

MODEL BIOEKONOMI PERAIRAN PANTAI (IN-SHORE) DAN LEPAS PANTAI (OFF-SHORE) UNTUK PENGELOLAAN PERIKANAN RAJUNGAN (*Portunus pelagicus*) DI PERAIRAN SELAT MAKASSAR

(In-shore and Off-shore Bioeconomic Model
for Swimming Crab Fisheries Management in Makassar Strait)

Adam¹, Indra Jaya¹, dan M. Fedi A. Sondita²

ABSTRAK

Di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Selat Makassar, produksi rajungan di perairan *in-shore* pada tahun 2002 dan 2004 telah melewati biomassa optimal, yaitu sebesar 609.7 ton dan 607.5 ton. Masalah ini perlu segera ditangani, misalnya dengan mencari tingkat pemanfaatan yang optimal. Dalam makalah ini, diuraikan hasil pengembangan model bioekonomi perairan pantai (*in-shore*, 0 – 6 mil laut dari pantai) dan lepas pantai (*off-shore*, diatas 6 mil laut dari pantai) untuk menentukan jumlah biomassa yang dapat dimanfaatkan secara optimal dengan mempertimbangkan biaya operasi penangkapan dan nilai rajungan yang tertangkap dalam pengelolaan perikanan rajungan di perairan Selat Makassar (pantai barat Sulawesi Selatan). Data yang dikumpulkan adalah data produksi rajungan, upaya penangkapan, dan jumlah unit alat tangkap dari periode tahun 1995 sampai 2004, yang diperoleh dari instansi Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Adapun harga rajungan diperoleh dari 3 kelompok nelayan dan 3 perusahaan pengolahan rajungan yang ada di lokasi penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rajungan di daerah ini, masih memungkinkan untuk dieksploitasi dengan tetap memperhatikan konsep pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan. Model memberikan indikasi bahwa alokasi biomassa optimal pada perairan pantai adalah 180 ton/tahun, dan pada perairan lepas pantai adalah 771 ton/tahun. Hal ini disebabkan oleh pergerakan rajungan yang mempengaruhi jumlah populasi rajungan pada perairan pantai dan perairan lepas pantai.

Kata kunci: model, bioekonomi, *in-shore*, *off-shore*, pertumbuhan.

ABSTRACT

In the coastal waters of Makassar Strait of Pangkajene dan Kepulauan District, production of swimming crabs *in-shore* and *off-shore* waters in 2002 and 2004 were higher than the optimal biomass, which were 609.7 and 607.5 ton, respectively. This problem needs to be addressed, for example by determining the optimum exploited level. In this paper, the results of *in-shore* (0 – 6 miles from coastline) and *off-shore* (beyond 6 miles from coastline) bioeconomic model is developed to determine the biomass that can be used for the optimum exploitation of swimming crabs in the area. Data on production of swimming crabs from 1995 to 2004 were collected from the Marine and Fisheries Agency of Pangkajene and Kepulauan. The price of swimming crabs was obtained from three group local fishermen and three processing units in the location. The analysis showed that the swimming crabs can still be exploited. The computational result of *in-shore* and *off-shore* model showed that the allocation of optimal biomass in the *in-shore* waters should be 180 ton/year, and in the *off-shore* waters could be 771 ton/year. This could be explained by the movement of swimming crabs from *in-shore* to *off-shore* waters that affected the number of population in each waters.

Key words: model, bioeconomic, *in-shore*, *off-shore*, growth.

PENDAHULUAN

Tantangan untuk memelihara sumberdaya secara berkelanjutan merupakan permasalahan yang cukup kompleks dalam pembangunan perikanan. Sumberdaya perikanan dikategorikan sebagai sumberdaya yang dapat pulih, na-

mun pertanyaan yang sering muncul adalah seberapa besar ikan yang dapat dimanfaatkan tanpa harus menimbulkan dampak negatif dimasa mendatang. Keberlanjutan merupakan kata kunci dalam pembangunan perikanan yang diharapkan dapat memperbaiki kondisi sumberdaya dan kesejahteraan masyarakat perikanan itu sendiri (Fauzi dan Anna, 2002).

Bertitik tolak dari sifat akses terbuka sumberdaya perikanan menyebabkan siapa saja da-

¹ Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

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

pat berpartisipasi untuk mengeksploitasi sumberdaya tersebut tanpa harus memilikinya. Kondisi perikanan yang tak terkontrol ini dapat menyebabkan kelebihan tangkap secara ekonomi (*economic overfishing*) apabila tidak dilakukan pengelolaan yang baik. Selain itu, nelayan berlomba-lomba untuk meningkatkan upaya penangkapan (*effort*), bahkan sampai melakukan penangkapan ke daerah yang lebih jauh. Upaya penangkapan yang dilakukan untuk mengeksploitasi sumberdaya perikanan akan memerlukan biaya yang sebanding dengan jarak daerah penangkapan dari pantai. Dengan kata lain, unit biaya penangkapan (*cost effort*) yang dibutuhkan untuk melakukan penangkapan ikan pada daerah lepas pantai (*off-shore*) akan jauh lebih besar bila dibandingkan dengan daerah pantai (*in-shore*).

Model pengelolaan perikanan harus mempertimbangkan kondisi tersebut. Jika diasumsikan bahwa harga hasil tangkapan untuk kedua subpopulasi (*in-shore* dan *off-shore*) adalah sama sedangkan upaya penangkapan pada perairan *off-shore* memberikan suplai *cost effort* yang tinggi dibandingkan daerah *in-shore*. Model pengelolaan perikanan antara lain adalah model pertumbuhan populasi, model *harvesting*, dan model difusi populasi. Optimalisasi model-model tersebut dapat dilakukan, misalnya melalui pengembangan model bioekonomi *in-shore* dan *off-shore* yang memungkinkan untuk memperoleh upaya pemanfaatan sumberdaya perikanan yang optimal dan lestari.

