

## ZONA PENANGKAPAN IKAN DI TAMAN NASIONAL KARIMUNJAWA

### *FISHING ZONE IN KARIMUNJAWA NATIONAL PARK*

Domu Simbolon<sup>1\*</sup>, Ririn Irnawati<sup>2</sup>, Budy Wiryawan<sup>1</sup>, Bambang Murdiyanto<sup>1</sup>, dan Tri Wiji Nurani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPIK, IPB, Bogor

<sup>2</sup>Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang

\*E-mail: domusimbolon@gmail.com

#### **ABSTRACT**

*Karimunjawa National Park (KNP) consists of 7 zones i.e., core, protection, tourism, residence, rehabilitation, cultivation, and traditional fisheries utilization zone. Fishing activities in the traditional fisheries utilization zone (TFUZ) was not optimal because of limited of fishing zone information. The objective of this study was to determine the fishing zone based on major fish for each fishing gear. This study was conducted in KNP from October to December 2009. The major fish resources were determined through analyses of comparative performance index (CPI). Fish resource potential was analyzed by bio-economic model. The existence of fish resources were used as a basis of arrangement of fishing gear around the fishing zone, through consideration of fishing gear characteristics, the characteristics of waters, the probabilities of conflict, degradation of fish resources, and regulations. Map of fishing zones were created using geographical information system. Results showed that potential fishes around the TFUZ were reef fishes such as trevallies, yellow tail, and grouper. The potency of reef fishes was about 149 tons/year and pelagic fish of 19,080 tons/year. Fishing zones around the TFUZ consisted of (1) area of 0-3 miles from coastal line which was allocated as the fishing zone of reef fishes using hand line and fish trap, (2) area of 3-4 miles from coastal line which was allocated as demersal fishing zone using bottom gillnet, (3) area of 0-4 miles from coastal line which was allocated as pelagic fishing zone using surface gillnet, and (4) area that more than 4 miles which was allocated as pelagic fishing zone using dynamic fishing gear (troll line), and boat lift net.*

**Keywords:** *fishing zone, reef fish, pelagic fish, gillnet, Karimunjawa*

#### **ABSTRAK**

Taman Nasional Karimunjawa (TNKJ) terdiri dari 7 zona yaitu zona inti, perlindungan, pariwisata, pemukiman, rehabilitasi, budidaya, dan pemanfaatan perikanan tradisional. Aktivitas penangkapan ikan di zona pemanfaatan perikanan tradisional (ZPPT) belum optimal karena keterbatasan informasi zona penangkapan ikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan zona penangkapan ikan berbasis komoditas unggulan untuk masing-masing jenis alat tangkap. Penelitian dilakukan di TNKJ dari bulan Oktober sampai Desember 2009. Sumberdaya ikan unggulan ditetapkan melalui analisis comparative performance index (CPI). Potensi sumberdaya ikan dianalisis dengan model bio-ekonomi. Keberadaan sumberdaya ikan dijadikan sebagai dasar penataan alat tangkap di sekitar zona penangkapan melalui pertimbangan karakteristik alat tangkap, karakteristik perairan, peluang konflik, degradasi sumberdaya ikan, dan peraturan yang berlaku. Peta zona penangkapan ikan dibuat dengan sistem informasi geografis. Sumberdaya ikan unggulan adalah ikan karang yang terdiri dari kuwe, ekor kuning, dan kerapu. Potensi ikan unggulan adalah 149 ton/tahun dan ikan pelagis 19.080 ton/tahun. Zona penangkapan ikan di ZPPT terdiri dari (1) area 0-3 mil dari garis pantai sebagai zona penangkapan ikan karang menggunakan hand line dan bubu, (2) area 3-4 mil sebagai zona penangkapan ikan dasar menggunakan bottom gillnet, (3) area 1-4 mil sebagai zona penangkapan ikan pelagis menggunakan *surface gillnet*, dan (4) area di atas 4 mil dari garis pantai sebagai zona penangkapan ikan pelagis menggunakan alat tangkap dinamis (tonda) dan bagan perahu.

