

# MODEL NUMERIK DIFUSI POPULASI RAJUNGAN DI PERAIRAN SELAT MAKASSAR

(Diffusion Numerical Model for Swimming Crab Fisheries in the Makassar Strait)

Adam<sup>1</sup>, Indra Jaya<sup>2</sup>, dan M. Fedi Sondita<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Salah satu model pengelolaan perikanan tangkap untuk perairan yang luas adalah model difusi populasi, dimana ikan bebas melakukan pergerakan (difusi). Model ini dapat dikembangkan dari model pertumbuhan populasi dan model penangkapan (*harvesting*). Dalam makalah ini, diuraikan hasil model numerik difusi rajungan di Selat Makassar (pantai barat Sulawesi Selatan). Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode survei dan observasi, dimana densitas populasi rajungan ditentukan dengan metode *swept area*. Model difusi populasi yang dihasilkan menunjukkan bahwa rajungan di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan melakukan pergerakan (difusi) dari perairan pantai ke perairan lepas pantai dengan koefisien difusi sebesar 60 ekor/km<sup>2</sup>. Rajungan yang layak tangkap berada pada jarak minimal 3.7 mil laut dari pantai ke arah laut. Dengan mempertimbangkan sifat difusi dari rajungan, model difusi yang dihasilkan direkomendasikan bagi pemanfaatan yang optimal pada pengelolaan perikanan rajungan.

**Kata Kunci:** model, numerik, difusi, rajungan.

## ABSTRACT

One of the fisheries management model for the open seas is a population diffusion model, where fish are free to move. This model could be developed from population growth and harvesting models. In this paper, we describes the result of numerical diffusion model for swimming crabs fisheries in Makassar Strait (west coast of South Sulawesi). The survey and field observation method were used to collect production and effort data. In particular, swimming crabs population density was determined by swept area method. Population diffusion model showed that the diffusion coefficient of swimming crabs in coastal waters of Pangkajene dan Kepulauan is 60 individual/km<sup>2</sup>. The allowable and suitable distance to catch the swimming crabs should not be less than 3.7 mile from the coast. We recommend that the result of this study might be adopted for optimal utilization of the swimming crabs fisheries.

**Key words:** model, numeric, difusi, swimming crab.

## PENDAHULUAN

Rajungan (*Portunus pelagicus* Linnaeus) merupakan salah satu sumberdaya perikanan yang cukup penting artinya untuk menambah pendapatan dan pemenuhan kebutuhan protein hewani. Rajungan memiliki nilai ekonomis penting dan telah diekspor ke berbagai negara dalam bentuk segar maupun olahan. Negara Singapura, Hongkong, Jepang, Malaysia, Taiwan dan Amerika Serikat merupakan negara tujuan ekspor.

Tingginya kebutuhan akan rajungan dan produk olahannya di Indonesia menyebabkan tingginya harga produk yang merangsang nela-

yan untuk mengeksploitasi sumberdaya tersebut. Apabila hal ini tidak diimbangi dengan pengelolaan yang tepat akan menyebabkan terjadinya pengurasan terhadap sumberdaya tersebut sehingga tidak tertutup kemungkinan akan terjadi kepunahan.

Pengetahuan akan karakteristik biologis rajungan haruslah dipahami. Selain itu, mengingat sumberdaya tersebut bersifat dinamis, selalu berubah menurut ruang dan waktu maka pemahaman tentang perubahan-perubahan tersebut haruslah pula dipahami sebagai landasan dalam pengelolaan perikanan tangkap.

Oleh karena itu, dalam menentukan model pengelolaan perikanan tangkap rajungan hendaknya diperhitungkan model difusi populasinya. Clark (1990) menyatakan bahwa model pengelolaan perikanan untuk perairan yang luas dimana ikan bebas melakukan pergerakan (difusi), harus memperhitungkan distribusi spasial

---

<sup>1</sup> Politani, Pangkep.

<sup>2</sup> Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

<sup>3</sup> Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

dan pergerakan ikan itu sendiri. Model difusi populasi dapat dikembangkan dari model pertumbuhan populasi dan model penangkapan (*harvesting*) dari Gordon (1954) dan Schaefer (1957).