Di Indonesia, penelitian tentang pengelolaan perikanan tangkap menggunakan model bioekonomi *in-shore* dan *off-shore* masih jarang dilakukan. Amron (2004) menjelaskan bahwa model numerik perairan pantai (*in-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*) dapat dikembangkan dari model pertumbuhan dan model difusi. Selanjutnya dikatakan bahwa model tersebut dapat diaplikasikan pada pengelolaan perikanan udang jerbung di Propinsi Riau.

Makalah ini difokuskan pada model bioekonomi *in-shore* dan *off-shore* kasus penangkapan rajungan. Kebutuhan akan rajungan (*Portunus pelagicus*) dan produk olahannya di Indonesia sangat tinggi sehingga menyebabkan tingginya harga produk, yang pada gilirannya merangsang nelayan untuk mengeksploitasi sumberdaya tersebut sebanyak-banyaknya. Apabila hal ini tidak diimbangi dengan pengelolaan yang

tepat akan menyebabkan terjadinya pengurasan (*depletion*) terhadap sumberdaya tersebut yang tidak menutup kemungkinan akan terjadinya kepunahan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan, yaitu dari Maret sampai April 2005 di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan pada posisi 119°20' BT – 119°38' BT dan 4°32' – 4°47'. Daerah perairan pantai dan lepas pantai ditentukan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian Nomor 392 tahun 1999 tentang Jalur-Jalur Penangkapan Ikan, yakni perairan pantai meliputi perairan yang diukur dari permukaan air laut pada surut terendah sampai dengan 6 (enam) *mil* laut ke arah laut, sedangkan perairan lepas pantai meliputi perairan setelah perairan pantai.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dan observasi. Data yang dikumpulkan adalah data produksi rajungan (*ton/tahun*), upaya penangkapan (*trip/tahun*), dan jumlah unit alat tangkap dari periode tahun 1995 sampai 2004 yang diperoleh dari instansi Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Pengumpulan data teknis unit alat tangkap dilakukan dengan wawancara langsung kepada nelayan pemilik alat tangkap yang mencakup nama alat tangkap yang menangkap rajungan, ukuran dimensi alat tangkap, ukuran kapal, jenis mesin yang digunakan, dan biaya produksi untuk masing-masing alat tangkap. Jumlah responden sebanyak 9 orang dari 3 (tiga) kelompok nelayan. Unit alat tangkap yang dijadikan obyek penelitian ditentukan secara sengaja (*purposive sampling*). Adapun harga rajungan diperoleh dari 3 (tiga) kelompok nelayan dan 3 (tiga) perusahaan pengolahan rajungan yang ada di lokasi penelitian.

Pengembangan Model Bioekonomi *Inshore* dan *Offshore*

Menurut Gordon (1954) dan Schaefer (1957), pertumbuhan populasi (x) pada periode t pada suatu perairan yang terbatas, adalah

fungsi dari jumlah asal populasi tersebut. Secara matematis, hubungan tersebut dapat dituliskan sebagai

$$\frac{dx}{dt} = F(x) \quad (1)$$

Selanjutnya, secara rasional bisa diasumsikan bahwa populasi tersebut tumbuh secara proporsional terhadap populasi asal atau

$$\frac{dx}{dt} = rx \quad (2)$$

dimana r adalah *intrinsic growth rate* atau sering disebut dengan laju pertumbuhan tercepat yang dimiliki oleh suatu jenis populasi. Koefisien ini dapat diturunkan dari persamaan regresi berganda yang dikembangkan oleh Hilborn dan Walters (1992), sebagai berikut:

$$\frac{U_{t+1}}{U_t} - 1 = r - \frac{r}{Kq}U_t - qE_t \quad (3)$$

dimana U_t merupakan *Catch per Unit Effort* (CPUE) pada tahun tertentu dan E_t merupakan jumlah *effort* pada tahun tersebut. Dari persamaan (3) dapat dikonversi ke bentuk koefisien regresi, dimana $b_1 = r$, $b_2 = -r/Kq$, $b_3 = -q$, $Y = (U_{t+1}/U_t) - 1$, $X_1 = 1$, $X_2 = U_t$ dan $X_3 = E_t$. q merupakan koefisien kemampuan tangkap (*catch ability coefficient*) dari suatu alat tangkap dan K adalah kemampuan daya dukung lingkungan (*carrying capacity*) dari suatu perairan.

Asumsi bahwa laju pertumbuhan populasi rajungan adalah proporsi perbedaan antara *carrying capacity* dan populasi maka secara matematis, hubungan tersebut dapat dituliskan sebagai:

$$\frac{dx}{dt} = rx\left(1 - \frac{x}{K}\right) \quad (4)$$

Persamaan (4) merupakan model pertumbuhan populasi.

Model pertumbuhan populasi pada persamaan (4) merupakan kondisi perikanan yang belum mengalami eksploitasi sehingga model tersebut perlu dikembangkan dengan memasukkan faktor produksi. Untuk melakukan penangkapan (*harvest*) rajungan di suatu perairan dibutuhkan berbagai sarana yang merupakan faktor masukan (*input*) yang disebut sebagai upaya (*effort*). Menurut Clark (1985), produksi (h) atau aktivitas penangkapan bisa diasumsikan sebagai fungsi dari *effort* (E) dan stok populasi sehingga $h = f(x, E)$.

