

PENGELOLAAN PERIKANAN PELAGIS KECIL BERBASIS DAYA DUKUNG LINGKUNGAN PERAIRAN DI KEPULAUAN SANGIHE

(Management of Small Pelagic Fishery Based on Environment Carrying Capacity)

Achmad Nasir Biasane¹, Akhmad Fauzi², Daniel R. Monintja³, Dedi Soedharma³

¹Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680, e-mail : achmadnasir_gic@yahoo.co.id

²Departemen Ekonomi dan Sumberdaya Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor, 16680

³Guru Besar Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor, 16680

Abstract

One of the potency for development of Sangihe Islands is sea and the availability of fish resources which is relatively high, both in terms of quantity and diversity. One of the fish types with high quantity in this area are pelagic fish group. This research aims to analyze the management of small pelagic fishing in order to maintain its sustainability. The research result indicate that the average sustainable production of the small pelagic for 20 years (1988-2007) observation was 3,128.45 tons/year. Depreciation value has reduced the rents value received by fishermen. With the method of the present value, the revenues from the market at discount rate of 15% should be Rp 274.97 billion. However, due to depreciation, the amount received just Rp 118.59 billion only. For the optimal and sustainable fisheries management, the effort level for small pelagic capture should be 5,342 trips/year at discount rate of 15%. To maintain the sustainability, the level should be lowered down around 46% from the present level in small pelagic management.

Keywords : Sangihe archipelago, CYP, MAPLE, development of the small pelagic fishes

Pendahuluan

Kepulauan Sangihe memiliki 105 pulau, dan sebanyak 26 pulau (24.76 %) yang berpenduduk sisanya 79 pulau (75.24 %) tidak berpenduduk, serta memiliki 5 (lima) pulau sebagai penentu garis batas terluar dari Indonesia, yaitu: P. Marore, P. Kawio, P. Matutuang, P. Kawaluso, dan P. Lipang. Potensi laut yang cukup luas dihitung dari kewenangan 4 mil laut yaitu 11126 km², dengan demikian potensi perikanan akan sangat menentukan arah pembangunan Kepulauan Sangihe. Kerjasama perikanan antar Kabupaten Kepulauan Sangihe dengan pasar ekspor negara tetangga Filipina akan memberikan peluang yang cukup berarti bagi pengembangan ekonomi Kabupaten Kepulauan Sangihe.

Salah satu potensi pengembangan Kepulauan Sangihe adalah kepemilikan luas laut dan tersedianya sumber daya ikan (SDI) yang relatif tinggi baik dari sisi kuantitas maupun keanekaragaman. Anggoro (2001) menyatakan sasaran pembangunan perikanan di masa mendatang tidak hanya ditujukan untuk peningkatan pendapatan masyarakat, perolehan devisa, kesempatan kerja, tetapi juga dituntut untuk tetap mempertahankan daya dukung (*carrying capacity*) dan kualitas lingkungan agar tetap lestari bagi generasi sekarang dan yang akan datang.

Penelitian ini membatasi pada kelompok ikan pelagis kecil, meliputi: ikan layang (*Decapterus spp.*), ikan selar (*Selar spp.*), ikan julung-julung (*Tylosurus spp.*), dan ikan sunglir (*Elagatisbi pinnulatus*).

Untuk melihat sejauh mana potensi perikanan pelagis kecil Kepulauan Sangihe dapat memberikan kontribusi terhadap pembangunan daerah dan kesejahteraan masyarakat, maka dirumuskan pertanyaan penelitian, sebagai berikut: (1) apakah sumber daya perikanan pelagis kecil di Kabupaten Kepulauan Sangihe telah terdegradasi?; (2) berapa besar potensi lestari?; (3) seberapa besar depresiasi sumber daya perikanan pelagis kecil yang terjadi di Kabupaten Kepulauan Sangihe? dan (4) bagaimana mengelola sumber daya perikanan pelagis kecil agar optimal.

Penelitian ini secara umum bertujuan merumuskan alternatif kebijakan dan program pengelolaan P2K perbatasan Kepulauan Sangihe berbasis geopolitik, daya dukung ekonomi dan lingkungan. Secara khusus, penelitian ini bertujuan: (1) mengevaluasi dan menganalisis degradasi sumber daya perikanan; (2) mengevaluasi dan menentukan produksi lestari; (3) mengevaluasi dan menganalisis depresiasi sumber daya perikanan; dan (4) menganalisis dan menetapkan pengelolaan sumber daya perikanan yang optimal.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan sejak bulan April 2008 sampai dengan bulan Desember 2009 yang berlokasi di Kabupaten Kepulauan Sangihe Provinsi Sulawesi Utara. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada beberapa analisis yang mempunyai kaitan erat dengan tujuan penelitian, yaitu: (1) rata-rata produksi aktual ikan

pelagis kecil; (2) pendugaan standardisasi *effort*; (3)pendugaan parameter biologi; (4) analisis produksi lestari; (5) analisis degradasi; (6) analisis depresiasi; (7) pengelolaan perikanan yang optimal.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang belum tersedia dan diperoleh dengan cara pengambilan langsung di lapangan. Data ini diperoleh melalui survei. Penelitian ini juga banyak memanfaatkan data sekunder yang runtun waktu (*time series*) yang meliputi data *landing* (produksi) ikan, input yang digunakan (*effort*), harga per unit output (harga ikan per kg), indeks harga konsumen (*consumers price index*), dan lain-lain. Sumber data berasal dari BPS, Dinas Kelautan dan Perikanan provinsi/kabupaten, kecamatan, kelurahan/desa, dan tokoh masyarakat.