Salah satu tingkah laku penting dari rajungan adalah perkembangan siklus hidupnya yang terjadi di beberapa tempat. Pada fase larva dan fase pemijahan, rajungan berada di laut terbuka (*off-shore*) dan fase juvenil sampai dewasa berada di perairan pantai (*in-shore*) yaitu muara dan estuaria (Kangas, 2000). Siklus hidup rajungan tersebut menyebabkan terjadinya sebaran rajungan yang dinamis. Sebaran ini dipertimbangkan dalam pemanfaatan rajungan yang optimal.

Dalam makalah ini akan diuraikan hasil penentuan model numerik difusi rajungan di Selat Makassar (pantai barat Sulawesi Selatan). Model numerik difusi populasi rajungan diharapkan dapat dipertimbangkan secara ilmiah sebagai dasar dalam pengelolaan perikanan tangkap, khususnya perikanan rajungan, di pantai barat Sulawesi Selatan.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

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

### Metode Pengumpulan Data

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

Pengumpulan data untuk menentukan densitas populasi rajungan, dilakukan dengan metode *swept area* yang menggunakan alat tangkap *trawl* (nama lokal “pattare”, dalam statistik disebut dogol). Penarikan *trawl* dilakukan selama satu jam, kecepatan kapal 1.7 knot (3.1484 km/jam) dengan arah sejajar pantai untuk setiap penarikan pada setiap stasiun penelitian. Daerah penangkapan (stasiun penelitian) ditentukan secara sengaja kemudian posisi (Lintang, Bujur) ditentukan dengan GPS Sounder. Penentuan jarak stasiun penelitian dilakukan dengan menggunakan GPS sounder dan peta laut Sulawesi pantai Barat nomor 123, yang diukur secara tegak lurus garis pantai daratan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan dari stasiun penelitian. Kedalaman perairan diukur dengan menggunakan GPS sounder. Jumlah individu hasil tangkapan rajungan pada setiap stasiun penelitian dicatat dan dilakukan penimbangan berat dengan menggunakan timbangan elektrik (*gram*) serta pengukuran lebar karapas rajungan dengan menggunakan mistar geser (*mm*). Pengambilan data ini dilakukan pada siang hari selama 9 hari dengan jumlah penarikan *trawl* sebanyak 18 kali dan yang mendapatkan hasil tangkapan hanya 14 kali.

### Analisis Data

Data hasil penelitian berupa upaya penangkapan, produksi, dan produktivitas diolah dengan model regresi linier (*ordinary least square*) untuk menduga koefisien pertumbuhan biomassa rajungan, kemampuan tangkap, dan kapasitas daya dukung perairan. Data berupa jarak daerah penangkapan, densitas dan koefisien determinasi merupakan input untuk menentukan model difusi populasi rajungan, tanpa eksploitasi, dan dengan eksploitasi. Pemodelan dilakukan secara numerik dan untuk memudahkan pemrograman dan analisis data di gunakan bantuan *software Matlab*.

### Pengembangan Model Difusi

Menurut Gordon (1954) dan Schaefer (1957), pertumbuhan populasi ( $x$ ) pada periode  $t$  di suatu perairan yang terbatas, adalah fungsi dari jumlah asal populasi tersebut. Secara matematis, hubungan tersebut dituliskan sebagai:

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

Dengan asumsi bahwa daerah tersebut terbatas, 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* (natalitas dikurangi mortalitas) 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 and Walters (1992), yaitu:

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

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*) 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 (eksploitasi). 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, atau dapat ditulis  $h = f(x, E)$ .

Secara umum diasumsikan bahwa semakin banyak biomas ikan (stok) dan semakin

banyak faktor input (*effort*), maka produksi semakin meningkat. Dengan kata lain turunan parsial kedua peubah input terhadap produksi positif, atau  $\partial h / \partial x > 0$  dan  $\partial h / \partial E > 0$ .

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

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

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

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

Persamaan (6) merupakan model *harvesting*.