Secara umum diasumsikan bahwa semakin banyak biomas ikan (stok) dan semakin banyak faktor input (*effort*), maka produksi semakin meningkat. Dengan kata lain turunan parsial dari kedua prubah input terhadap produksi adalah positif, atau $\partial h / \partial x > 0$ dan $\partial h / \partial E > 0$.

Secara eksplisit, fungsi produksi yang sering digunakan dalam pengelolaan perikanan adalah

$$h = qx E \quad (5)$$

Dengan adanya aktivitas penangkapan, maka model pada persamaan (4) akan menjadi:

$$\frac{dx}{dt} = F(x) - h \quad (6)$$

atau

$$\frac{dx}{dt} = rx(1 - x/K) - qx E \quad (7)$$

Persamaan (7) merupakan model *harvesting*.

Selanjutnya Clark (1990) menyatakan bahwa jika biomassa pada perairan *in-shore* (x_1) melakukan difusi ke perairan *off-shore* (x_2) atau sebaliknya, maka dalam menentukan biomassa optimal yang harus ditangkap dari kedua sub-perairan tersebut harus memperhatikan tiga faktor pembatas yaitu $Q = 0$, $x_1 = x_1^*$ dan $x_2 = x_2^*$. Pada saat $Q = 0$, (Q adalah keseimbangan bioekonomi dari populasi perairan pantai (*in-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*), c_1 adalah biaya penangkapan di perairan pantai dan c_2 adalah biaya penangkapan di perairan lepas pantai, maka

$$Q(x_1, x_2) = c_2 x_1^2 - c_1 x_2^2 \quad (8)$$

sedangkan x_1^* dan x_2^* adalah biomassa optimal atau menurut Clark (1985) merupakan hasil tangkapan optimal pada perairan pantai (*in-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*). Hasil tangkapan yang diperoleh dari upaya penangkapan pada perairan *in-shore* (h_1) dan *off-shore* (h_2) menurut teori Gordon (1954) dan Schaefer (1957) adalah:

$$\begin{aligned} h_1 &= qK_1 E_1 \left(1 - \frac{qE_1}{r}\right) \\ h_2 &= qK_2 E_2 \left(1 - \frac{qE_2}{r}\right) \end{aligned} \quad (9)$$

Persamaan tersebut merupakan fungsi kuadratik, dimana E_1 dan E_2 adalah upaya (*effort*) pada perairan pantai (*in-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*).

Analisis Data

Data hasil pengamatan berupa standarisasi alat tangkap, upaya penangkapan, produksi, dan produktivitas masing-masing alat tangkap diolah dengan model regresi linier (*ordinary least square*) untuk menduga koefisien pertumbuhan biomassa rajungan, kemampuan tangkap jaring insang tetap, jaring klitik, dan trawl serta kapasitas daya dukung perairan (persamaan 3). Data berupa koefisien determinasi dan biaya penangkapan merupakan input untuk menentukan model pertumbuhan biomassa rajungan (persamaan 4), dan model pengelolaan perairan pantai dan lepas pantai (persamaan 8 dan 9). Pemodelan dilakukan secara bioekonomi dan model yang diperoleh dilakukan uji kepekaan dengan teknik simulasi. Untuk memudahkan analisis data digunakan bantuan *software Matlab*.

HASIL

Perikanan Rajungan di Kabupaten Pangkep

Produksi rajungan pada tahun 2004 di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan menempati urutan pertama dari tujuh komoditi perikanan demersal yang menjadi hasil tangkapan unggulan di daerah ini (Tabel 1).

Alat tangkap yang dominan dioperasikan untuk mengeksploitasi rajungan di Kabupaten Pangkep pada tahun 1995 – 2004 adalah jaring

insang tetap (*bottom gillnet*), jaring klitik, dan trawl (nama lokal "pattare" dan berdasarkan statistik disebut "dogol") (Tabel 2). Pengoperasian jaring insang tetap dilakukan selama 14 – 24 jam. Pengoperasian trawl oleh nelayan di Kabupaten Pangkep dilakukan pada malam hari, jaring klitik pada siang hari dan dioperasikan di daerah yang relatif jauh dari pantai (*off-shore*). Hal ini sudah menjadi kesepakatan antara nelayan jaring insang tetap dengan nelayan jaring klitik dan trawl karena pengoperasian alat tangkap ini dilakukan dengan cara menyeret jaring sehingga diharapkan tidak mengganggu jaring insang yang telah dipasang.

Tabel 1. Produksi Tujuh Jenis Perikanan Demersal di Kabupaten Pangkep Tahun 2004.

No	Jenis Sumberdaya Perikanan	Produksi (ton)	Persentase (%)
1	Kakap Merah	81.4	5.34
2	Kerapu	29.4	1.93
3	Rajungan	669.4	43.88
4	Udang Windu	103.5	6.79
5	Udang Putih	369.7	24.24
6	Udang Rebon	240.3	15.75
7	Udang kipas	31.7	2.08
Total		1525.4	100.00

Sumber: Data diolah dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkep

Tabel 2. Produksi dan Jumlah Alat Tangkap yang Menangkap Rajungan di Kabupaten Pangkep .