Alat tangkap yang digunakan di perairan Kepulauan Sangehe cukup beragam, oleh karena itu dilakukan standardisasi tingkat upaya (*effort*) dengan menggunakan formula yang dikembangkan oleh King (1985) sebagaimana dikutip oleh Anna (2003), dengan formula sebagai berikut:

$$E_{it} = \varphi_{it} D_{it}, \text{ dimana } \varphi_{it} = \frac{U_{it}}{U_{std}} \quad (1)$$

Dimana:

- E_{it} = Tingkat upaya (*effort*) dari alat tangkap *i* pada waktu *t* yang distandardisasi
- D_{it} = Jumlah hari melaut (*fishing days*) dari alat tangkap *i* pada waktu *t*.
- φ_{it} = Nilai kekuatan menangkap (*fishing power*) dari alat tangkap *i* pada waktu *t*.
- U_{it} = Jumlah produksi per alat tangkap (*catch per unit effort*, CPUE) dari alat tangkap *i* pada waktu *t*.
- U_{std} = Jumlah produksi per alat tangkap (*catch per unit effort*, CPUE) dari alat tangkap yang dijadikan sebagai basis standar.

Parameter biologi yang diduga dalam penelitian ini meliputi *r* adalah pertumbuhan *intrinsik* (alami), *q* adalah koefisien kemampuan penangkapan dan *K* adalah daya dukung lingkungan (*carrying capacity*). Nilai *r*, *q* dan *K* dikaji melalui persamaan yang dikembangkan oleh CYP (1992) sebagai berikut:

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

Untuk memecahkan persamaan (2) tersebut dimulai dengan memisalkan

$$\frac{2r}{2+r} \ln(qK) = a \quad (3)$$

$$\frac{(2-r)}{(2+r)} = b_1 \quad (4)$$

$$\frac{q}{(2+r)} = b_2 \quad (5)$$

Sehingga persamaan (2) dapat disederhanakan sebagai berikut:

$$\ln(U_{t+1}) = a + b_1 \ln(U_t) - b_2 (E_t + E_{t+1}) \quad (6)$$

Koefisien penduga *a*, *b₁* dan *b₂* dapat dihitung dengan menggunakan teknik *ordinary least square* (OLS). Pemecahan OLS dilakukan dengan menggunakan perangkat komputer dengan metode *excel*. Data yang digunakan adalah data runtun waktu (*time series*) selama kurang lebih 20 tahun. Selanjutnya parameter *r*, *q* dan *K* dapat diperoleh dari persamaan (3), (4) dan persamaan (5). Jenis alat tangkap yang dianalisis mengikuti standardisasi jenis alat yang optimal digunakan. Oleh karenanya untuk memperoleh nilai unit upaya yang benar, seluruh unit (*effort*) distandardisasi berdasarkan *purse seine base*.

Terdapat dua bentuk model fungsional untuk menggambarkan stok biomasa, yaitu bentuk *Logistik* dan bentuk *Gompertz*, sebagaimana persamaan dibawah ini:

$$\text{Bentuk Logistik: } \frac{dX_t}{dt} = rX_t [1 - (X_t / K)] - H_t \quad (7)$$

$$\text{Bentuk Gompertz: } \frac{dX_t}{dt} = rX_t (K / X_t) - H_t \quad (8)$$

Dimana *r* adalah laju pertumbuhan intrinsik, *K* adalah daya dukung lingkungan. Bentuk fungsional *Logistik* adalah simetris, sementara bentuk *Gompertz* tidak.

Diasumsikan bahwa laju penangkapan *linear* terhadap biomasa dan *effort* sebagaimana ditulis sebagai berikut:

$$H_t = qE_t X_t \quad (9)$$

dimana *q* adalah koefisien kemampuan penangkapan dan *E_t* adalah upaya penangkapan. Dengan mengasumsikan kondisi keseimbangan maka kurva tangkapan-upaya lestari (*yield-effort curve*) dari kedua fungsi di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\text{Logistik : } H_t = qKE_t - \left(\frac{q^2 K}{r} \right) E_t^2 \quad (10)$$

$$\text{Gompertz : } H_t = qKE_t e^{\left(\frac{-qE_t}{r} \right)}$$

Estimasi parameter *r*, *K* dan *q* untuk persamaan *yield-effort* dari kedua model di atas (*Logistik* dan *Gompertz*) melibatkan teknik *non-linear*. Nilai parameter *r*, *q* dan *K* kemudian disubsitusikan ke dalam persamaan (10) baik dalam bentuk *Logistik* maupun dalam bentuk *Gompertz*.

Tingkat degradasi untuk SDI dilakukan dengan pendataan *input/effort* dan hasil tangkapan dari ikan yang tertera dalam *data series*. Dari kedua data tersebut dapat dihitung pendugaan stok dan panen lestari (*sustainable yield*), kemudian dengan membandingkan kondisi ekstraksi aktual dan *sustainable* dengan analisis *trend* dan *contrast* akan dapat diketahui laju degradasi. Dalam penelitian ini, fungsi degradasi sumber daya perikanan dihitung berdasarkan formula Anna (2003) yang dimodifikasi dari Amman dan Duraiappah (2001), sebagai berikut:

$$\phi_t = \frac{1}{1 + e^{\frac{h_{st}}{h_{at}}}} \quad (11)$$

Di mana ϕ_t adalah koefisien atau tingkat degradasi pada periode t, h_{st} adalah produksi lestari pada periode t, dan h_{at} adalah produksi aktual dalam periode t.

Struktur biaya merupakan data komponen ekonomi yang sangat penting dalam penelitian ini yang menyangkut struktur biaya dari penggunaan alat tangkap pada waktu operasi penangkapan dengan menggunakan data *cross section*. Data *cross section* diperoleh dari responden untuk masing-masing alat tangkap. Biaya per unit *standard effort* dari grup ikan masing-masing alat tangkap tersebut. Biaya per unit *standardisasi effort* dari grup ikan yang digunakan dalam analisis disesuaikan dengan indeks harga konsumen ikan segar tahunan dari Badan Pusat Statistik untuk menghasilkan biaya *series* selama tahun pengamatan. Secara matematis, biaya per unit *effort standard* dapat ditulis sebagai berikut:

$$C_{et} = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{TC_i}{\sum E_i} \left(\prod_{i=1}^n \frac{h_{it}}{\sum (h_i + h_j + h_k)} \right)^{\frac{1}{t+1}} \frac{CPI_t}{100} \right] \quad (12)$$

Di mana:

C_{et} = biaya per unit *standardized effort* pada periode t.