Model pertumbuhan populasi dan model *harvesting* yang dikembangkan oleh Gordon-Schaefer hanya bisa diterapkan pada perairan yang terbatas. Pada perairan yang luas, dimana  $y$  merupakan jarak dari pantai dan densitas populasi ( $u(y)$ ) tergantung pada  $y$ , maka kita bisa mengadopsi persamaan metode *swept area* untuk mendapatkan densitas rajungan berdasarkan jarak dari pantai (Shindo (1973) in Sumiono (2001)).

$$-u(y) = \frac{1}{An} x \frac{c/f}{c.f} \quad (7)$$

$An$  adalah luas jalur yang dilalui oleh jaring (*trawl*) dan dapat dinyatakan sebagai  $t \times v \times h \times E$ , dimana  $t$  adalah lama penarikan jaring,  $v$  adalah kecepatan kapal waktu menarik jaring,  $h$  adalah panjang tali ris atas *trawl*, dan  $E$  adalah efektifitas membukanya mulut jaring.

Dari persamaan tersebut dapat dihitung pertumbuhan alami populasi berdasarkan jarak  $y$  dari pantai, sebagai:

$$F(y, u) = ru \left(1 - \frac{u}{K}\right) \quad (8)$$

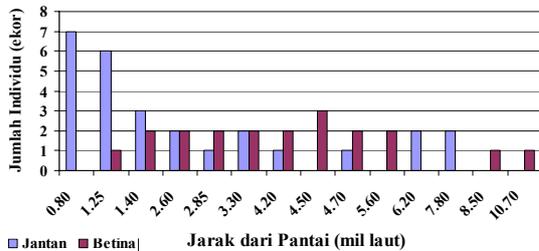
Persamaan (8) merupakan model pertumbuhan dan difusi populasi.  $F(y, u)$  merepresentasikan pertumbuhan alami populasi rajungan pada jarak  $y$  dari pantai yang merupakan model difusi rajungan. Koefisien difusi diasumsikan proporsional terhadap gradien densitas. Model tersebut belum memasukkan upaya penangkapan sehingga perlu dimodifikasi dengan memasukkan fungsi produksi ( $h(y) = quE$ ) sehingga persamaan (8) menjadi:

$$F(y, u) = ru \left( 1 - \frac{u}{K} \right) - quE \quad (9)$$

**HASIL**

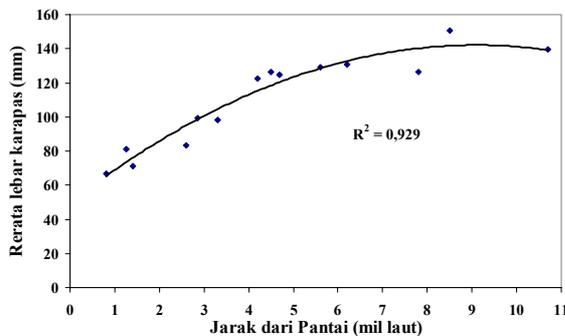
**Sebaran Rajungan yang Tertangkap**

Rajungan (*Portunus pelagicus*) yang tertangkap dengan menggunakan alat tangkap mini trawl berbeda-beda berdasarkan jarak dari pantai, baik jenis kelamin, lebar karapas, dan berat individu. Persentase jenis kelamin rajungan yang tertangkap lebih besar jantan daripada betina. Meskipun jumlah betina yang tertangkap lebih sedikit akan tetapi bobot total betina lebih berat dibandingkan dengan bobot total jantan. Sebaran jenis kelamin rajungan berdasarkan jarak dari pantai dapat dilihat pada Gambar 1.



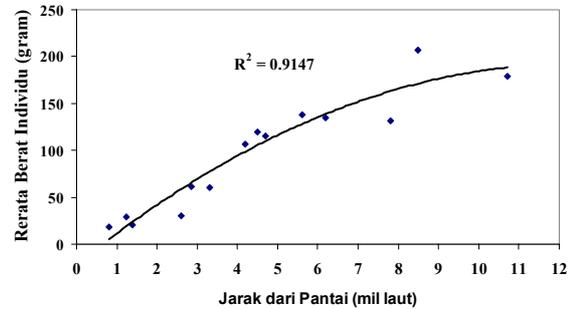
**Gambar 1. Sebaran Jenis Kelamin Rajungan Berdasarkan Jarak dari Pantai.**