No	Alat tangkap	Tahun					
		1995		2000		2004	
		Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Produksi (ton)	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Produksi (ton)	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Produksi (ton)
1	Jaring Insang Tetap	367	201,2	430	454	1013	607,5
2	Jaring Klitik	215	117,9	243	197,2	252	34,7
3	Dogol	8	0,5	156	17,9	79	2,6
4	Sero	-	-	4	-	69	0,5
5	Bagan Tancap	60	3,3	66	-	78	-

Sumber: Data diolah dari Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkep (1995 – 2004)

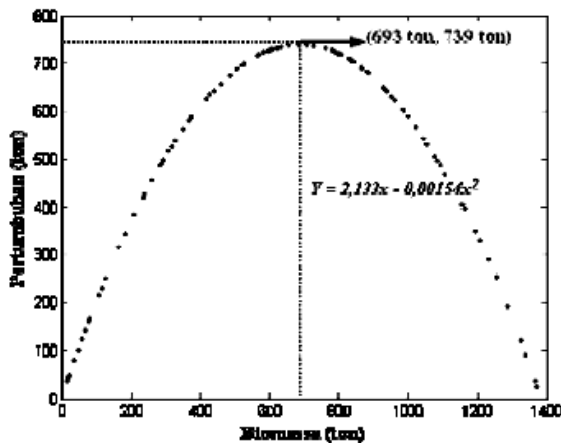
Bagan tancap dan serok merupakan alat tangkap yang dioperasikan di perairan pantai (*in-shore*) pada jarak 0 mil sampai 3 mil laut. Tujuan utama kedua alat tersebut adalah untuk menangkap ikan, akan tetapi karena dioperasikan di perairan yang kedalamannya relatif dangkal alat ini juga dapat menangkap rajungan yang

berada di sekitar pantai. Tabel 2 menunjukkan bahwa produksi rajungan untuk kedua alat tangkap tersebut hanya ada pada tahun 1995 untuk bagan tancap dan tahun 2004 untuk serok. Untuk kebutuhan analisis data pada penelitian ini kedua alat tangkap tersebut tidak dapat digunakan.

Model Pertumbuhan Biomassa Rajungan

Hasil analisis metode Walter-Hilborn diperoleh koefisien pertumbuhan alami (r) yang dimiliki rajungan di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan sebesar 2.133 ton/tahun dan kemampuan daya dukung lahan (K) sebesar 1381.55 ton. Berdasarkan koefisien tersebut, diperoleh persamaan model pertumbuhan biomassa rajungan $Y = 2.133x - 0.00154x^2$. Dari persamaan tersebut, dapat dibuat grafik simulasi model pertumbuhan rajungan (Gambar 1).

Adanya upaya penangkapan akan mempengaruhi model pertumbuhan rajungan. Rata-rata upaya baku sebesar 250 022 trip/tahun (1995 – 2004) akan memberikan hasil tangkapan maksimum rata-rata sebesar $h = 1.00758866x$ sehingga model pertumbuhan biomassa rajungan akan mengikuti persamaan $Y = (2,133x - 0,00154x^2) - (1,00758866x)$. Berdasarkan persamaan tersebut, dapat dilihat pertumbuhan biomassa rajungan akibat upaya penangkapan setiap tahunnya (Gambar 2). Gambar tersebut menunjukkan dampak upaya penangkapan terhadap pertumbuhan biomassa rajungan. Semakin besar jumlah biomassa rajungan yang tertangkap akan mempengaruhi pertumbuhan biomassa rajungan itu sendiri.

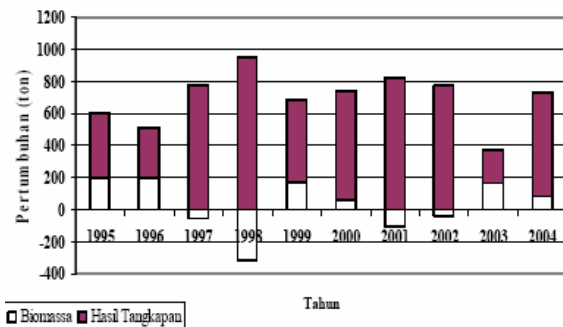


Gambar 1. Hasil Simulasi Model Pertumbuhan Rajungan di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.

Model Pengelolaan In-shore dan Off-shore

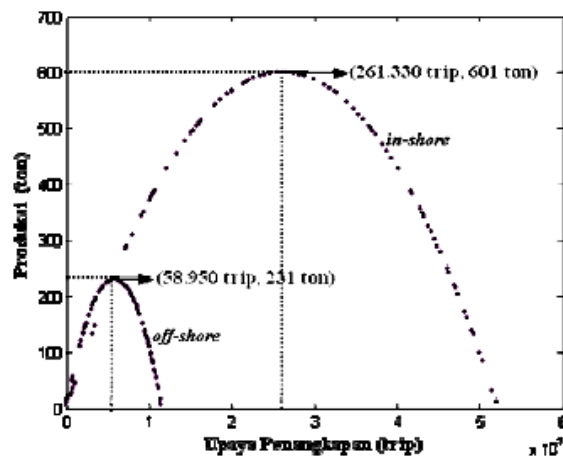
Data statistik perikanan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan tidak mencantumkan pembagian data berdasarkan daerah *in-shore* dan *off-shore*, sehingga diasumsikan bahwa untuk data perairan pantai digunakan data produksi a-

lat tangkap jaring insang tetap dan data perairan lepas pantai digunakan data produksi alat tangkap trawl dan jaring klitik. Asumsi tersebut diambil dengan pertimbangan bahwa berdasarkan pengamatan di lapangan, alat tangkap jaring insang tetap lebih dominan dioperasikan pada perairan pantai, meskipun ada yang dioperasikan di perairan lepas pantai akan tetapi terbatas di sekitar pulau-pulau yang ada di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.



Gambar 2. Model Pertumbuhan Biomassa Rajungan Akibat Upaya Penangkapan.