**Kata kunci:** zona penangkapan ikan, ikan karang, ikan pelagis, gillnet, Karimunjawa

## I. PENDAHULUAN

Karimunjawa merupakan gugusan 27 pulau yang terletak di utara Provinsi Jawa Tengah. Dalam rencana pengelolaan 25 tahun Taman Nasional Karimunjawa (TNKJ) disebutkan bahwa pengelolaannya didasarkan pada sistem zonasi yang dibagi menjadi tujuh zona, yaitu zona inti, perlindungan, pemanfaatan pariwisata, pemukiman, rehabilitasi, budidaya, dan pemanfaatan perikanan tradisional. Zona pemanfaatan perikanan tradisional (ZPPT) yang luasnya 103.883,86 ha (93,07%) diperuntukkan untuk kepentingan pemanfaatan perikanan tangkap (BTNKJ, 2001).

Meskipun telah diberikan zona khusus untuk kegiatan perikanan tangkap yang cukup luas di ZPPT, namun kegiatan perikanan tangkap di zona ini belum sepenuhnya dilakukan dengan optimal. Hal ini terlihat dari akses masyarakat nelayan yang semakin rendah terhadap sumberdaya ikan sebagai akibat dari terbatasnya informasi daerah penangkapan ikan potensial, dan penggunaan teknologi penangkapan ikan yang masih sederhana/tradisional. Selain itu, pemanfaatan zona penangkapan antar jenis teknologi penangkapan ikan yang berbeda belum ditata sedemikian rupa sehingga seringkali timbul konflik perebutan daerah penangkapan ikan. Dalam hal ini, nelayan tradisional dengan alat tangkap yang dioperasikan secara statis (pasif) merasa dirugikan karena mereka kalah bersaing terhadap nelayan yang menggunakan alat tangkap dinamis (aktif) dalam pemanfaatan sumberdaya ikan. Selain itu, hasil tangkapan sebagian nelayan tradisional cenderung berkurang akibat penggunaan teknologi penangkapan yang bersifat destruktif terhadap kelestarian sumberdaya ikan. Oleh karena itu, ZPPT yang ada saat ini perlu dikelola melalui pengaturan zona penangkapan ikan berdasarkan jenis alat tangkap atau teknologi penangkapan yang ada. Dengan demikian, tidak terjadi kompetisi yang tidak sehat dan friksi sosial antar nelayan dalam pemanfaatan sumberdaya ikan.

Penelitian tentang zonasi di TNKJ telah dilakukan Suryanto (2000) dan Yusuf (2007), tetapi belum mengakomodir kegiatan perikanan tangkap. Penelitian Suryanto (2000) menghasilkan sistem penataan zonasi berdasarkan nilai indeks kepekaan lingkungan (IKL). Penelitian Yusuf (2007) menghasilkan zona wisata dan budidaya berdasarkan analisis kesesuaian lingkungan. Selanjutnya hasil penelitian Purwanti (2008) menunjukkan adanya ketidakharmonisan peraturan dalam hal kewenangan pengelolaan TNKJ antar berbagai instansi terkait sehingga menimbulkan konflik institusional. Penelitian yang terkait dengan bidang perikanan tangkap yang dilakukan Yanuar *et al.* (2008) menunjukkan bahwa kegiatan nelayan belum optimal untuk pendukung keberlanjutan TNKJ. Salah satu upaya untuk menindaklanjuti penelitian Yanuar *et al.* (2008) adalah melalui penyediaan informasi zona penangkapan ikan yang potensial dan mengatur pemanfaatan zona tersebut untuk masing-masing kelompok nelayan. Hasil penelitian terdahulu sebagaimana diuraikan di atas belum mengkaji aspek tersebut, padahal upaya pengaturan zona penangkapan ikan ini sangat penting untuk mengoptimalkan operasi penangkapan ikan, mencegah konflik perebutan daerah penangkapan ikan, serta untuk mendukung keberlanjutan usaha penangkapan ikan di masa yang akan datang (Simbolon, 2008).