Lebar karapas rajungan terkecil yang tertangkap 42.2 mm pada jarak 0.80 mil laut dari pantai dan ukuran terbesar 150.5 mm pada jarak 8.50 mil laut dari pantai. Rata-rata lebar karapas rajungan meningkat seiring meningkatnya jarak dari pantai. Semakin jauh dari pantai kecenderungan ukuran tubuh rajungan semakin besar dan konstan pada ukuran tertentu. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



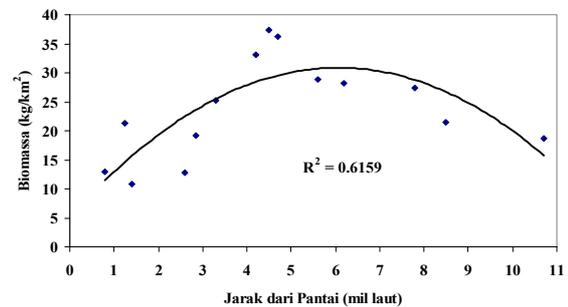
**Gambar 2. Ukuran Tubuh Rajungan Berdasarkan Jarak dari Pantai.**

Rata-rata bobot individu rajungan secara umum juga mengalami peningkatan dengan meningkatnya jarak dari pantai dan konstan pada bobot tertentu. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3. Rata-rata Bobot Individu Rajungan Berdasarkan Jarak dari Pantai.**

Sementara itu, biomassa rajungan mengalami peningkatan sampai pada jarak 6 mil laut dari pantai, kemudian cenderung mengalami penurunan seiring dengan peningkatan jarak dari pantai. Hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



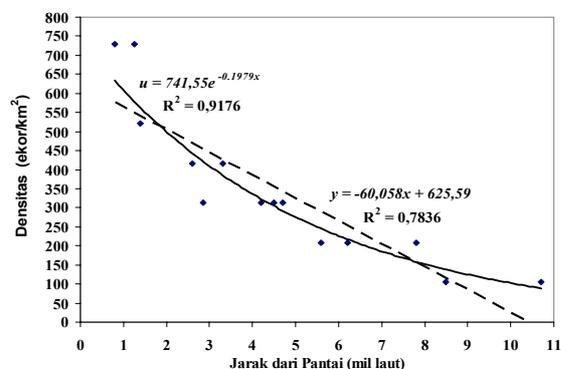
**Gambar 4. Biomassa Rajungan Berdasarkan Jarak dari Pantai.**

**Model Difusi Populasi Rajungan**

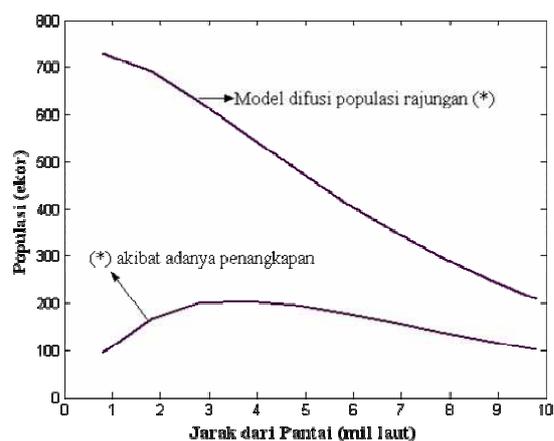
Hasil perhitungan metode *swept area* yang menggunakan alat tangkap trawl pada 14 stasiun (14/18 kali survai) diperoleh persamaan eksponensial  $u = 741.2e^{-0.1979y}$ . Dari persamaan tersebut diperoleh grafik model densitas rajungan berdasarkan jarak dari pantai (Gambar 5).

Hasil analisis dengan metode linier berganda dari Walter-Hilborn didapatkan pertumbuhan alami ( $r$ ) yang dimiliki oleh rajungan di Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan sebesar

2.133 ton/tahun dan kemampuan daya dukung lingkungan ( $K$ ) sebesar 1381.55 ton. Berdasarkan koefisien tersebut dan model densitas rajungan maka diperoleh model difusi populasi rajungan yang mengikuti persamaan  $F = 1581 \times \exp^{(-0.1979y)} (1 - 0.00072 \times \exp^{(-0.1979y)})$ . Adanya upaya penangkapan rata-rata sebesar 250 022 trip/tahun (1995 - 2004) yang diasumsikan proporsional terhadap jarak maka pertumbuhan rajungan berdasarkan jarak akan mengalami penurunan sebesar  $1.0076 \times \exp^{(-0.1979y)}$  sehingga persamaan tersebut menjadi  $= 1581 \times \exp^{(-0.1979y)} (1 - 0.00072 \times \exp^{(-0.1979y)}) - (1.0076 \times \exp^{(-0.1979y)})$ . Berdasarkan persamaan tersebut dapat dibuat grafik model difusi populasi rajungan (Gambar 6).



