

ANALISIS BIOEKONOMI PADA PEMANFAATAN SUMBERDAYA IKAN PELAGIS BESAR DI PERAIRAN BONTANG (*Bioeconomic Analysis of Big Pelagic Fish Resources Utilization in Bontang Sea*)

Heru Susilo

Staf Pengajar Jurusan Sosial Ekonomi Perikanan, FPIK-UNMUL

ABSTRACT

This research aimed to determine the optimum production, the optimum effort and the optimum economic rent levels of big pelagic fish resources. This research was conducted during three months from February to April 2010 in Bontang sea. In data collection it was carried out by applying survei method, analysing primary and secondary data and conducting purposive sampling approach. The results showed that the optimum production level on utilization for the big pelagic fish resources was 334,41 tonnes per year; the optimum effort levels on utilizations for the big pelagic fish resources was 1.284 trips per year; and the optimum economic rent levels on utilizations for the big pelagic fish resources was Rp28.996,38 million per year.

Keywords: big pelagic fish resources, bioeconomics, Bontang sea

PENDAHULUAN

Pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang sudah berlangsung sejak lama dan dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan. Peningkatan pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar diakibatkan semakin tingginya permintaan terhadap ikan tersebut. Pada Tahun 2008 tercatat hasil tangkapan ikan pelagis besar kurang lebih sebanyak 810,50 ton atau naik sebanyak 209,71% dari Tahun 2007 yaitu sebanyak 261,70 ton (Dinas Perikanan, Kelautan dan Pertanian Kota Bontang 2009).

Ikan pelagis merupakan organisme yang mempunyai kemampuan untuk bergerak, sehingga tidak tergantung pada arus laut atau gerakan air yang disebabkan oleh angin (Nyabakken 1998). Ikan pelagis merupakan ikan yang hidup pada lapisan permukaan perairan sampai tengah (*mid layer*). Pada daerah-daerah dimana terjadi proses kenaikan massa air (*upwelling*), sumberdaya ini dapat membentuk biomassa yang sangat besar. Ikan pelagis umumnya hidup secara bergerombol baik dengan kelompoknya mau pun jenis ikan lainnya namun terdapat kecenderungan ikan pelagis bergerombol berdasarkan kelompok ukurannya.

Meningkatnya eksploitasi sumberdaya ikan pelagis besar sebagai akibat meningkatnya permintaan terhadap sumberdaya tersebut akan berdampak pada semakin tingginya tekanan terhadap keberadaan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang. Adanya sifat umum dari pemanfaatan sumberdaya laut yaitu bersifat

terbuka (*open access*) menambah peningkatan eksploitasi yang cenderung bebas tanpa batasan selama kemungkinan memperoleh manfaat atau keuntungan masih bisa diperoleh. Kondisi ini jika tidak segera dikendalikan (*manage*) dikhawatirkan akan mengancam kelestarian sumberdaya ikan. Oleh karena itu diperlukan pengaturan yang baik (*good management*) didalam pemanfaatan sumberdaya ikan, sehingga ancaman kepunahan akan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang dapat dihindari (Susilo 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat produksi, tingkat upaya dan rente ekonomi optimal dari sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian dilakukan di Perairan Bontang, dimana pengambilan data di lapangan dilaksanakan pada bulan Februari hingga bulan Desember 2007. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan jenis metode survei. Data primer diperoleh langsung di lapangan melalui pengamatan terhadap unit-unit penangkapan ikan pelagis besar dan melakukan wawancara terhadap nelayan berdasarkan kusioner.

Metode pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*. Nelayan contoh yang diambil adalah nelayan pemilik yang mewakili sifat-sifat dari keseluruhan nelayan yang menangkap ikan pelagis besar di Perairan Bontang, yaitu berjumlah 20 orang nelayan.