Usaha penangkapan ikan harus dapat menjamin keberlanjutan sumberdaya ikan dan tidak menimbulkan degradasi terhadap habitat, termasuk daerah penangkapan ikan (Matrutty *et al.*, 2014). Oleh karena itu, usaha penangkapan ikan di TNKJ pun harus sesuai dengan azas keberlanjutan melalui penataan zona penangkapan ikan. Dengan adanya informasi zona penangkapan ikan, maka operasi penangkapan ikan menjadi lebih efisien karena nelayan tidak membutuhkan waktu dan biaya yang besar untuk menentukan spot-spot penangkapan ikan potensial, serta dapat menghindari pengoperasian alat tangkap di kawasan perairan yang dilindungi

Pemilihan jenis teknologi penangkapan ikan tidak akan pernah terlepas dari pertimbangan jenis atau spesies ikan yang terkandung di perairan. Hal ini dimaksudkan agar penggunaan teknologi tersebut lebih efektif dan produktif untuk menangkap spesies ikan yang menjadi target utama penangkapan, namun tidak merusak kelestarian sumberdaya ikan (Simbolon *et al.*, 2011). Spesies target ini dapat dianggap sebagai komoditas unggulan. Menurut Hendayana (2003), komoditas unggulan merupakan suatu jenis komoditas yang paling diminati, karena memiliki nilai jual tinggi sehingga diharapkan mampu memberikan pemasukan yang besar dibandingkan dengan jenis komoditi lainnya. Oleh karena itu, hasil identifikasi sumberdaya ikan unggulan dan potensinya sangat penting diposisikan sebagai dasar pertimbangan untuk menata zona penangkapan ikan menurut karakteristik masing-masing teknologi penangkapan yang eksis.

Penataan zona penangkapan ikan berbasis komoditas unggulan dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya pemanfaatan yang berlebih. Dengan tingkat permintaan dan harga ikan unggulan yang tinggi, maka pola pemanfaatan ikan unggulan akan cenderung berorientasi pada aspek finansial semata, tanpa memperhitungkan aspek keberlanjutan. Untuk itu, usaha penangkapan akan memilih teknologi penangkapan yang lebih produktif dengan kemampuan tangkap (*catchability*) lebih tinggi, bahkan menambah jumlahnya untuk mengejar target produksi sehingga tingkat pemanfaatan melebihi potensi lestari (*overfishing*). Selain itu, usaha penangkapan juga seringkali menempuh jalan pintas untuk menangkap ikan unggulan melalui penggunaan alat tangkap yang bersifat destruktif. Kondisi ini menunjukkan bahwa sumberdaya ikan unggulan umumnya memiliki peluang yang lebih besar untuk terdegradasi dibandingkan dengan jenis ikan lainnya. Oleh karena itu, penentuan sumberdaya ikan unggulan dan estimasi potensinya sangat penting dilakukan dalam penataan zonasi penangkapan, guna mewujudkan peri-

kanan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan zona penangkapan ikan kategori unggulan berdasarkan jenis alat tangkap. Informasi zona penangkapan ini selanjutnya akan dapat meningkatkan efisiensi operasi penangkapan ikan dan mereduksi peluang konflik pemanfaatan antar nelayan.

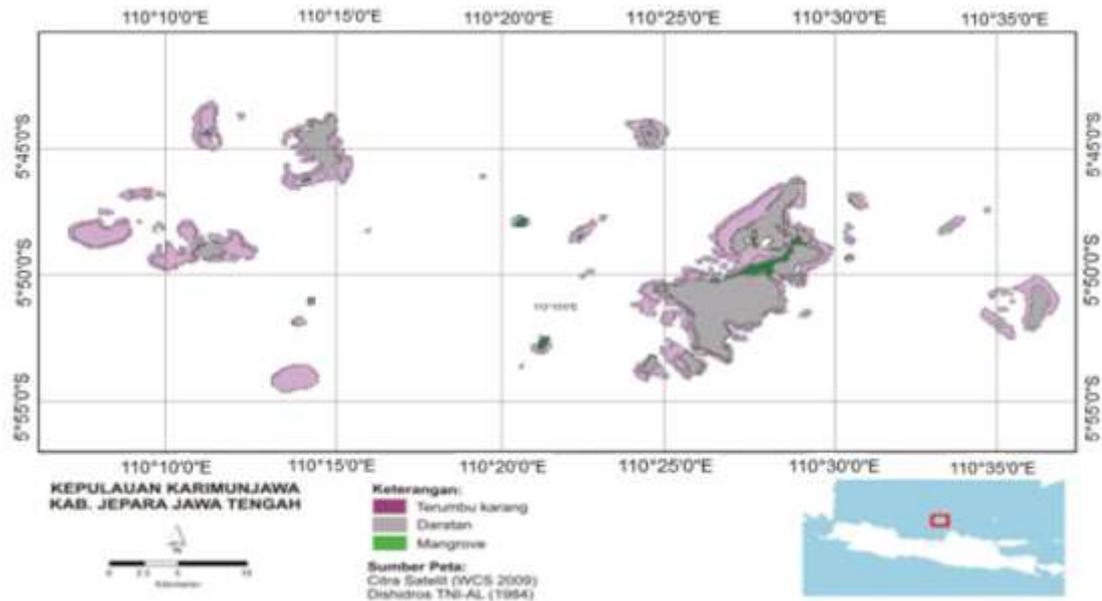
## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Survei terhadap aktivitas penangkapan ikan dilakukan di ZPPT-TNKJ (Gambar 1) pada bulan Oktober-Desember 2009. Pengumpulan data sekunder terkait dengan pengembangan TNKJ, kondisi umum perikanan tangkap, dan data pendukung lainnya dilakukan di berbagai instansi lokal di Jawa Tengah dan melalui penelusuran pustaka dan dokumen.