**Gambar 5. Model Densitas dan Gradien Densitas Rajungan di Perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan.**



**Gambar 6. Model Pertumbuhan dan Difusi Populasi Rajungan di Perairan Kabupaten Pangkep.**

## PEMBAHASAN

### Sebaran Rajungan yang tertangkap

Jenis kelamin jantan lebih dominan tertangkap di perairan pantai dibandingkan jenis

kelamin betina yang lebih dominan tertangkap di perairan lepas pantai. Kondisi serupa dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya, misalnya Kangas (1997), Kumar *et. al.* (2000), Gardenia (2002), Miskiyya (2003) dan Suadela (2004) yang menyatakan bahwa rajungan jantan lebih banyak tertangkap dengan perbandingan yang cukup besar (66.79 %) terhadap rajungan betina (34.21%). Rajungan jantan menyenangi perairan dengan salinitas rendah sehingga penyebarannya di sekitar perairan pantai yang relatif dangkal, sedangkan rajungan betina menyenangi salinitas tinggi terutama untuk melakukan pemijahan, sehingga penyebarannya pada perairan yang lebih dalam (Wharton (1975) dan Rudiana (1989) *in* Saedi (1997)).

Menurut nelayan, ketentuan ukuran tubuh atau lebar karapas yang dikeluarkan oleh perusahaan pengolahan daging rajungan adalah rajungan yang mempunyai lebar karapas minimal 110 mm. Berdasarkan ketentuan tersebut, maka rajungan yang layak tangkap di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan adalah rajungan yang berada pada jarak minimal 3.7 mil laut dari pantai ke arah lepas pantai (Gambar 2). Pada ukuran tersebut rajungan berada pada tingkat kedewasaan secara seksual sehingga memberikan peluang bagi rajungan untuk bereproduksi terlebih dahulu sebelum tertangkap (Suadela, 2004).

Gambar 3 dan 4 menunjukkan bahwa semakin jauh dari pantai, ukuran tubuh dan bobot rajungan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan siklus hidup rajungan yang mengalami perkembangan di beberapa tempat. Pada fase juvenil sampai dewasa, rajungan berada pada daerah muara dan estuaria, dan pada fase pemijahan rajungan berada di laut terbuka. Informasi ini, diharapkan dapat dimanfaatkan dalam upaya mengeksploitasi rajungan yang berkelanjutan, khususnya mengenai rajungan yang layak tangkap dan yang menguntungkan bagi nelayan. Gambar 5 memberikan informasi yang lebih mendukung kondisi tersebut. Secara umum, dapat dikatakan bahwa rajungan yang optimal untuk dieksploitasi berdasarkan biomassa rajungan, berada pada jarak 3.5 mil laut sampai 8.5 mil laut. Meskipun, pada jarak yang lebih jauh ukuran dan bobot rajungan masih menguntungkan bagi nelayan, akan tetapi rajungan pada jarak tersebut diduga berada pada kondisi pemijahan.

## Model Numerik Difusi Populasi Rajungan

Model densitas menunjukkan rajungan di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan melakukan pergerakan (*difusi*) dari perairan pantai ke perairan lepas pantai dengan koefisien difusi sebesar 60 *ekor/km<sup>2</sup>*. Penelitian tentang model difusi rajungan yang menjelaskan tentang standar koefisien difusi yang dapat dianggap bahwa rajungan melakukan difusi belum ada sebelumnya. Prediksi koefisien difusi pada penelitian ini, diperoleh dari gradien model densitas pada Gambar 5.