Hasil perhitungan model produksi rajungan di perairan pantai mengikuti persamaan $h = 0.0046 E - 0.0000000088034 E^2$, dengan koefisien pertumbuhan alami (r) rajungan sebesar 2.089 ton/tahun, koefisien kemampuan tangkap (q) sebesar 3.97×10^{-6} ton/tahun dan kemampuan daya dukung lahan (K) sebesar 1 166.8 ton/tahun. Dari persamaan di atas dapat dibuat grafik simulasi model produksi rajungan pada perairan pantai (Gambar 3).



Gambar 3. Hasil Simulasi Model Produksi Rajungan di Perairan Pantai dan Lepas Pantai.

Hasil perhitungan model produksi rajungan pada perairan lepas pantai mengikuti persamaan $h = 0,0080E - 0,000000069174E^2$, dengan koefisien pertumbuhan alami (r) 1.741 ton/tahun, koefisien kemampuan tangkap (q) 1.5×10^{-5} ton/tahun dan daya dukung perairan (K) sebesar 535.04 ton. Berdasarkan persamaan tersebut dapat dibuat grafik simulasi model produksi pada perairan lepas pantai (Gambar 3).

Gambar 3 memperlihatkan hubungan antara upaya penangkapan dengan produksi rajungan pada perairan pantai dan lepas pantai. Hasil simulasi menunjukkan produksi rajungan yang optimal pada perairan pantai (x_1^*) sebesar 601 ton dengan tingkat upaya penangkapan sebesar 261 330 trip. Produksi optimal pada perairan lepas pantai (x_2^*) adalah sebesar 231 ton dengan tingkat upaya penangkapan optimal sebesar 58 950 trip.

Diasumsikan harga rajungan yang tertangkap dari perairan pantai dan lepas pantai adalah sama, sedangkan biaya penangkapan yang dibutuhkan pada kedua subperairan tersebut adalah berbeda. Biaya penangkapan di perairan pantai (c_1) adalah sebesar Rp 55 290 per trip dan biaya untuk perairan lepas pantai (c_2) sebesar Rp 91 100 per trip. Biaya penangkapan merupakan rata-rata selama satu tahun dari biaya tetap, biaya eksploitasi, dan penyusutan.

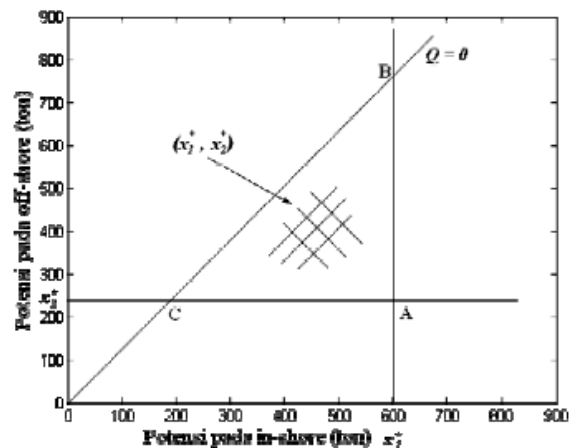
Penentuan biomassa optimal yang harus ditangkap dari kedua subperairan, berdasarkan asumsi diatas adalah $x_2^+ = 1.28x_1$ atau $x_1^+ = 0.78x_2$ dimana $Q = 0$ (keseimbangan bioekonomi). Dari persamaan tersebut dan pertimbangan jumlah biomassa optimal pada perairan pantai dan lepas pantai maka dapat dibuat grafik pemanfaatan biomassa optimal pada perairan pantai dan lepas pantai (Gambar 4). Gambar tersebut, menunjukkan tingkat pemanfaatan biomassa rajungan pada perairan pantai dan lepas pantai terbagi dalam tujuh daerah pengelolaan. Daerah yang diarsir (x_1^+, x_2^+) merupakan biomassa yang dapat dieksploitasi pada kedua subperairan tersebut yang dibentuk oleh titik A (601, 231), B (601,771) dan C (180,231).

PEMBAHASAN

Perikanan Rajungan di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

Rajungan di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan menjadi salah satu sumberdaya peri-

ikanan demersal unggulan bagi nelayan sampai saat ini. Sejak hadirnya perusahaan modal asing yang bergerak dalam bidang pengolahan daging rajungan di daerah ini, rajungan menjadi komoditi perikanan tangkap utama bagi nelayan. Tingginya permintaan rajungan yang dimulai pada tahun 1997 (dari 331 ton menjadi 772.4 ton) di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, menyebabkan harga rajungan meningkat sangat drastis, yaitu dari Rp 3 000 per kg sampai Rp 5 000 per kg menjadi Rp 20.000 per kg sampai Rp 25 000 per kg. Kondisi ini, menyebabkan nelayan melakukan eksploitasi rajungan secara besar-besaran sepanjang tahun karena adanya keuntungan yang sangat tinggi.



Gambar 4. Model Pemanfaatan Biomassa Optimal pada Perairan Pantai dan Lepas Pantai.

Produksi rajungan tahun 2004 sebesar 669.4 ton, lebih tinggi dibandingkan dengan komoditi perikanan demersal lainnya (Tabel 1). Produksi tersebut, masih berada dibawah produksi lestari rajungan, yaitu sebesar 736.7 ton. Secara teoritis, kondisi tersebut masih memungkinkan untuk melakukan eksploitasi rajungan dengan catatan bahwa upaya penangkapan yang dilakukan masih dibawah upaya penangkapan optimal. Selain itu, harus memperhatikan konsep pengelolaan perikanan tangkap yang berkelanjutan. Misalnya, memberlakukan selektivitas hasil tangkapan dengan jalan merubah *mesh size* alat tangkap menjadi lebih besar atau selektivitas yang dilakukan oleh nelayan pada saat mengambil hasil tangkapan.