Data sekunder diperoleh dari dua sumber yaitu Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Kaltim dan Dinas Perikanan, Kelautan dan Pertanian Kota Bontang. Data yang diambil bersifat urut waktu (*time series data*) selama 11 tahun mulai dari Tahun 1998 sampai dengan Tahun 2008, meliputi data produksi dan *effort* dalam pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar

Analisis CPUE

$$CPUE_t = \frac{catch_t}{effort_t}$$

$$t = 1, 2, \dots, n$$

Analisis Fishing Power Index

$$E_{std} = \varphi_i E_i$$

$$\varphi_i = \frac{U_i}{U_{std}}$$

Estimasi Parameter Biologi

Nilai parameter biologi *intrinsic growth* (*r*), *catchability coefficient* (*q*) dan *carrying capacity* (*K*) diperoleh dari perhitungan menggunakan model-model estimasi pendukung dari persamaan Schaefer (1954) yaitu model estimasi Algoritma Fox.

$$q = \left[\prod_{t=i}^n \left| \frac{\ln \left(\frac{x}{y} \right)}{z} \right| \right]^{1/r}$$

$$x = \left[\left(\frac{z}{U_t} \right) + \left(\frac{1}{\beta} \right) \right]$$

$$y = \left[\left(\frac{z}{U_{t+1}} \right) + \left(\frac{1}{\beta} \right) \right]$$

$$z = \left[\left(-\frac{a}{b} \right) - \left(\frac{U_t + U_{t+1}}{2} \right) \right]$$

$$K = \frac{\alpha}{q}, \text{ dan } r = \frac{Kq^2}{\beta}$$

Model Optimasi Statis

Solusi pengelolaan sumberdaya ikan pelagis besar melalui pendekatan model optimasi statis, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Solusi Rezim Pengelolaan Optimal Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil Melalui Pendekatan Model Optimasi Statis

Variabe	Kondisi		
	MEY	MSY	OA
Biomassa (x)	$\frac{K}{2} \left(1 + \frac{c}{p.q.K} \right)$	$\frac{K}{2}$	$\frac{c}{p.q}$
Catch (h)	$\frac{r.K}{4} \left(1 + \frac{c}{p.q.K} \right) \left(1 - \frac{c}{p.q.K} \right)$	$\frac{r.K}{4}$	$\frac{r.c}{p.q} \left(1 - \frac{c}{p.q.K} \right)$
Effort (E)	$\frac{r}{2q} \left(1 - \frac{c}{p.q.K} \right)$	$\frac{r}{2q}$	$\frac{r}{q} \left(1 - \frac{c}{p.q.K} \right)$
Rente Ekonomi (π)	$p.q.K.E \left(1 - \frac{c}{p.q.K} \right) - c.E$	$p \left(\frac{r.K}{4} \right) - c \left(\frac{r}{2q} \right)$	$\left(p - \frac{c}{p.x} \right) F(x)$

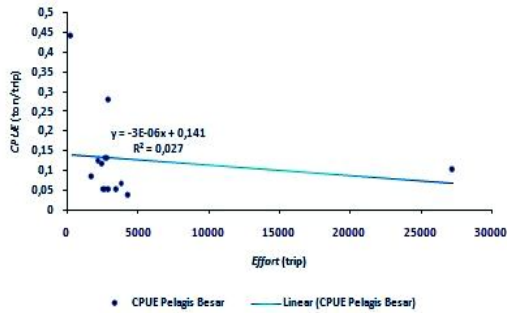
Solusi pengelolaan sumberdaya ikan pelagis besar optimal melalui pendekatan model optimasi dinamik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Solusi Rezim Pengelolaan Optimal Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil Melalui Pendekatan Model Optimasi Dinamik