TC_i = biaya total untuk alat tangkap i untuk i = 1, 2, 3,m

E_i = total *standardized effort* untuk alat tangkap i

h_{it} = produksi alat tangkap i pada periode t.

$\sum h_i + h_j + \dots + h_m$ = total produksi ikan yang dianalisis untuk seluruh alat tangkap

N = jumlah alat tangkap

CPI_t = indeks harga konsumen pada periode t.

Parameter ekonomi yang diperlukan dalam penelitian ini juga menyangkut harga. Parameter harga output diperoleh dengan cara mengkonversi harga nominal per satuan ikan yang ditangkap (*ex-vessel price*) ke dalam harga riil dengan cara menyesuaikan dengan indeks harga konsumen. Artinya, nilai yang diperoleh dari survei ataupun data sekunder harus dikonversi ke pengukuran riil, dengan cara menyesuaikan dengan Indeks Harga Konsumen (IHK), sehingga pengaruh inflasi dapat dieliminir. Jadi harga nominal pada periode t bisa dikonversi dengan harga riil. Pendugaan parameter harga dilakukan dengan:

$$P_t = \left[\prod_{i=1}^m P_i \dots P_j \right]^{\frac{1}{t-1}} * \frac{CPI_t}{100} \quad (13)$$

Di mana P_t = harga ikan pada periode t dan $P_i \dots P_j$ adalah harga jenis ikan i sampai j (sangat tergantung dari beberapa jenis ikan), m dan n adalah tahun yang dijadikan basis perhitungan rata-rata geometrik. Rataan ini kemudian digunakan untuk mengestimasi harga tahunan selama pengamatan.

Untuk menentukan nilai *discount rate* pemanenan SDI dalam suatu penelitian digunakan *real discount rate* dengan pendekatan Ramsey. Dalam pendekatan ini teknik yang digunakan adalah yang dikembangkan oleh Kula (1984) dan teknik ini telah dilakukan atau diadopsi oleh beberapa peneliti. Kula (1984) mengembangkan teknik ini dengan menggunakan formula yang sama dengan formula yang dikembangkan oleh Ramsey. *Real discount rate* (r) Kula didefinisikan sebagai:

$$r = \rho - \eta g \quad (14)$$

Dimana: r = *pure time preference* konsumsi SDA, yang didasarkan kepada nominal *discount rate*; η = elastisitas pendapatan terhadap ekstraksi SDI; dan g = laju pertumbuhan ekonomi karena ekstraksi SDA. Kemudian laju pertumbuhan ekonomi yang diakibatkan oleh ekstraksi SDI dihitung dari laju konsumsi sumber daya perikanan yang didekati dengan PDRB perikanan, dengan perhitungan melalui formula:

$$\ln C_t = a_0 + a_1 \ln t \quad (15)$$

Di mana C_t adalah PDRB perikanan di lokasi penelitian pada tahun ke t, sehingga derivat persamaan di atas dapat diperoleh nilai elastisitas konsumsi sumber daya alam yaitu:

$$a_1 = \frac{\partial \ln C_t}{\partial \ln t} \quad (16)$$

yang kemudian secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$\frac{\frac{\Delta C}{C}}{\frac{\Delta t}{t}} = g \quad (17)$$

Mengikuti teknik Brent yang dikutip oleh Anna (2003), dengan menggunakan standar elastisitas pendapatan terhadap konsumsi sumber daya alam sebesar 1, dan ρ menggunakan nilai *discount rate* saat ini dari Ramsey sebesar 15%, maka diperoleh nilai *real discount rate* sebagai berikut:

$$r = \text{marketdiscount rate} - 1(g) \quad (18)$$

Dalam studi ini dilakukan dua skenario perhitungan depresiasi, yaitu dengan menggunakan dua nilai *discount rate* yang berbeda, yaitu *social discount rate* dan nominal *discount rate* Ramsey, dengan asumsi bahwa kurva permintaan bersifat elastis. Untuk perhitungan laju depresiasi pada dasarnya sama dengan laju degradasi, hanya menggunakan parameter-parameter ekonomi, sebagai berikut:

$$\phi_r = \frac{1}{1 + e^{\frac{\pi_s}{\pi_a}}} \quad (19)$$

Di mana ϕ_r adalah laju depresiasi, π_s adalah *rente sustainable* dan π_a adalah *rente* produksi aktual.

Persamaan-persamaan yang digunakan di atas pada dasarnya hanya menggambarkan suatu sistem perikanan berbasis faktor biologi, sedangkan dalam suatu sistem perikanan dikenal dengan faktor ekonomi. Oleh karena itu Gordon (1954) dalam Biasane (2012)

mengintroduksi parameter ekonomi seperti harga (*price*, *p*) per satuan berat dan biaya dari input (*cost*, *c*) dimasukkan ke dalam model Schaefer untuk menghasilkan keseimbangan bio-ekonomi. Keseimbangan bio-ekonomi ini kemudian dikenal dengan keseimbangan statik Gordon Schaefer.