Upaya penangkapan dengan menggunakan alat tangkap tradisonal seperti bagan tan-cap, sero, dan pukat pantai yang umumnya dio-

perasikan di perairan pantai lama kelamaan menjadi sulit untuk mendapatkan rajungan. Nelayan setempat akhirnya beralih ke alat tangkap lainnya yang lebih produktif untuk menangkap rajungan. Alat tangkap yang sangat dominan digunakan oleh nelayan di Kabupaten Pangkep untuk menangkap rajungan adalah jaring insang tetap. Berdasarkan hasil standarisasi, alat tangkap ini mempunyai kemampuan tangkap yang lebih besar di dibandingkan alat tangkap jaring klitik dan trawl, karena selain jumlah unit alat tangkap ini banyak digunakan oleh nelayan juga dioperasikan atau direndam di perairan selama 24 jam. Kondisi ini menyebabkan peluang tertangkapnya rajungan lebih besar.

Pengaturan atau kesepakatan yang dilakukan antar sesama nelayan rajungan tentang daerah penangkapan untuk masing-masing alat tangkap di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan sangat baik. Meskipun, masih sering terjadi konflik antara nelayan trawl dengan nelayan jaring insang tetap, karena masih adanya nelayan trawl yang sering melakukan penangkapan di daerah perairan pantai (*in-shore*). Kesepakatan tersebut, perlu mendapat perhatian khusus dari pemerintah untuk menyempurnakan aturan yang telah ada, dengan membuat perangkat administrasi secara resmi yang melibatkan semua *stakeholder* yang berkaitan dengan eksploitasi rajungan.

Model Pertumbuhan Biomassa Rajungan

Pada kondisi normal, model pertumbuhan biomassa rajungan pada suatu periode merupakan fungsi dari jumlah biomassa asal. Hasil komputasi hubungan antara biomassa rajungan dengan pertumbuhan biomassa rajungan menunjukkan bahwa dalam kondisi keseimbangan (*equilibrium*) dimana laju pertumbuhan sama dengan nol, rajungan mengalami peningkatan pertumbuhan yang positif. Pada saat jumlah biomassa rajungan sebesar 692.8 ton, maka pertumbuhan rajungan mencapai titik maksimum sebesar 738/6 ton. Jika penangkapan rajungan dilakukan secara terus menerus hingga mencapai 1 381.55 ton (daya dukung perairan) maka pertumbuhan rajungan akan mencapai nilai 0 (Gambar 1). Kondisi ini terjadi karena tercapainya batas daya dukung lingkungan sehingga akan terjadi titik maksimum dimana laju pertumbuhan akan menurun bahkan berhenti (Gordon, 1954 dan Schaefer, 1957).

Kondisi yang digambarkan oleh Clark (1985) tentang upaya penangkapan akan mengurangi jumlah biomassa sehingga akan mempengaruhi model pertumbuhan terjadi pada perikanan rajungan. Gambar 2 menunjukkan pertumbuhan rajungan akibat upaya penangkapan. Pada tahun 1997, 1998, 2001, dan 2002 jumlah biomassa yang dieksploitasi melebihi nilai pertumbuhan rajungan. Secara teoritis, pada tahun 1998 dan 2000 seharusnya jumlah hasil tangkapan tidak meningkat karena pada tahun sebelumnya terjadi kelebihan tangkap. Hal ini diduga terjadi karena beberapa hal, antara lain; kemungkinan terjadinya perluasan atau ekspansi daerah penangkapan yang dilakukan oleh nelayan; biomassa aktual yang ada di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan tidak direpresentasikan oleh model ini. Asumsi dasar dari model ini, bahwa kondisi tersebut terjadi pada perairan yang tertutup.

Model Pengelolaan *In-shore* dan *Off-shore*

Penentuan biomassa optimal pada perairan pantai dan lepas pantai dari model produksi pada Gambar 3, tidak memperhitungkan biaya operasional penangkapan dan nilai rajungan yang tertangkap. Biomassa optimal di perairan pantai sebesar 601 ton dengan upaya penangkapan optimal sebesar 261 330 trip/tahun. Berdasarkan data statistik perikanan tahun 1995 – 2004, produksi rajungan pada tahun 2002 dan 2004 telah melewati biomassa optimal, yaitu sebesar 609.7 ton dan 607.5 ton. Kondisi ini disebabkan oleh pesatnya laju pertumbuhan jumlah unit alat tangkap jaring insang tetap, yaitu dari 842 unit tahun 2003 menjadi 1 013 unit tahun 2004 (Tabel 2). Semenjak rajungan menjadi primadona, masyarakat setempat melakukan peningkatan upaya penangkapan. Hal ini menyebabkan usaha menjadi tidak produktif, karena dengan upaya penangkapan yang lebih besar tidak diiringi dengan peningkatan produksi.

Biomassa optimal di perairan lepas pantai sebesar 231 ton dengan upaya penangkapan optimal sebesar 58 950 trip/tahun. Kelebihan upaya penangkapan telah terjadi pada perairan lepas pantai, kecuali tahun 1997 dan 2004. Peningkatan upaya penangkapan ini dilakukan oleh nelayan karena keinginan untuk mendapatkan rajungan yang lebih banyak akibat semakin sulitnya untuk mendapatkan rajungan pada sub perairan ini. Kurangnya biomassa pada daerah

lepas pantai, kemungkinan disebabkan oleh tingginya tingkat eksploitasi pada perairan pantai. Kondisi ini, menyebabkan berkurangnya jumlah biomassa yang melakukan pergerakan ke lepas pantai.