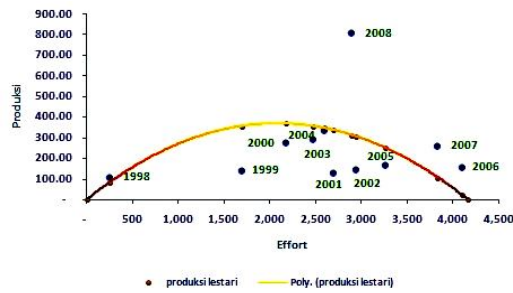
Variabel	Rumus
Biomassa (x*)	$x^* = \left[\left(\frac{c}{Kpq} + 1 - \frac{\delta}{r} \right) + \sqrt{\left(\frac{c}{Kpq} + 1 - \frac{\delta}{r} \right)^2 + \frac{8c\delta}{Kpqr}} \right]$
Catch (h*)	$h^* = \frac{x}{c} (pqx - c) \left[\delta - r \left(1 - \frac{2x}{K} \right) \right]$
Effort (E*)	$E^* = \frac{h^*}{qx^*}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penurunan produktivitas hasil tangkapan (*CPUE*) dari sumberdaya ikan pelagis besar akibat peningkatan aktivitas penangkapan (*effort*) dapat dilihat pada Gambar 1. Hubungan antara *CPUE* dan *effort* pada sumberdaya ikan pelagis besar dengan persamaan $y = -3E-06X + 0,141$ yang artinya setiap terjadi peningkatan *effort* sebanyak 1 trip maka *CPUE* akan turun sebesar 0,000003 ton per trip. Hal ini menunjukkan kondisi sumberdaya ikan pelagis besar telah mengalami *overfishing* secara biologi (*biological overfishing*).



Gambar 1. Hubungan antara CPUE dan Effort pada Sumberdaya Ikan Pelagis Besar Tahun 1998-2008



Gambar 2. Kurva Hubungan produksi Lestari, Produksi Aktual dan Effort Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Estimasi Parameter Biologi pada Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil

Berdasarkan model estimasi Algoritma Fox, maka diperoleh parameter biologi yang meliputi : 1) *intrinsic growth* (r), dimana sumberdaya ikan pelagis besar akan tumbuh secara alami tanpa ada gangguan dari gejala alam mau pun kegiatan manusia sebesar 0,38 ton per tahun; 2) *catchability coefficient* (q) yang mengindikasikan bahwa setiap peningkatan satuan upaya penangkapan akan berpengaruh sebesar 0,0001 ton per *trip*; dan 3) *carrying capacity* (K), yang menunjukkan kemampuan ekosistem mendukung produksi sumberdaya ikan pelagis besar sebesar 3.920,51 ton per tahun. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Data Aktual, Parameter Biologi, MSY dan Uji Statistik pada Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Pemanfaatan	Aktual	Parameter Biologi			MSY	Persentase Aktual terhadap MSY	Uji Statistik		
		r	q	K			Uji F	Sig	Adjusted R ²
Algoritma Fox		0,38	0,0001	3.920,51			10,12	0,01	0,48
Biomass (x) (ton)					1.960,25				
Produksi (h) (ton)	258,20				368,92	69,99			
Effort (E) (trip)	2.625				2.076	126,42			

Sumber : Data Primer yang diolah 2010

Selama Tahun 1998-2008, sebagian besar volume produksi aktual sumberdaya ikan pelagis besar pada tahun-tahun sebelumnya berada didalam kurva produksi lestari, namun pada pada Tahun 2006 sampai dengan Tahun 2008 volume produksi aktual berada diluar kurva produksi lestari. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan sumberdaya ikan pelagis besar dalam melakukan perbaharuan atau memperbaharui diri sudah berkurang, sehingga pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang terindikasi mengalami *overfishing* secara biologi (*biological overfishing*). Dapat dilihat pada gambar 2.

Analisis Optimasi Statik Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Optimasi pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar dianalisis dalam beberapa kondisi pengelolaan, yaitu kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY), *open access* (OA) dan *maximum sustainable yield* (MSY). Ketiga kondisi pengelolaan tersebut juga dibandingkan dengan kondisi aktual dari pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang. Hasil analisis optimasi statik dari pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Bontang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Optimasi Statik Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Pemanfaatan Sumberdaya	Aktual	Model Pengelolaan		
		<i>Sole Owner</i> /MEY	<i>Open Access</i> (OA)	MSY
Ikan Pelagis Besar	Biomass (x) (ton)	2.895,28	1.870,05	1.960,25
	Produksi (h) (ton)	284,99	368,14	368,92
	Effort (E) (trip)	2.625	2.172	2.076
	π (juta Rp)	-1.953,62	1.055,77	0,00

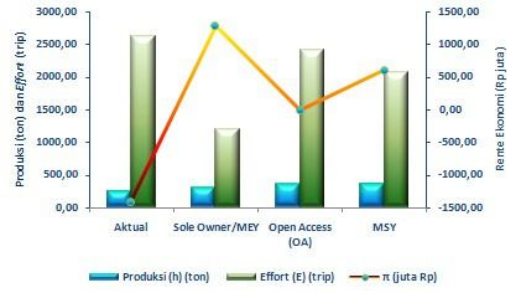
Sumber : Data primer yang diolah 2010

Sumberdaya ikan pelagis besar pada Tabel 4 memiliki : 1) tingkat biomass (x) pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY) sebesar 2.895,28 ton per tahun, *open access* (OA) sebesar 1.870,05 ton per tahun dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebesar 1.960,25 ton per tahun; 2) tingkat produksi (h) pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY) sebesar 284,99 ton per tahun, *open access* (OA) sebesar 368,14 ton per tahun dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebesar 368,92 ton per tahun; 3) tingkat upaya (*effort*) pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY) sebanyak 2.625 trip per tahun, *open access* (OA) sebanyak 2.172 trip per tahun dan *maximum*

sustainable yield (MSY) sebanyak 2.076 trip per tahun; dan 4) tingkat rente (π) pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY) sebesar Rp1.055,77 juta per tahun, *open access* (OA) sebesar Rp0 juta per tahun dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebesar Rp177,60 juta per tahun.

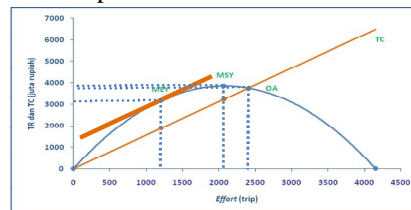
Tingkat produksi (h) aktual sumberdaya ikan pelagis besar selama rentang waktu 1998-2008 sebesar 258,20 ton per tahun. Tingkat produksi (h) aktual ini memiliki nilai yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan tingkat produksi (h) optimal, yaitu 2.895,28 ton per tahun (*sole owner* atau *maximum economic yield*) dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebesar 1.960,25 ton per tahun. Tingkat produksi (h) aktual juga lebih rendah dari kondisi *open access* (OA) yaitu sebesar 1.870,05 ton per tahun. Pada *effort* aktual (E) sumberdaya ikan pelagis besar, selama Tahun 1998-2008 memiliki nilai *effort* yang lebih besar dari tingkat *effort* optimal. Nilai *effort* (h) pada kondisi aktual sebanyak 2.625 trip per tahun, sedangkan nilai *effort* pada pada *sole owner* atau *maximum economic yield* sebanyak 1.086 trip per tahun dan *maximum sustainable yield* (MSY) sebanyak 2.172 trip per tahun. Selain itu nilai *effort* aktual memiliki nilai *effort* lebih tinggi dari nilai *effort open access* (OA) yaitu sebanyak 2.172 trip per tahun. Dari Tabel 4 juga dapat diketahui tingkat keuntungan atau rente optimal yang bisa diperoleh sebesar Rp1.055,77 juta per tahun pada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* dan Rp177,60 juta per tahun pada kondisi pengelolaan *maximum sustainable yield* (MSY). Berdasarkan kondisi di lapangan dimana tingkat keuntungan atau rente aktual minus Rp1.953,62 juta per tahun, maka dapat dilihat selisih jumlah keuntungan yang sangat besar. Selisih jumlah rente ini disebabkan oleh menurunnya jumlah produksi hasil tangkapan dan tingkat *effort* yang semakin tinggi, sehingga biaya yang dikeluarkan untuk melakukan aktivitas penangkapan sumberdaya ikan pelagis besar tidak sebanding dengan hasil yang diperoleh. Hal ini menunjukkan bahwa adanya indikasi kearah *overfishing* secara ekonomi (*economical overfishing*). Upaya penangkapan (*effort*) harus segera diturunkan, karena kelestarian sumberdaya ikan pelagis besar sudah terganggu.

Perbandingan pemanfaatan optimasi statik sumberdaya ikan pelagis besar terlihat pada Gambar 3, dimana tingkat produksi dan keuntungan atau rente ekonomi pada kondisi aktual lebih rendah daripada kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* dan kondisi pengelolaan *maximum sustainable yield* (MSY).



Gambar 3. Perbandingan Pemanfaatan Optimasi Statik Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Pada Gambar 3 memperlihatkan upaya penangkapan (*effort*) yang sangat tinggi pada kondisi aktual dibandingkan dengan kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* dan kondisi pengelolaan *maximum sustainable yield* (MSY), sehingga kondisi ini akan menimbulkan terjadinya alokasi sumberdaya yang tidak tepat. Tingkat *effort* yang diperlukan untuk mencapai kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* tampak lebih kecil daripada yang diperlukan dalam mencapai kondisi pengelolaan *maximum sustainable yield* (MSY). Oleh karena itu, keseimbangan kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* terlihat lebih *conservative minded* (lebih bersahabat dengan lingkungan) dibandingkan dengan tingkat upaya pada titik keseimbangan pada kondisi pengelolaan *maximum sustainable yield* (MSY). Keseimbangan bioekonomi model Gordon Schaefer pada sumberdaya ikan pelagis besar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Keseimbangan Bioekonomi Model Gordon Schaefer pada Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Analisis Optimasi Dinamik Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

Nilai discount rate digunakan dalam menghitung tingkat pemanfaatan optimal dinamik pada sumberdaya ikan pelagis besar. Hasil estimasi tingkat discount rate pada masing-masing sumberdaya dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Optimasi Dinamik Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

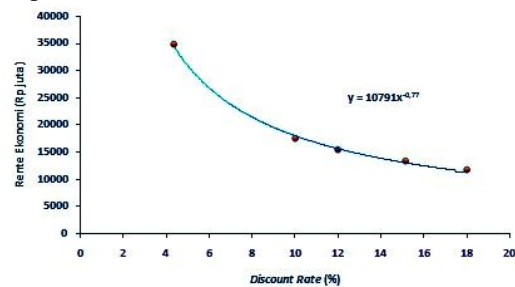
Pemanfaatan Sumberdaya	Aktual	Optimasi Dinamik				
		i=4,33%	i=10%	i=12%	i=15%	i=18%
Ikan Pelagis Besar						
Biomass (v) (ton)		2.872,30	2.847,19	2.839,53	2.828,99	2.819,43
Produksi (h) (ton)	258,20	334,41	395,16	415,37	444,74	473,05
Effort (E) (trip)	2.625	1.284	1.531	1.614	1.734	1.851
Σ Alat Tangkap	13	6	8	8	9	9
π (juta Rp)	-1.953,62	28.996,38	14.886,33	13.091,93	11.284,58	10.068,41

Sumber : Data primer yang diolah 2010

Perbandingan pemanfaatan sumber daya ikan pelagis besar pada kondisi aktual dan kondisi optimal dinamik dengan tingkat *discount rate* yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 5. Tingkat volume produksi aktual pada pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar sebesar 258,20 ton, lebih kecil dari tingkat volume produksi optimal dinamik pada *discount rate* 4,33% (334,41 ton), 10% (395,16 ton), 12% (415,37 ton), 15% (444,74 ton) dan 18% (473,05 ton). Pada tingkat upaya (*effort*) yang dilakukan pada kondisi optimal dinamik jauh lebih sedikit dari tingkat upaya (*effort*) pada kondisi aktual. Hal yang sama terjadi pada rente ekonomi, dimana rente ekonomi yang diperoleh pada kondisi aktual jauh lebih kecil daripada pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar pada kondisi optimal dinamik. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Kota Bontang sudah terjadi *overfishing* baik secara biologi (*ecological overfishing*) maupun secara ekonomi (*economical overfishing*), sehingga harus dilakukan langkah-langkah dalam mengatasinya, seperti mengurangi upaya penangkapan (*effort*) agar kelestarian sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Kota Bontang dapat terjaga.