Model difusi populasi rajungan mengalami penurunan seiring dengan peningkatan jarak dari pantai (Gambar 6). Hal ini disebabkan oleh perbandingan antara kematian alami dengan pertumbuhan alami rajungan semakin tinggi seiring dengan peningkatan jarak dari pantai. Semakin jauh dari pantai pertumbuhan alami akan semakin rendah, sementara kematian alami diasumsikan sama, seiring dengan peningkatan jarak dari pantai (Munro, 1968 in Amron, 2004). Dengan adanya upaya penangkapan, model tersebut mengalami perubahan dimana jumlah biomassa pada perairan pantai turun sangat drastis. Hal ini disebabkan oleh adanya penangkapan rajungan yang tak terkendali pada perairan pantai, sehingga rajungan yang melakukan pergerakan dari perairan pantai ke perairan lepas pantai mengalami penurunan. Kondisi ini juga mempengaruhi jumlah biomassa di perairan lepas pantai.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Rajungan di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan melakukan pergerakan (*difusi*) dari perairan pantai ke perairan lepas pantai dengan koefisien difusi sebesar 60 *ekor/km<sup>2</sup>*. Berdasarkan lebar karapas, rajungan yang layak tangkap di perairan Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan adalah rajungan yang berada pada jarak minimal 3.7 *mil* laut dari pantai ke arah laut dengan ukuran lebar karapas minimal 110 *mm*.

Model difusi populasi rajungan di perairan Selat Makassar (pantai barat Sulawesi Selatan) dapat dipertimbangkan sebagai dasar dalam pengelolaan perikanan rajungan secara optimal.

## PUSTAKA

Amron. 2004. **Model Numerik Perairan Pantai (*In-shore*) dan Lepas Pantai (*Off-shore*) dalam pengelo-**

**laan Perikanan Udang Jerbung di Propinsi Riau.** Tesis. Program Studi Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.

Clark, C. W. 1985. **Bioeconomic Modeling and Fisheries Management.** Jhon Wiley and Sons Inc, New York.

Clark, C. W. 1990. **Mathematical Bioeconomics.** Jhon Wiley and Sons Inc, New York.

Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Pangkep. 2004. **Statistik Perikanan Kabupaten Pangkep Tahun 2004.** Pemerintah Daerah Kabupaten Pangkep. Pangkep.

Gardenia, Y.T. 2002. **Studi tentang Pengaruh Perbedaan Tinggi Jaring Kejer terhadap Hasil Tangkapan Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Perairan Bondet Desa Mertasinga, Kabupaten Cirebon.** Skripsi (Tidak dipublikasikan). Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Gordon, H. S. 1954. **The Economic Theory of a Common Property Resources: The Fishery.** Journal of Political Economy, 62: 124-142.

Kangas, M. I. 2000. **Synopsis of The Biology and Exploitation of The Blue Swimming Crab, *Portunus pelagicus* Linnaeus,** in Western Australia Fisheries Research Report No.121. <http://www.fish.wa.gov.au>.

Kumar, M., Fergusson., Y. Xiao, and S. Venema. 2000. **Studies on Reproductive Biology and Distrution of The Blue Swimmer Crab (*Portunus pelagicus*) in South Australian Waters.** SARDI Research Report Series No. 47 South Australia. Australia.

Miskiyya. 2003. **Aspek Bio-Teknik Jaring Rajungan di Karangantu Kabupaten Serang, Provinsi Banten.** Skripsi (Tidak dipublikasikan). Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Schaefer, M. B. 1957. **Some Considerations of Population Dynamics and Economics in Relation to the Management of Marines Fisheries.** Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 14: 669-681.

Saedi, E. 1997. **Studi Perbandingan Hasil Tangkapan Rajungan (*Portunus pelagicus*) di Dua Lokasi Penangkapan Perairan Pantai Utara Jawa Barat.** Skripsi (Tidak dipublikasikan). Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Suadela, P. 2004. **Analisis Tingkat Keramahan Lingkungan Unit Penangkapan Jaring Rajungan (Studi Kasus di Teluk Banten).** Skripsi (Tidak dipublikasikan). Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Sumiono, B. 2001. **Pengkajian Stok Sumber Daya Ikan Perairan Indonesia.** Badan Riset Kelautan dan Perikanan dan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta.