_t hasil tangkapan tahun ke t dan E_t upaya tangkapan tahun ke t .

Persamaan (1) dapat diselesaikan melalui teknik OLS (*Ordinary Least Square*), yaitu dengan meregresikan tangkapan per upaya tangkap, U pada periode $t+1$ dengan U pada periode t sedemikian sehingga diperoleh dugaan parameter r , q , dan K melalui algoritma khusus (Fauzi, 2002) sebagai berikut: *pertama*, koefisien regresi b yang diperoleh dari persamaan (1) digunakan untuk menghitung r melalui hubungan $r = 2(1-b)/(1+b)$; *kedua*, koefisien regresi c yang diperoleh pada (1) dan nilai r yang diperoleh dari langkah pertama digunakan untuk menghitung $q = -c(2+r)$; *ketiga*, koefisien regresi a yang diperoleh pada (1) dan nilai r dari langkah pertama digunakan untuk menghitung $Q = a(2+r)/2r$; *keempat*, Nilai q pada langkah kedua dan Q pada langkah ketiga digunakan untuk menghitung $K = \exp(Q/q)$.

Model Cushing

Model Cushing dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$\ln(X_{t+1} + Y_t) = \ln a + b \ln X_t \quad (2)$$

sedangkan $a > 1$ dan $0 < b < 1$. Dari hasil regresi OLS diperoleh koefisien a dan b sehingga beberapa hubungan fungsional dalam biologi perikanan dapat ditentukan.

Untuk menduga/menganalisis fungsi produksi digunakan data runtun waktu (*time series*) dari tangkapan (*catch*), stok dan upaya tangkap (*effort*). Fungsi produksi yang digunakan adalah:

$$\ln Y = \ln q + \alpha \ln S_t + \beta E \quad (3)$$

dengan $\alpha > 0$ dan $\beta > 0$. Berdasarkan regresi OLS diperoleh koefisien regresi q , a dan b sehingga fungsi produksi empirik dapat ditentukan.

Fungsi produksi yang diperoleh menunjukkan sensitifitas biaya produksi terhadap perubahan biomas. Elastisitas yang positif menunjukkan bahwa jika stok menurun semakin tinggi biaya untuk menangkap ikan, sehingga memungkinkan mengurangi laju deplesi dari biomas. Semakin rendah nilai elastisitas, semakin sedikit ketergantungan biaya produksi terhadap ukuran stok, sehingga jika elastisitas nol, biaya produksi tidak mempengaruhi ukuran stok, dan stok dapat terpacu ke dalam kondisi *open access* (Clark dan Munro, 1975; Bjorn dal, 1088; Bjorn dal *et al.* 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Clarke Yoshimoto Pooly (CYP)

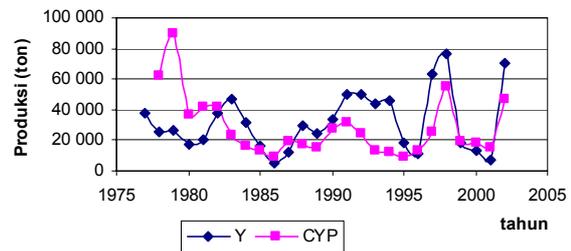
Untuk mengepaskan beberapa model produksi surplus digunakan data runtun waktu hasil tangkapan (produksi) dan upaya tangkap ikan lemuru di Selat Bali pada kurun waktu 1997-2002 seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Produksi dan Upaya Penangkapan Ikan Lemuru di Selat Bali pada Kurun Waktu 1997-2002.

Tahun (t)	C_t (ton)	E_t (trip)	Tahun (t)	C_t (ton)	E_t (trip)
1977	37 870.5	27 576	1990	33 307.4	17 964
1978	25 153.3	27 818	1991	49 679.8	19 034
1979	26 776.9	32 015	1992	49 551.8	17 450
1980	17 281.2	14 003	1993	43 709.7	10 495
1981	20 768.0	21 242	1994	45 844.3	12 258
1982	37 957.1	18 393	1995	18 414.3	9 030
1983	47 154.4	15 221	1996	11 534.1	9 955
1984	31 847.8	13 646	1997	63 056.5	13 443
1985	16 258.6	9 555	1998	76 795.5	43 272
1986	5 525.9	6 005	1999	18 413.5	10 102
1987	12 649.1	9 909	2000	13 229.9	12 110
1988	29 131.5	10 075	2001	7 547.5	8 201
1989	24 042.2	12 302	2002	70 843.6	21 323

Berdasarkan indikator statistik yang paling memuaskan diperoleh model CYP yang dapat digunakan untuk digabungkan dengan model Cushing seperti tujuan penelitian ini. Penduga parameter regresi pada persamaan (1) dengan teknik OLS adalah $a = 0.6314$, $b = 0.3992$ dan $c = -0.000011$ sehingga hubungan linier metode Clarke Yoshimoto Pooly (CYP) untuk perikanan lemuru di Selat Bali menjadi $Y_t = 0.6316 + 0.3992 X_1 + 0.0000011 X_2$, sedangkan $Y_t = \ln U_{t+1}$, $X_1 = \ln U_t$ dan $X_2 = E_t + E_{t+1}$.