### 2.2 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan teknik survei melalui kegiatan observasi, wawancara, dan studi pustaka. Kegiatan observasi dan wawancara dilakukan untuk mengumpulkan data primer sedangkan studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan data sekunder. Observasi dilakukan terhadap aktivitas penangkapan ikan yang beroperasi di ZPPT, yaitu dengan menggunakan alat tangkap bubu, jaring insang yang dioperasikan di dasar (*bottom gillnet*) dan permukaan (*surface gillnet*), bagan perahu, pancing ulur, dan tonda. Penentuan sampel kapal/alat tangkap dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*) dengan pertimbangan bahwa kapal/alat tangkap beroperasi di lokasi penelitian, kapal yang digunakan laik laut, dan pemiliknya memberikan izin. Jumlah sampel kapal/alat tangkap ditetapkan 10% dari masing-masing subpopulasi yang ada. Adapun data primer yang dikumpulkan dari sampel kapal ini adalah spot/lokasi penangkapan ikan, jenis dan jumlah hasil tangkapan, harga ikan, dan pemasaran. Data primer juga diperoleh melalui wawancara terhadap anak buah kapal (ABK) dari sampel kapal. Kegiatan wawan-



Gambar 1. Lokasi penelitian.

cara ini dimaksudkan untuk melengkapi hasil pengamatan langsung (observasi).

Data sekunder yang diperoleh melalui penelusuran pustaka dan dokumen yang diperoleh dari berbagai instansi, yang meliputi Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP) Kabupaten Jepara, PPP Karimunjawa, Kantor Kecamatan, *World Conservation Society* (WCS). Data sekunder yang dimaksud meliputi unit penangkapan ikan, volume dan nilai produksi, posisi jenis ikan dalam rantai makanan, dan data pendukung lainnya.

## 2.3 Analisis Data

Penelitian ini dimulai dengan penentuan SDI unggulan, sehingga diketahui jenis SDI yang akan dikelola dan dipetakan dalam zonasi penangkapan. Setelah diketahui jenis SDI unggulan, kemudian dilakukan analisis potensi SDI untuk mengetahui besarnya stok SDI di TNKJ. Setelah itu baru didesain zonasi daerah penangkapan ikan (DPI) di zona PPT TNKJ. Zonasi menghasilkan pembagian perairan (ZPPT) untuk berbagai jenis teknologi penangkapan ikan unggulan tersebut dengan mengacu pada prinsip perikanan tangkap yang berkelanjutan.

### 2.3.1 Sumber Daya Ikan Unggulan

Penentuan jenis SDI unggulan dilakukan dengan teknik *comparative performance index* (CPI). Rumus yang digunakan adalah (Hendayana, 2003):

$$A_{ij} = X_{ij}(\min) \times 100 / X_{ij}(\min)$$

$$A(i+1.j) = (X(i+1.j) / X_{ij}(\min)) \times 100$$

$$I_{ij} = A_{ij} \times P_j$$

$$I_i = (I_{ij})$$

dimana:  $A_{ij}$  = nilai alternatif ke- $i$  pada kriteria ke- $j$ ,  $X_{ij}(\min)$  = nilai alternatif ke- $i$  pada kriteria awal minimum ke- $j$ ,  $A(i+1.j)$  = nilai alternatif ke- $i+1$  pada kriteria ke- $j$ ,  $(X(i+1.j))$  = nilai alternatif ke- $i+1$  pada kriteria awal ke- $j$ ,  $P_j$  = bobot kepentingan kriteria ke- $j$ ,  $I_{ij}$  = indeks alternatif ke- $i$ ,  $I_i$  = indeks gabungan kriteria pada alternatif ke- $i$ ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , dan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Analisis SDI unggulan didasarkan pada empat kriteria, yaitu: (1) nilai *location quotient* (LQ) dari produksi ikan. LQ dianalisis dengan perbandingan produksi dari satu jenis ikan terhadap total produksi ikan di suatu kabupaten dibandingkan dengan perbandingan produksi jenis ikan tersebut terhadap

produksi total dari propinsi yang bersangkutan; (2) nilai LQ dari nilai produksi ikan. LQ dianalisis dengan perbandingan nilai produksi satu jenis ikan terhadap total nilai produksi ikan di suatu kabupaten dibandingkan dengan perbandingan nilai produksi jenis ikan tersebut terhadap nilai produksi total propinsi yang bersangkutan; (3) peluang pasar, penilaian dilakukan berdasarkan peluang pasar dari ikan, yaitu peluang untuk komoditas pasar ekspor dan komoditas pasar lokal. Komoditas pasar lokal dibedakan menjadi dua, yaitu yang bernilai ekonomis tinggi dan ekonomis sedang. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skor, yaitu skor 3 untuk jenis ikan yang potensial untuk diekspor, skor 2 untuk jenis ikan ekonomis tinggi, dan skor 1 untuk jenis ikan ekonomis sedang; dan (4) posisi jenis ikan dalam proses makan memakan di dalam rantai makanan, yaitu sebagai produsen primer, konsumen primer (pemakan zooplankton), konsumen I (konsumen sekunder I), konsumen II (konsumen sekunder II), konsumen III (konsumen tertier), dan konsumen tertinggi (*quaternary consumer*). Penilaian dilakukan dengan menggunakan skor, yaitu skor 4 untuk jenis ikan konsumen primer, skor 3 untuk ikan konsumen sekunder I, skor 2 untuk ikan konsumen II, dan 1 untuk ikan konsumen tertier.

Posisi ikan dalam rantai makanan dilakukan dengan mengacu pada beberapa penelitian, bahwa teri selain memangsa zooplankton dan fitoplankton. Teri juga dimangsa oleh beberapa jenis ikan pemangsa seperti selar, kuwe, dan cumi. Ikan kerapu menurut merupakan hewan karnivor yang memangsa ikan-ikan kecil, kepiting, dan udang-udangan, dan juga bersifat kanibal. Ikan tongkol dan tengiri biasa memakan teri dan cumi-cumi (Nybakken, 1992; Laksmi *et al.*, 2004).

Nilai LQ yang dianalisis dengan menggunakan CPI hanya yang memiliki nilai LQ lebih besar dari satu dengan data *time series* lima tahun. Nilai LQ lebih besar dari satu untuk produksi dan nilai produksi meng-

gambarkan bahwa komoditas ikan tersebut dari sisi produksi dan nilai produksi lebih lebih unggul dibandingkan dengan komoditas ikan lainnya.

Metode *location quotient* (LQ) menurut Budiharsono (2005) merupakan perbandingan pangsa relatif pendapatan sektor *i* pada tingkat wilayah terhadap pendapatan total wilayah pada pangsa relatif pendapatan sektor *i* pada tingkat nasional terhadap pendapatan nasional. Pada penelitian ini, penentuan LQ dengan kriteria pendapatan diganti dengan kriteria produksi dan nilai produksi ikan, sedangkan tingkat kabupaten diganti dengan tingkat kecamatan. Formula penentuan nilai LQ yang digunakan adalah:

$$LQ = \frac{vi/vt}{Vi/Vt}$$

dimana:  $vi$  = pendapatan (produksi atau nilai produksi) sektor ke-*i* (jenis ikan ke-*i*) di tingkat kecamatan (Karimunjawa),  $vt$  = pendapatan (produksi atau nilai produksi) total kecamatan (Karimunjawa),  $Vi$  = pendapatan (produksi atau nilai produksi) sektor ke-*i* (jenis ikan ke-*i*) di tingkat provinsi (Jawa Tengah), dan  $Vt$  = pendapatan (produksi atau nilai produksi) total provinsi (Jawa Tengah).