Pemanfaatan biomassa optimal yang dapat dilakukan pada kedua subperairan tersebut adalah daerah yang diarsir (x_1^+ , x_2^+) pada Gambar 3. Gambar tersebut, menunjukkan potensi biomassa pada perairan pantai yang dapat ditangkap sebesar 180 ton sampai 601 ton. Pada perairan lepas pantai potensi biomassa yang dapat ditangkap sebesar 231 ton sampai 771 ton. Berdasarkan model pengelolaan *in-shore* dan *off-shore* yang mempertimbangkan faktor biaya penangkapan dan nilai rajungan yang tertangkap pada kedua subperairan tersebut, maka alokasi biomassa optimal pada perairan pantai hendaknya diturunkan dari 601 ton menjadi 180 ton, namun sebaliknya pada perairan lepas pantai dapat ditingkatkan dari 231 ton menjadi 771 ton.

Jika model ini diterapkan, maka model produksi pada Gambar 3 akan berubah, dimana grafik produksi pada perairan pantai menjadi kecil. Sebaliknya, pada perairan lepas pantai berubah menjadi besar. Hal ini disebabkan oleh adanya penurunan alokasi biomassa optimal yang dapat dieksploitasi pada perairan pantai, sehingga rajungan yang lolos ke perairan lepas pantai lebih banyak. Kondisi tersebut menyebabkan jumlah individu rajungan pada perairan lepas pantai dapat meningkat yang akan berimplikasi pada peningkatan jumlah biomassa di lepas pantai, sehingga alokasi biomassa optimal pada perairan lepas pantai dapat dicapai. Selain itu, tingkat upaya penangkapan optimal di perairan pantai dengan sendirinya akan turun dan di lepas pantai akan meningkat.

Biomassa optimal pada perairan pantai sebesar 180 ton setara dengan upaya penangkapan sebesar 34 320 *trip/tahun* dan 771 ton pada perairan lepas pantai setara dengan upaya penangkapan sebesar 227 540 *trip/tahun*. Hal ini berarti, perlu pengurangan upaya penangkapan di perairan pantai sebesar 227 100 *trip* dan penambahan upaya penangkapan sebesar 168 590 *trip* di perairan lepas pantai.

Potensi biomassa optimal pada kedua subperairan tersebut, dapat berubah dengan adanya perubahan biaya penangkapan. Misalnya,

adanya kenaikan harga solar (BBM) akan mempengaruhi biaya penangkapan sehingga biomassa optimal pada kedua subperairan tersebut juga berubah. Berdasarkan uji kepekaan model terhadap kenaikan harga solar (BBM) sebesar 100% pada tahun ini, maka potensi biomassa optimal biomassa pada perairan pantai (titik C) bergeser ke kiri dan pada perairan lepas pantai (titik B) akan bergeser ke atas. Dengan kata lain, garis keseimbangan bioekonomi ($Q = 0$) bergerak ke arah perairan lepas pantai.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dari kajian ini adalah: (1) Model bioekonomi perairan pantai (*in-shore*) dan lepas pantai (*off-shore*) dapat diaplikasikan dalam pengelolaan perikanan rajungan di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan; (2) Berdasarkan model pengelolaan *in-shore* dan *off-shore*, alokasi biomassa optimal pada perairan pantai adalah 180 ton, dan pada perairan lepas pantai adalah 771 ton/tahun.

Untuk mendapatkan pengelolaan rajungan yang optimal dan lestari di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan diperlukan pengurangan upaya penangkapan di perairan pantai sebesar 227 100 *trip/tahun* dan peningkatan upaya penangkapan pada perairan lepas pantai sebesar 168 590 *trip/tahun*.

PUSTAKA

- Amron. 2004. **Model Numerik Perairan Pantai (*In-shore*) dan Lepas Pantai (*Off-shore*) dalam pengelolaan Perikanan Udang Jerbung di Propinsi Riau**. Tesis. Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Clark C. W. 1985. **Bioeconomic Modeling and Fisheries Management**. John Wiley and Sons Inc, New York.
- Clark C. W. 1990. **Mathematical Bioeconomics**. John Wiley and Sons Inc, New York
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkep. 2004. **Statistik Perikanan Kabupaten Pangkep Tahun 2004**. Pemerintah Daerah Kabupaten Pangkep. Pangkep.
- Fauzi, A., dan S. Anna. 2002. **Evaluasi Status Keberlanjutan Pembangunan Perikanan. Aplikasi Pendekatan RAPPFISH**. Jurusan Sosek Fakultas Perikanan dan Kelautan FPIK. IPB. Bogor.
- Gordon H. S. 1954. **The Economic Theory of a Common Property Resources: The Fishery**. Journal of Political Economy. 62, 124-142.

Lampiran 4. Perhitungan Koefisien Pertumbuhan Intrinsik (r) Rajungan dan Kemampuan Tangkap (q) pada Perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Tahun 1995-2004.

E tot	C tot	CPUE (ton/trip)	y	x ₁	x ₂	Keterangan
195 199	319.60	0.0016	-0.2659	0.0016	195 199	Berdasarkan analisis regresi diperoleh parameter biologi $r = 2.133$, koefisien pertumbuhan intrinsik rajungan; $q = 0.00000403$, koefisien kemampuan tangkap; $K = 1\ 381.6$, koefisien daya dukung lahan; sehingga model persamaan pertumbuhan rajungan adalah $Y = rx(1 - (x/K))$ atau $Y = 2.133x - 0.00154x^2$. Model persamaan pertumbuhan rajungan yang telah dieksploitasi: $Y = (2.133x - 0.00154x^2) - (1.00758866x)$, $E =$ upaya rata-rata.
258 742	311.00	0.0012	2.6868	0.0012	258 742	
174 299	772.40	0.0440	0.1337	0.0440	174 299	
188 499	947.00	0.0050	-0.4512	0.0050	188 499	
183 008	504.60	0.0028	0.0764	0.0028	183 008	
225 448	669.10	0.0030	0.1911	0.0030	225 448	
229 586	811.60	0.0035	-0.0545	0.0035	229 586	
228 581	764.00	0.0033	-0.7508	0.0033	228 581	
248 172	206.70	0.0008	0.2084	0.0008	248 172	
640 673	644.80	0.0010	-1.0000	0.0010	640 673	

Lampiran 5. Perhitungan Koefisien Pertumbuhan Intrinsik (r) Rajungan dan Kemampuan Tangkap (q) pada Perairan Pantai (*In-Shore*) Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Tahun 1995-2004.