Hubungan tingkat *discount rate* dan rente ekonomi optimal dinamik pada sumberdaya ikan pelagis besar di Perairan Kota Bontang dapat dilihat pada gambar 5 yang menunjukkan tingkat *discount rate* yang tinggi akan mendorong semakin lajunya tingkat *effort* dan sebaliknya tingkat *discount rate* yang rendah akan memperlambat laju tingkat *effort*. Secara umum tingkat *discount rate* yang lebih rendah dapat menghasilkan *optimal yield* dan *optimal biomass* yang lebih tinggi dan apabila tingkat *discount rate* turun hingga ke level 0, maka analisis dinamik pada sumberdaya ikan pelagis besar ini identik dengan analisis statik pada pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY). Tingkat *discount rate* yang tinggi akan memacu eksploitasi sumberdaya ikan pelagis besar yang lebih ekstraktif dan dampaknya akan mempertinggi tekanan terhadap sumberdaya ikan pelagis besar. Jika tingkat *discount rate* semakin tinggi

hingga tak terhingga, maka analisis dinamik pada sumberdaya ikan pelagis besar ini akan sama dengan analisis statik pada pengelolaan *open access* (OA), sehingga keadaan ini akan mengakibatkan terjadinya degradasi yang menjurus kepada kepunahan sumberdaya ikan pelagis besar. Hal yang sama juga terlihat pada rente ekonomi yang diperoleh, dimana rente ekonomi yang diperoleh akan semakin besar apabila semakin rendahnya tingkat *discount rate*, sebaliknya jika tingkat *discount rate* semakin tinggi maka akan membuat rente ekonomi yang diperoleh semakin kecil. Artinya bahwa ekstraksi sumberdaya ikan pelagis besar secara berlebihan saat ini dengan nilai rente ekonomi yang diterima, untuk waktu jangka panjang ternyata tidak memberikan nilai rente yang optimal. Peningkatan upaya yang berlebihan akan mengakibatkan peningkatan terhadap biaya yang dikeluarkan. Hal ini berimplikasi terhadap laju degradasi sumberdaya ikan pelagis besar yang semakin cepat.



Gambar 5. Hubungan Tingkat *Discount Rate* dan Rente Ekonomi Optimal Dinamik Sumberdaya Ikan Pelagis Besar

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari hasil analisis optimasi statik pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar diketahui bahwa keseimbangan kondisi pengelolaan *sole owner* atau *maximum economic yield* (MEY) terlihat lebih *conservative minded* (lebih bersahabat dengan lingkungan) dibandingkan dengan pengelolaan *open access* (OA) dan *maximum sustainable yield* (MSY).
2. Tingkat produksi optimal pada pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis besar sebesar 334,41 ton per tahun, tingkat upaya (*effort*) optimal sebanyak 1.284 trip per tahun dan rente ekonomi optimal sebesar Rp.28.996,38 juta per tahun.

Saran

- 1) Pemerintah daerah segera mengatur jumlah upaya tangkap (*effort*) dari sumberdaya ikan pelagis besar ke tingkat eksploitasi optimal sehingga kelestarian sumberdaya perikanan dapat berkelanjutan.
- 2) Sistem pengawasan (*monitoring*), evaluasi (*evaluation*) dan pendataan hasil perikanan yang sistematis harus dilaksanakan secara konsisten serta ditegakkannya hukum dan peraturan sehingga tujuan pengelolaan sumberdaya perikanan dapat terwujud.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Perikanan, Kelautan dan Pertanian Kota Bontang 2007. Laporan Statistik Perikanan dan Kelautan Kota Bontang. Pemerintah Kota Bontang.
- Fauzi A dan S Anna. 2005. *Permodelan Sumberdaya Perikanan dan Kelautan untuk Analisis Kebijakan*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama. 343 hal.
- Gulland JA. 1983. *Fish Stock Assesment : Manual of Basic Method*. New York : Wiley and Sons Inter-science. Volume 1, FAO/Wiley Series on Food and Agricultural. 233 p.
- Nyibakken JW. 1989. *Biologi Laut : Suatu pendekatan Ekologis*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. 488 hal.
- Susilo H. 2010. *Analisis Kebijakan Ekonomi dalam Pengelolaan Sumberdaya Perikanan di Perairan Kota Bontang Kalimantan Timur [Tesis] Tidak Dipublikasikan*. Bogor : Sekolah Pascasarjana-Institut Pertanian Bogor. 250 hal
- Schaefer M. 1954. *Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of Commercial Marine Fisheries*. Bull. Inter-Am. Trop.Tuna. Comm. 1:27-56.