Nilai perkiraan parameter biologi adalah: tingkat pertumbuhan alami, $r = 0.9231$; koefisien kemampuan penangkapan, $q = 0.000032$; dan daya dukung lingkungan, $K = 84 533.88$ sehingga *Maximum Suistainable Yield* (MSY) dapat diduga dengan $a^2/4bc$ atau 62 972.97 ton/tahun dengan upaya tangkap optimum, yaitu upaya tangkap yang dapat memproduksi MSY sebesar $r/2q$ atau 59 219 trip/tahun. Gambar 1 menyajikan produksi aktual ikan lemuru di Selat Bali pada kurun waktu 1997-2002 dan dugaan produksi dengan metode CYP.



Gambar 1. Produksi Aktual Ikan Lemuru di Selat Bali pada Kurun Waktu 1997-2002 dan Dugaan Produksi dengan Metode CYP.

Metode Surshing

Seperti telah diuraikan di atas, setelah dilakukan evaluasi terhadap beberapa model produksi surplus berdasarkan indikator statistik diperoleh model CYP yang terbaik. Model CYP ini kemudian dimasukkan sebagai stok pada model Cushing (X pada persamaan (2)) yang gabungannya disebut sebagai model Surshing.

Penduga parameter regresi pada persamaan (2) dengan teknik OLS adalah $a = 4.4673$ dan $b = 1.1454$ sehingga persamaan (2) dapat ditulis menjadi $\ln(X_{t+1} + Y_t) = \ln a + b \ln X_t$ atau $\ln(X_{t+1} + Y_t) = \ln 4.4673 + 1,1454 \ln X_t$. Dugaan MSY menjadi 54 8431.92 ton/tahun dengan upaya tangkap optimum 39 756 trip.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dugaan produksi maksimum lestari (MSY) dengan Model Clarke Yoshimoto Pooly (CYP) adalah sekitar 62 973 ton/tahun pada upaya optimum sekitar 59 219 trip dengan koefisien determinasi 47.60%. Model Surshing memberikan dugaan MSY sekitar 54 844 ton/tahun pada upaya optimum sekitar 39 756 trip dengan koefisien determinasi 73.49%. Dengan demikian,

indikator statistik pada model Surshing jauh lebih baik dan ini berarti untuk dapat memanfaatkan sumberdaya ikan lemuru secara lestari, maka ikan lemuru yang boleh ditangkap adalah maksimal 54 844 ton/tahun dengan upaya penangkapan tidak melebihi 39 796 trip. Berdasarkan kajian ini, model Surshing lebih *reliable* dalam menduga stok perikanan lemuru di Selat Bali.

Walaupun demikian, sumberdaya ikan lemuru di Selat Bali dikenal sangat dinamis sehingga diperlukan penyesuaian model pendugaan stok yang digunakan dari tahun ke tahun seiring dengan perubahan hasil tangkapan. Kemungkinan diperlukan model hybrid lain yang lebih tepat untuk perikanan lemuru di Selat Bali, sehingga analisis lebih lanjut pada masa-masa mendatang sangat diperlukan.

PUSTAKA

- Clarke, R. P., S. S. Yoshimoto dan S. G. Pooley. 1992. **A Bioeconomic Analysis of the Northwestern Hawaiian Islands Lobster Fishery.** Marine Resource Economics, Volume 7, pp.115-140.
- Coppola G. and S. Pascoe. 1996. **A Surplus Production Model with a Non-linear Catch-Effort Relationship.** (Research paper 105) Centre for the Economics and Management of Aquatic Resources University of Portsmouth.
- Del Valle, I., I. Astorkiza, dan K. Astorkiza. 2001. **Is the Current Regulation of the VIII Division European Anchovy Optimal?** Journal Environmental and Resource Economics, 19: 53-72.
- Fauzi, A. 1998. **The Management of Competing Multi Species Fisheries: A case Study of A Small Pelagic Fishery On The North Coast Of Central Java.** A Thesis Submitted In Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Doctor of Philosophy. In the Department of Economics. Simon Fraser University. Canada USA.
- Fauzi, A. 2001. **An Econometric Analysis of the Surplus Production Function: An Application for Indonesian small pelagic fishery.** IPB Darmaga Bogor.
- Fauzi, A. 2002. **A Note Surplus Production Model.** IPB Darmaga Bogor.
- Schaefer, M. B. 1954. **Some Aspects of Dynamics of Populations Important to the Management of the Commercial Marine Fisheries.** Bull. Inter-Am. Trop. Tuna. Comm I: 27-56
- Schaefer, M. B. 1957. **A Study of the Dynamics of the Fishery for Yellofin Tuna in the Eastern Tropical Pasific Ocean.** Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., 2: 247-248.
- Spare, P. dan S. C. Venema. 1992. **Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part I.** FAO DANIDA. 376p.
- Widodo, J. 1986. **Surplus Production Models and Analysis of Exploited Population in Fisheries.** A Serial Seminars Published by Oceana XI(3): 119-130.
- Widodo, J. 1987. **Modified Surplus Production Methods of Gulland (1961), and Schnute (1977).** A Serial Seminars Published by Oceana XII(2): 119-130.
- Wudianto. 2001. **Analisis Sebaran dan Kelimpahan Ikan Lemuru di Perairan Selat Bali: Kaitannya Dengan Optimasi Penangkapan.** Disertasi. Program Pascasarjana-IPB. Bogor.