### 2.3.2 Potensi Sumberdaya Ikan

Potensi sumberdaya ikan diduga berdasarkan pada pendekatan biologi dan ekonomi, sehingga disebut model bioe-konomi. Model bioekonomi yang telah diaplikasikan Supardan, *et al.* (2006), Sumaila dan Hannesson (2010), dan Grafton, *et al.* (2010) untuk mengestimasi potensi ikan menggunakan variabel biologi, biaya penangkapan, dan harga ikan.

Hubungan hasil tangkapan dengan upaya penangkapan dilihat dengan menggunakan metode surplus produksi Schaefer-Fox (Sparre and Venema, 1999). Hubungan fungsi tersebut adalah :

$$Y = \alpha + \beta x + e$$

dimana:  $Y$  = peubah tak bebas ( $CPUE$ ) dalam kg/unit,  $x$  = peubah bebas ( $effort$ ) dalam unit kapal,  $e$  = simpangan,  $\alpha, \beta$  = parameter regresi penduga nilai  $a$  dan  $b$ .

Kemudian diduga dengan fungsi dugaan, yaitu:

$$Y = a + bx$$

Nilai  $a$  dan  $b$  dapat ditentukan menggunakan rumus :

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Upaya penangkapan optimum dan produksi maksimum lestari menggunakan model Schaefer ditentukan dengan langkah-langkah berikut (Sparre and Venema, 1999):

- (1) Hubungan antara  $CPUE$  dengan upaya penangkapan ( $f$ )

$$CPUE = a - bf$$

- (2) Hubungan antara hasil tangkapan ( $C$ ) dengan upaya penangkapan ( $f$ ),

$$C = af - bf^2$$

- (3) Upaya penangkapan optimum ( $f_{opt}$ ) diperoleh dengan cara menyamakan turunan pertama hasil tangkapan terhadap upaya penangkapan sama dengan nol sebagai berikut :

$$f = \frac{a}{2b}$$

- (4) Produksi maksimum lestari atau maximum sustainable yield ( $MSY$ ) diperoleh dengan cara mensubstitusikan nilai upaya penangkapan optimum.

$$MSY = a^2 / 4b$$

Upaya penangkapan optimum dan produksi maksimum lestari menggunakan

model Fox ditentukan dengan langkah-langkah berikut (Sparre and Venema, 1999):

- (1) Hubungan antara  $CPUE$  dengan upaya penangkapan ( $f$ )

$$CPUE = \exp(c - df)$$

- (2) Hubungan antara hasil tangkapan ( $C$ ) dengan upaya penangkapan ( $f$ ),

$$C = f * \exp(c + df)$$

- (3) Upaya penangkapan optimum ( $f_{opt}$ ) diperoleh dengan cara menyamakan turunan pertama hasil tangkapan terhadap upaya penangkapan sama dengan nol sebagai berikut :

$$f = \frac{1}{d}$$

- (4) Produksi maksimum lestari atau maximum sustainable yield ( $MSY$ ) diperoleh dengan cara mensubstitusikan nilai upaya penangkapan optimum.

$$MSY = \frac{1}{d} * \exp(c - 1)$$

Penentuan model terpilih dilihat dari nilai koefisien determinasi ( $R$ ). Nilai  $R$  terbesar dari kedua model Schaefer dan Fox menunjukkan bahwa model tersebut terpilih untuk digunakan dalam pendugaan potensi SDI.

Berdasarkan asumsi bahwa harga ikan per kg ( $p$ ) dan biaya penangkapan per unit upaya tangkap ( $C$ ) adalah konstan, maka total penerimaan nelayan dari usaha penangkapan ( $TR$ ) dan total biaya penangkapan ( $TC$ ) adalah :

$$TR = p.C$$

$$TC = c.E$$

dimana:  $P$  = harga rata-rata ikan hasil survey per kg (Rp),  $C$  = jumlah produksi ikan (kg),  $c$  = total pengeluaran rata-rata unit penangkapan ikan (Rp), dan  $E$  = jumlah upaya penangkapan untuk menangkap SDI (unit). Keuntungan bersih usaha penangkapan ikan