Suatu keseimbangan bio-ekonomi diperoleh pada saat $TR = TC$ atau *total revenue* sama dengan *total cost* yaitu pada saat upaya (*effort*) berada pada level akses terbuka (*open access*). Dalam kondisi $TR=TC$, maka keuntungan nol ($\pi = 0$). Bilamana $TR = ph$ dan hEx , maka $TR = pqEx$, sedangkan bilamana $TC = cE$, maka fungsi keuntungan adalah:

$$\pi = pqEx - cE \quad (20)$$

Pada keseimbangan bio-ekonomi model Gordon Schefer (1954), di mana *revenue* sama dengan nol, maka dengan kata lain keuntungan biomas (*x*) sebanding dengan biaya ekstraksi per *unit effort* (*c*) dibagi dengan harga per satuan berat (*p*) dan koefisien daya tangkap (*q*) atau dapat dinotasikan sebagai berikut:

$$x_{OA} = \frac{c}{pq} \quad (21)$$

Hasil dan Pembahasan

Jenis ikan yang dianalisis

Jenis ikan yang dianalisis dalam penelitian ini adalah: ikan layang (*Decapterus* sp.), ikan selar (*Selar* sp.), ikan julung-julung (*Tylosurus* sp.) dan ikan sunglir (*Elagatisbi pannulatus*). Produksi aktual ikan yang dianalisis selama kurun waktu 20 tahun (1988-2007) periode pengamatan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 memberikan arahan bahwa produksi ikan yang tertinggi dari jenis yang dianalisis adalah ikan layang dengan rata-rata produksi aktual selama 20 tahun (1988 – 2007) pengamatan sebesar 2494.03 ton/tahun, menyusul ikan julung-julung 246.49 ton/tahun, ikan selar 136.24 ton/tahun, dan terakhir ikan sunglir dengan rata-rata produksi selang 20 tahun (1988-2007) pengamatan sebanyak 126.27 ton/tahun. Rata-rata produksi aktual ikan yang didaratkan di Kepulauan Sangihe sebesar 8035.9 ton/tahun selama 20 tahun (1988 – 2007) periode pengamatan, yang apabila dibandingkan dengan jumlah produksi ikan yang dianalisis sebanyak 3128.45 ton/tahun.

Pendugaan standardisasi effort

Kalibrasi dilakukan mengingat data mengenai upaya untuk spesies target yang digunakan dalam penelitian ini tidak tersedia. Menurut Fauzi (1998), agregasi upaya merupakan satu-satunya cara pengukuran upaya yang dapat diandalkan pada perikanan *multi-species*. Penelitian ini menggunakan

unit *trip* dari alat tangkap yang digunakan, yang terlebih dahulu standardisasi dari unit upaya (*effort*). Standardisasi dilakukan menggunakan data produksi dan *trip* alat tangkap dari tahun 1988 - 2007, dengan menggunakan alat tangkap yang dominan dalam setiap penangkapan ikan pelagis kecil (Tabel 2).

Tabel 1 Produksi aktual ikan pelagis kecil di Kepulauan Sangihe

Tahun	Produksi (ton) Pelagis Kecil				Total Prod.ikan Pel.kecil
	Ikan Layang	Ikan Selar	Ikan Julung2	Ikan Sunglir	
1988	1 677.84	199.38	343.14	299.28	2 519.64
1989	1 672.80	296.76	330.30	308.70	2 608.56
1990	1 815.18	238.02	337.26	316.62	2 707.08
1991	2 047.92	203.28	363.12	295.32	2 909.64
1992	2 260.50	137.88	251.64	269.46	2 919.48
1993	2 320.98	196.02	328.32	284.40	3 129.72
1994	1 446.42	162.24	281.88	180.72	2 071.26
1995	2 012.04	198.24	272.22	177.54	2 660.04
1996	2 002.56	154.74	276.18	162.90	2 596.38
1997	1 892.28	100.14	273.60	88.08	2 354.10
1998	2 948.70	108.42	293.70	104.94	3 455.76
1999	2 706.96	103.38	279.96	97.02	3 187.32
2000	3 269.76	110.28	290.16	98.40	3 768.60
2001	3 298.76	253.80	301.92	98.34	3 952.82
2002	3 314.60	154.92	362.70	122.22	3 954.44
2003	3 477.10	209.60	381.30	118.20	4 186.20
2004	2 971.50	98.80	141.40	73.40	3 285.10
2005	4 495.60	86.40	236.00	68.00	4 886.00
2006	3 074.40	37.40	55.30	21.90	3 189.00
2007	3 524.20	38.70	56.10	22.40	3 641.40
GEOMEAN	2 494.03	136.24	246.49	126.27	3 128.45

Sumber: Hasil olahan data Dinas Kelautan dan Perikanan (2008) dan BPS (2008)

Tabel 2 CPUE dan effort standar alat tangkap dari jenis ikan pelagis kecil

Tahun	Catch per unit effort (cpue)			Fishing power index (fpi)				Standardisasi effort				Total Effort			
	Pukat Cincin	Payang	Pukat Pantai	Payang	Pukat Pantai	J.insang Hanyut	J.insng Ligkar	Pukat Cincin	Payang	Pukat Pantai	J.insang Hanyut		J.insang Lingkar		
1988	0.31359	0.03081	0.02655	0.01293	0.03199	0.09826	0.0846	0.04123	0.10200	3 343	204	1 297	1 281	209	6 335
1989	0.25771	0.01590	0.01814	0.01155	0.02433	0.06168	0.0704	0.04481	0.09441	4 610	224	1 513	1 366	336	8 050

1990	0.26399	0.02265	0.02312	0.00766	0.03844	0.08580	0.0875	0.02901	0.14562	4 829	161	1 281	1 333	627	8 231
1991	0.30697	0.03252	0.02699	0.01341	0.04653	0.10594	0.0879	0.04369	0.15159	5 085	197	1 018	1 023	424	7 747
1992	0.32836	0.01260	0.00991	0.00465	0.01638	0.03837	0.0301	0.01417	0.04988	5 882	156	521	414	300	7 273
1993	0.32768	0.01756	0.01300	0.00794	0.01355	0.05360	0.0396	0.02424	0.04136	5 790	184	914	697	363	7 949
1994	0.14702	0.01275	0.01432	0.00827	0.01476	0.08671	0.0973	0.05622	0.10040	6 273	296	1 894	1 227	886	10 576
1995	0.23138	0.02021	0.01153	0.00466	0.02673	0.08733	0.0498	0.02013	0.11554	6 237	270	974	739	968	9 187
1996	0.24817	0.01688	0.00771	0.00296	0.01659	0.06802	0.0310	0.01192	0.06686	6 446	220	655	433	556	8 310
1997	0.24769	0.03080	0.01514	0.00891	0.03253	0.12434	0.0611	0.03596	0.13133	4 344	179	980	695	1 169	7 367
1998	0.37462	0.04826	0.00813	0.00509	0.07916	0.12882	0.0217	0.01360	0.21129	5 371	189	343	261	1 705	7 870
1999	0.33111	0.03909	0.01622	0.00236	0.07009	0.11806	0.0489	0.00712	0.21167	5 490	200	368	241	1 749	8 048
2000	0.33623	0.03726	0.01473	0.00438	0.09193	0.11081	0.0438	0.01304	0.27342	6 543	240	410	226	2 353	9 772
2001	0.28989	0.01089	0.02899	0.01514	0.04893	0.03756	0.1000	0.05224	0.16878	8 618	77	959	912	1 466	12 031
2002	0.61167	0.05980	0.03868	0.01865	0.13218	0.09776	0.0632	0.03049	0.21609	4 078	93	218	173	1 143	5 705
2003	0.53363	0.04016	0.02566	0.00131	0.10324	0.07526	0.0480	0.00245	0.19347	5 920	72	139	38	852	7 022
2004	0.41632	0.00435	0.02678	0.00349	0.00988	0.01044	0.0643	0.00838	0.02374	6 185	8	121	142	192	6 647
2005	0.67600	0.02471	0.01690	0.03380	0.03380	0.03656	0.0250	0.05000	0.05000	5 424	27	34	851	388	6 724
2006	0.48284	0.00420	0.01597	0.00411	0.01195	0.00870	0.0330	0.00850	0.02475	5 153	6	44	138	182	5 523
2007	0.56496	0.01512	0.02546	0.00659	0.03031	0.02676	0.0450	0.01167	0.05365	4 921	18	58	187	387	5 571
GEOMEA	0.34079	0.02025	0.01755	0.00672	0.03324	0.05941	0.0514	0.01973	0.09754	5 421.99	102.01	414.82	431.59	614.89	7 640

Tabel 2 menunjukkan bahwa produktivitas hasil tangkapan yang dilambangkan dengan *catch per unit effort* (CPUE) menunjukkan bahwa CPUE pukat cincin sebesar 0.34 ton/trip, payang sekitar 0.02 ton/trip, pukat pantai sebesar 0.017 ton/trip, jaring insang hanyut 0.006 ton/trip, dan jaring insang lingkaran sebesar 0.033 ton/trip. Total *effort* dalam penangkapan ikan pelagis yang distandardisasi sekitar 7 640 *trip*/tahun, dengan distribusi untuk pukat cincin 5 422 *trip*/tahun, payang 102 *trip*/tahun, pukat pantai sebesar 415 *trip*/tahun, jaring insang hanyut sebesar 432 *trip*/tahun, dan jaring insang lingkaran dengan upaya sebesar 615 *trip*/tahun.

Pendugaan parameter biologi

Parameter biologi diduga dengan model Clarke *et al.* (1992). Parameter yang diduga adalah tingkat pertumbuhan intrinsik (*r*), daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) (*K*), dan koefisien daya tangkap (*q*). Sebelum pendugaan parameter biologi dihitung koefisien pendugaan α , β_1 , dan β_2 dipecahkan melalui teknik *ordinary least square* (OLS) dengan bantuan *microsoft excel*. Parameter biologi yang diperoleh adalah $r = 1.138136$; $q = 0.0001816$; dan $K = 8040.07$ ton/tahun.

Produksi lestari

Dengan menggunakan nilai *r*, *q*, dan *K* tersebut di atas dihitung dengan menggunakan fungsi produksi *Gompertz* melalui MAPLE versi 13. Dari fungsi produksi tersebut di atas dapat dihitung produksi lestari dengan bantuan *microsoft excel*, sebagaimana disajikan dalam Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat bahwa rata-rata produksi lestari ikan pelagis kecil sebesar 3 214.39

ton/tahun dengan *effort* sebesar 7 640 *trip* dan produksi aktual sebesar 3 128.45 ton/tahun.

Depresiasi sumber daya perikanan

Untuk menilai depresiasi SDI digunakan metode *present value*. Artinya bahwa seluruh rente yang akan datang (*future value of rent*) yang diharapkan dihasilkan dari SDI dihitung dengan nilai masa sekarang (*present value*). Perhitungan depresiasi dalam penelitian ini menggunakan dua nilai *discount rate* yang berbeda yaitu *market discount rate* 15% dan *real discount rate* Kula (4.94%). Teknik ini banyak digunakan oleh para peneliti seperti Resosudarma (1995) dan Fauzi (1998). Nilai *real discount rate* Kula memberikan indikasi bahwa tingkat resiko berusaha akan sangat besar di wilayah perairan Kepulauan Sangihe dan juga memberikan pedoman pengelolaan bahwa perlakuan khusus perlu diterapkan dalam pengelolaan perikanan di Kepulauan Sangihe. Data depresiasi kelompok ikan pelagis kecil disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 3 *Effort*, produksi aktual dan produksi lestari ikan pelagis kecil

Tahun	<i>Effort</i> (trip)	Prod.Aktual (ton)	Prod Lestari (ton)
1988	6 335	2 519.64	3 366.14
1989	8 050	2 608.56	3 252.98
1990	8 231	2 707.08	3 231.38
1991	7 747	2 909.64	3 285.70
1992	7 273	2 919.48	3 327.12
1993	7 949	3 129.72	3 264.29
1994	10 576	2 071.26	2 855.42
1995	9 187	2 660.04	3 096.07

1996	8 310	2 596.38	3 221.44
1997	7 367	2 354.10	3 319.92
1998	7 870	3 455.76	3 272.89
1999	8 048	3 187.32	3 252.11
2000	9 772	3 768.60	2 999.60
2001	12 031	3 952.82	2 574.91
2002	5 705	3 954.44	3 352.12
2003	7 022	4 186.20	3 343.62
2004	6 647	3 285.10	3 360.29
2005	6 724	4 886.00	3 357.69
2006	5 523	3 189.00	3 340.86
2007	5 571	3 641.40	3 344.21
Geomean	7 640	3 128.45	3 214.39

Selama 20 tahun (1988-2007) periode pengamatan dalam penangkapan ikan pelagis kecil telah terjadi depresiasi dengan kisaran Rp 860 juta sampai dengan Rp 69.61 miliar dengan total depresiasi Rp 156.38 miliar. Jumlah rente yang seharusnya diterima dari penangkapan ikan pelagis kecil sekitar Rp 274.97 miliar pada *market discount rate* 15% tetapi karena terjadi depresiasi maka rente ekonomi menjadi Rp 118.59 miliar. Depresiasi terjadi pada sekitar 11 tahun dari 20 tahun (1988-2007) pengamatan, yaitu: pada tahun 1990, 1991, 1992, 1995, 1996, 1997, 1999, 2002, 2004, 2006, dan tahun 2007. Selanjutnya perhitungan rente pada *real disconut rate* 4.94% menghasilkan rente sebesar Rp 834.94 miliar tetapi depresiasi yang terjadi sebesar Rp 474.86 miliar menyebabkan berkurangnya rente menjadi Rp 360.09 miliar selama 20 tahun (1988-2007) periode pengamatan. Perhitungan rene sumber daya perikanan pelagis kecil dengan menggunakan *discount rate* yang lebih konservatif dari Kula (4.94%) depresiasi ikan pelagis kecil terjadi pada tahun yang sama dengan *market discount rate* 15% dengan kisaran Rp 6.12 miliar sampai Rp 211 miliar.

Pengelolaan sumber daya perikanan yang optimal

Sumber daya perikanan merupakan aset kapital yang dalam pengelolaannya harus dikelola secara optimal juga memerlukan kapital. Dalam kondisi aktual, jarang sekali terjadi pemanfaatan sumber daya perikanan pada penangkapan maupun *effort* yang optimal, padahal dengan pemanfaatan pada tingkat optimal inilah, perikanan tangkap akan lestari. Hartwick (1990) menyatakan pengetahuan mengenai perbedaan antara tingkat tangkapan dan upaya aktual dan optimal digunakan untuk menyesuaikan kebijakan tangkap agar dapat meminimalisasi opportunity cost dalam bentuk ekonomi optimal yang lestari, yang Tabel 4 Perubahan rente ekonomi (depresiasi) kelompok ikan pelagis kecil

Tahun	Sus Rev (Rp.Juta)	TC (Rp. Juta)	Sus Rent (Rp. Juta)	Discount rate Market Real	PV Ra (Rp.Juta)	▲ PV.Ra	PV Rb (Rp.Juta)	▲PV.Rb
1988	8 444.94	2 172.33	6 272.61	0.15 0.0494	41 817.42	41817.42	126 975.97	126975.97
1989	8 199.93	2 773.66	5 426.27	0.15 0.0494	36 175.15	5642.27	109 843.59	17132.39
1990	8 788.17	3 059.83	5 728.34	0.15 0.0494	38 188.96	-2013.80	115 958.37	-6114.78

hilang karena pemanfaatan SDI pada tingkat saat ini. Pemanfaatan optimal dari SDI sepanjang waktu diketahui dengan menggunakan teori capital ekonomi sumber daya yang dikembangkan oleh Clark & Munro (1975).

Analisis pengelolaan optimal dilakukan program MAPLE versi 13 menyimpulkan bahwa apabila sumber daya perikanan pelagis kecil akan dikelola secara optimal pada *discount rate* 15% maka nilai optimal biomas (x^*) harus berada pada 3 426.28 ton/tahun, dan hasil produksi tangkapan secara optimal (h^*) sebesar 3 326.19 ton/tahun serta input optimal (E^*) untuk ikan pelagis kecil berada pada *effort* 5342 *trip*/tahun. Selanjutnya apabila sumber daya perikanan pelagis kecil akan dikelola secara optimal pada *discount rate* 4.94% maka nilai optimal biomas (x^*) harus berada pada 3 620.33 ton/tahun, dan hasil produksi tangkapan secara optimal (h^*) sebesar 3 287.57 ton/tahun serta input optimal (E^*) untuk ikan pelagis kecil berada pada *effort* 4 998 *trip*/tahun. Dari angka tersebut terlihat bahwa nilai optimal biomass (x^*) pada *discount rate* 15% lebih kecil dibandingkan dengan nilai x^* pada *discount rate* 4.94%. Hasil ini sejalan dengan pernyataan penelitian terdahulu yaitu nilai *discount rate* yang lebih tinggi akan menyebabkan peningkatan laju optimal dari eksploitasi sumber daya terbarukan, dengan demikian kemungkinan akan terjadi kepunahan semakin besar (Clark 1971 dalam Hanesson 1987; Clark 1996).

Jika sumber daya ikan pelagis kecil dikelola secara optimal maka produksi harus mengikuti trajektori optimal dengan *input level* yang sesuai dengan perhitungan pada *market discount rate* 15% maupun pada *real discount rate* dari Kula 4.94%, akan diperoleh nilai keuntungan optimal yang dapat diukur dengan harga saat ini (*present value*) sebagaimana disajikan dalam Tabel 5.

Dari Tabel 5 terlihat bahwa keuntungan secara optimal (*optimal rent*) dalam pengelolaan sumber daya ikan pelagis kecil selama 20 tahun (1988-2007) periode pengamatan rata-rata sebesar Rp 11.78 miliar/tahun pada *market discount rate* 15% dan Rp 11.82 miliar/tahun pada *real discount rate* 4.94%. Nilai keuntungan ini apabila diukur dengan *present value* diperoleh masing-masing Rp 78.52 miliar/tahun dan Rp 78.76 miliar/tahun.

Sejalan dengan pengelolaan optimal, maka penataan *input level* untuk pengelolaan perikanan pelagis kecil perlu dilakukan. Oleh karena itu diperlukan pengkajian *effort* aktual dan *optimal* serta *sustainable rent* dan *optimal rent*. Data perbandingan *effort* aktual dan optimal untuk perikanan pelagis kecil disajikan dalam Tabel 6.

1991	9 835.49	3 169.73	6 665.75	0.15	0.0494	44 438.36	-6249.40	134 934.29	-18975.92
1992	10 728.02	3 205.45	7 522.57	0.15	0.0494	50 150.44	-5712.08	152 278.66	-17344.37
1993	11 729.40	3 904.53	7 824.87	0.15	0.0494	52 165.81	-2015.37	158 398.20	-6119.54
1994	10 637.62	5 385.66	5 251.96	0.15	0.0494	35 013.05	17152.76	106 314.93	52083.27
1995	12 465.64	5 056.46	7 409.17	0.15	0.0494	49 394.50	-14381.44	149 983.29	-43668.35
1996	13 598.92	4 795.32	8 803.60	0.15	0.0494	58 690.67	-9296.17	178 210.53	-28227.24
1997	17 725.73	5 376.44	12 349.29	0.15	0.0494	82 328.62	-23637.95	249 985.68	-71775.15
1998	17 554.94	5 770.36	11 784.59	0.15	0.0494	78 563.91	3764.71	238 554.37	11431.31
1999	18 001.69	6 088.02	11 913.67	0.15	0.0494	79 424.49	-860.58	241 167.48	-2613.11
2000	17 027.43	7 582.81	9 444.62	0.15	0.0494	62 964.11	16460.38	191 186.58	49980.90
2001	15 187.07	9 699.92	5 487.15	0.15	0.0494	36 581.00	26383.11	111 075.91	80110.67
2002	20 758.56	4 829.09	15 929.47	0.15	0.0494	106 196.46	-69615.46	322 458.88	-211382.96
2003	20 897.46	5 998.74	14 898.72	0.15	0.0494	99 324.80	6871.66	301 593.52	20865.35
2004	21 122.20	5 711.72	15 410.48	0.15	0.0494	102 736.52	-3411.72	311 953.00	-10359.48
2005	21 116.42	5 780.62	15 335.80	0.15	0.0494	102 238.67	497.85	310 441.31	1511.70
2006	21 027.38	4 751.67	16 275.71	0.15	0.0494	108 504.75	-6266.08	329 467.86	-19026.55
2007	23 753.16	5 409.37	18 343.79	0.15	0.0494	122 291.94	-13787.19	371 331.79	-41863.94

Keterangan
 Sus Rev : penerimaan lestari (*sustainable revenue*)
 TC : *total cost*
 Sus Rent : rente lestari (*sustainable rent*)

PVRa : *present value sustainable rent* dengan δ market 15%
 PVRb : *present value sustainable rent* dengan δ real 4.94%
 Δ PVRa : perubahan *present value sustainable rent* dengan δ market 15%
 Δ PVRb : perubahan *present value sustainable rent* dengan δ real 4.94%

Tabel 5 *Optimal rent* dan *present value* pengelolaan ikan pelagis kecil

Tahun	<i>Optmal rent</i>		<i>Present value</i>	
	$\delta = 15\%$ (Juta Rp)	$\delta = 4.94\%$ (Juta Rp)	$\delta = 15\%$ (Juta Rp)	$\delta = 4.94\%$ (Juta Rp)
1988	6 512.40	6 533.83	43 416.02	43 558.84
1989	6 543.45	6 564.97	43 622.97	43 766.47
1990	7 059.73	7 082.96	47 064.88	47 219.70
1991	7 770.44	7 796.00	51 802.95	51 973.37
1992	8 370.05	8 397.59	55 800.36	55 983.93
1993	9 327.47	9 358.16	62 183.15	62 387.71
1994	9 670.57	9 702.39	64 470.50	64 682.58
1995	10 451.54	10 485.92	69 676.93	69 906.14
1996	10 958.02	10 994.07	73 053.49	73 293.81
1997	13 859.69	13 905.28	92 397.91	92 701.86
1998	13 923.41	13 969.21	92 822.70	93 128.05
1999	14 364.54	14 411.79	95 763.58	96 078.60
2000	14 735.41	14 783.89	98 236.09	98 559.25
2001	15 310.52	15 360.88	102 070.12	102 405.89
2002	16 075.14	16 128.03	107 167.63	107 520.17
2003	16 223.82	16 277.19	108 158.82	108 514.62
2004	16 316.95	16 370.63	108 779.67	109 137.51
2005	16 325.12	16 378.82	108 834.13	109 192.15
2006	16 338.19	16 391.94	108 921.27	109 279.58
2007	18 437.65	18 498.30	122 917.65	123 322.00
GEOMN	11 779.44	11 818.19	78 529.61	78 787.95

Tabel 6 Persentase perbedaan *effort* dan *rent* dari optimal dan lestari ikan pelagis kecil

Tahun	<i>Std Effort</i> (trp)	<i>Opt Effort</i> (trp)	<i>Sust Rent</i> (Rp.Juta)	<i>Opt rent</i> (Rp Juta)	% Perbedaan	
					<i>Effort</i>	<i>Rent</i>
1988	6 335	5 343	6 272.61	6 512.40	-18.56	3.68
1989	8 050	5 343	5 426.27	6 543.45	-50.66	17.07

1990	8 231	5 343	5 728.34	7 059.73	-54.05	18.86
1991	7 747	5 343	6 665.75	7 770.44	-44.98	14.22
1992	7 273	5 343	7 522.57	8 370.05	-36.11	10.13
1993	7 949	5 343	7 824.87	9 327.47	-48.78	16.11
1994	10 576	5 343	5 251.96	9 670.57	-97.94	45.69
1995	9 187	5 343	7 409.17	10 451.54	-71.95	29.11
1996	8 310	5 343	8 803.60	10 958.02	-55.54	19.66
1997	7 367	5 343	12 349.29	13 859.69	-37.87	10.90
1998	7 870	5 343	11 784.59	13 923.41	-47.30	15.36
1999	8 048	5 343	11 913.67	14 364.54	-50.64	17.06
2000	9 772	5 343	9 444.62	14 735.41	-82.90	35.91
2001	12 031	5 343	5 487.15	15 310.52	-125.18	64.16
2002	5 705	5 343	15 929.47	16 075.14	-6.77	0.91
2003	7 022	5 343	14 898.72	16 223.82	-31.42	8.17
2004	6 647	5 343	15 410.48	16 316.95	-24.41	5.56
2005	6 724	5 343	15 335.80	16 325.12	-25.85	6.06
2006	5 523	5 343	16 275.71	16 338.19	-3.37	0.38
2007	5 571	5 343	18 343.79	18 437.65	-4.28	0.51
RATA-RATA	7 797	5 343	10 403.92	12 428.71	-45.93	16.97

Tabel 6 menunjukkan bahwa pengelolaan ikan pelagis kecil memerlukan penurunan *input level* dari setiap *effort* sebesar 46% dari *effort* yang ada saat ini, yang akan menaikkan pendapatan sekitar 16.97 persen dari pendapatan yang diterima saat ini

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- (1) Depresiasi yang terjadi telah menurunkan nilai rente yang harus diterima oleh nelayan. Dengan metode *present value* penerimaan dalam penangkapan ikan pelagis kecil pada *market discount rate* 15% seharusnya diterima sebesar Rp 274.97 miliar tetapi karena terdepresiasi maka jumlah yang diterima hanya Rp 118.59 miliar, demikian pula untuk *discount rate* 4.94% jumlah yang diterima sekitar Rp 360.09 miliar.
- (2) Pola hubungan antara *effort* dan depresiasi tidak seketika terjadi pada saat itu, melainkan terjadi *lag* sehingga depresiasi baru akan terjadi pada periode berikutnya. Depresiasi yang terjadi adalah karena perkembangan *effort* yang berlebihan (*excessive*) pada periode sebelumnya sehingga walaupun *effort* cenderung rendah pada periode tersebut, namun depresiasi sumber daya ikan pasti akan terjadi.
- (3) Semakin tinggi *discount rate* akan mendorong tingkat eksploitasi sumber daya lebih ekstraktif sehingga akan mempertinggi tekanan terhadap sumber daya pada gilirannya akan mempercepat laju degradasi yang berdampak kepada kepunahan.

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, dapat disarankan yaitu pengelolaan SDI secara optimal dan lestari sangat mendesak untuk diterapkan agar dapat mengurangi degradasi dan depresiasi yang terjadi dan cukup memprihatinkan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut di atas, dapat disarankan yaitu pengelolaan SDI secara optimal dan lestari sangat mendesak untuk diterapkan agar dapat mengurangi degradasi dan depresiasi yang terjadi dan cukup memprihatinkan.

Daftar Pustaka

- Anggoro K. 2001. Kebijakan pembangunan perikanan harus dirubah [Internet]. [dikunjungi tanggal 27 Juli 2007]. Tersedia pada: <http://www.kompas.com/kompas-cetak/0104/09/daerah/kebi.20.htm>.
- Anna S. 2003. Model embedded dinamik ekonomi interaksi perikanan pencemaran [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2008. Kabupaten Kepulauan Sangihe Dalam Angka. BPS Tahuna.
- Biasane AN. 2012. Kebijakan Pengelolaan Pulau-pulau Kecil Perbatasan Berbasis Geopolitik, Daya Dukung Ekonomi dan Lingkungan (Kasus Pulau Perbatasan di Propinsi Sulawesi Utara) [disertasi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Clark RB. 1996. *Marine Polution*. Clarendon Press. New York: Oxford University Press.

- Clarck CW, Munro G. 1975. The economics of fishing and modern capital theory: A simplified approach. *Journal Environmental Economic. March.* 2:92-96.
- Clarke RP, Yoshimoto SS, Pooley SG. 1992. A bioeconomic analysis of the North-Western Hawaiian islan lobster fisheries. *Marine Resources Economic.* 7(2): 115-140.
- [DKP] Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Kepulauan Sangihe. 2008. *Potensi dan Statistik Kelautan dan Perikanan Kabupaten Kepulauan Sangihe.* Dinas Kelautan dan Perikanan, Tahuna
- Fauzi A. 1998. The management of competing multi species fisheries: a case of a small pelagic fishery on the north coast of Central Java [tesis]. Vancouver, Canada: Departement of Economics Simon Fraser University.
- Hanneson R. 1987. The effect of discount rate on the optimal exploitation of renewable resoutces. *Marine Resources Economic.* 3(4): 319-329.
- Hatwick J. 1990. Natural resources, natural accounting and economic depreciation. *Journal of Public Economics.* 43: 291-304.
- Kulla E. 1984. Derivation of social time preference rates for the United States and Canada. *Quartely Journal Econ.* 99: 873-882.
- Resosudarma B. 1995. The construction of the bioeconomic model of Indonesia flying fishery. *Marine Resource Economic.* 10: 357-372.