E tot	C tot	CPUE (ton/trip)	y	x ₁	x ₂	Keterangan
129 918	201.2	0.0015	-0.3474	0.0015	129 918	Parameter biologi: $r = 2.089$, koefisien pertumbuhan alami; $q = 0.00000397$, koefisien kemampuan tangkap; $K = 1\ 166.83$, koefisien daya dukung lahan. Model persamaan produksi perairan pantai (<i>in-shore</i>) adalah $H = qKE(1 - (qE/r))$, $h = 0,0046E - 0,0000000088034E^2$.
192 564	194.6	0.0010	3.2006	0.0010	192 564	
129 564	550.0	0.0042	0.1152	0.0042	129 564	
120 360	569.8	0.0047	-0.4541	0.0047	120 360	
107 616	278.1	0.0026	0.2160	0.0026	107 616	
144 480	454.0	0.0031	0.1622	0.0031	144 480	
157 451	575.0	0.0037	0.0582	0.0037	157 451	
157 768	609.7	0.0039	-0.7531	0.0039	157 768	
170 225	162.4	0.0010	0.0484	0.0100	170 225	
607 398	607.5	0.0010	-1.0000	0.0010	607 398	

Lampiran 6. Perhitungan Koefisien Pertumbuhan Intrinsik (r) Rajungan dan Kemampuan Tangkap (q) pada Perairan Lepas Pantai (*Off-Shore*) Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Tahun 1995-2004.

E tot	C tot	CPUE (ton/trip)	y	x ₁	x ₂	Keterangan
65 281	118.40	0.0020	-0.0302	0.0020	65281	Parameter biologi: $r = 1.741$, koefisien pertumbuhan alami; $q = 0.000015$, koefisien kemampuan tangkap; $K = 535.04$, koefisien daya dukung lahan. Model persamaan produksi perairan lepas pantai (<i>off-shore</i>) adalah $h = qKE(1 - (qE/r))$, $h = 0.0080E - 0.000000069174E^2$.
66 178	116.40	0.0020	1.8265	0.0020	66178	
44 735	222.40	0.0055	0.1135	0.0055	44735	
68 139	377.20	0.0062	-0.4573	0.0062	68139	
75 392	226.50	0.0033	-0.1157	0.0033	75392	
80 968	215.10	0.0030	0.2346	0.0030	80968	
72 135	236.60	0.0036	-0.3357	0.0036	72135	
70 813	154.30	0.0024	-0.7392	0.0024	70813	
77 947	44.30	0.0007	0.9724	0.0007	77947	
33 275	37.30	0.0010	-1.0000	0.0010	33275	

Lampiran 7. Analisis Finansial Unit Alat Tangkap Jaring Insang Tetap (JIT), Jaring Klitik (JK) dan Trawl (TRW).

	JIT	JK	TRW
1. Keadaan Umum			
- Ukuran perahu	(11-13)x(1,5-2.1)x(1-1.25)m	(11-13)x(1.5-2.1)x(1-1.25)m	(11-13)x(1.5-2.1)x(1-1.25)m
- Jumlah nelayan	2 orang	2 orang	2 orang
- Jumlah trip/tahun	300	276	276
- Tenaga penggerak	Jiangdong 16 – 24 PK	Jiangdong 16 – 24 PK	Jiangdong 16 – 24 PK
- Daya tahan mesin	5 tahun	4 tahun	4 tahun
- Daya tahan kapal	5 tahun	5 tahun	5 tahun
- Daya tahan alat tangkap	3 bulan	6 bulan	6 bulan
2. Biaya investasi			
- Harga mesin	Rp 1 900 000	Rp 1 900 000	Rp 1 900 000
- Harga Perahu	Rp 6 000 000	Rp 6 000 000	Rp 6 000 000
- hatga alat tangkap	Rp 750 000	Rp 900 000	Rp 500 000
3. Biaya eksploitasi			
- Biaya tetap	Rp 1 890 000	Rp 1 640 000	Rp 1 640 000
- Biaya operasional			
- Solar	Rp 2 007 000	Rp 6 348 000	Rp 6 348 000
- Oli	Rp 810 000	Rp 1 350 000	Rp 1 350 000
- Akomodasi	Rp 1 650 000	Rp 5 106 000	Rp 5 106 000
4. Biaya Penyusutan			
- Penyusutan mesin	Rp 380 000	Rp 475 000	Rp 475 000
- Penyusutan perahu	Rp 1 200 000	Rp 1 200 000	Rp 1 200 000
Total	Rp 16 587 000	Rp 24 919 000	Rp 24 519 000

Biaya rata-rata operasional per trip:

- Perairan pantai	Rp 16 587 000	per 300 trip/tahun	Rp 55 290,-
- Perairan Lepas Pantai	Rp 24 919 000	per 276 trip/tahun	Rp 90 286,-
	Rp 24.519.000	per 276/trip/tahun	Rp 89.923,-
	Rata-rata		Rp 91.100,