( $\pi$ ) adalah :

$$\pi = TR - TC = p.Y - c.E$$

### 2.3.3 Zona Penangkapan Ikan

Pembuatan zonasi penangkapan ikan di ZPPT dimaksudkan untuk mengoptimalkan operasi penangkapan ikan melalui informasi daerah penangkapan ikan potensial. Selain itu, pengaturan zona untuk masing-masing jenis teknologi yang ada harus dapat mereduksi kemungkinan konflik antar nelayan, dan menjamin keberlanjutan SDI, serta sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Oleh karena itu, penataan ZPPT di kawasan TNKJ untuk zona penangkapan ikan didesain dengan pertimbangan berikut: (1) menentukan jenis SDI unggulan yang terdapat di ZPPT perairan Karimunjawa; (2) mengestimasi potensi SDI di TNKJ untuk mengetahui prospek pengembangan; (3) menentukan teknologi penangkapan yang sesuai untuk memanfaatkan SDI unggulan; (4) menata zona penangkapan ikan di kawasan ZPPT dengan kriteria sebagai berikut: (i) tidak terjadi konflik antar nelayan meskipun menggunakan teknologi yang berbeda pada zona yang sama; (ii) pengoperasian alat tangkap tidak menimbulkan degradasi habitat ikan dan degradasi daerah penangkapan ikan; (iii) karakteristik alat tangkap sesuai dengan karakteristik perairan dan sumberdaya ikan yang menjadi target tangkapan; dan (iv) jalur

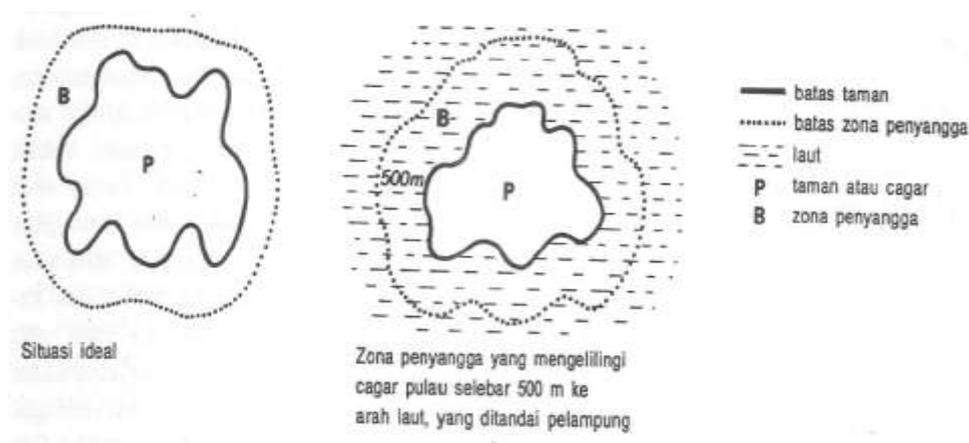
penangkapan tidak bertentangan dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No PER.2/MEN/2011, tentang jalur penangkapan ikan, penempatan alat penangkapan ikan dan alat bantu penangkapan ikan; (5) menentukan daerah penyangga untuk kawasan perairan yang dilindungi, yaitu 500 m ke arah laut (Gambar 2). Area ini dimaksudkan untuk menjaga agar kegiatan pemanfaatan yang dilakukan tidak memberikan pengaruh yang negatif terhadap kawasan yang dilindungi (IUCN, 1990); dan (6) peta zona penangkapan ikan dibuat dengan sistem informasi geografis, menggunakan software yang sesuai.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Sumber Daya Ikan Unggulan dan Potensinya

Pengelolaan perikanan tangkap tidak terlepas dari pengembangan jenis ikan komoditas unggulan (SDI unggulan). Penentuan prioritas SDI unggulan merupakan proses sangat penting mengingat keberadaan SDI unggulan dapat menjadi penentu keberlangsungan pengembangan perikanan tangkap.

Hasil analisis *comparative performance index* (CPI) menunjukkan bahwa ikan kuwe (*Caranx spp*) merupakan komoditas unggulan utama perikanan tangkap di Karimunjawa, kemudian diikuti oleh ikan ekor kuning



Gambar 2. Contoh zona penyangga untuk taman dan cagar (IUCN 1990).

(*Caesio cuning*) dan ikan kerapu (*Ephinephelus spp*) yang berada di urutan kedua dan ketiga (Tabel 1).

Ikan kuwe, ekor kuning, dan kerapu merupakan jenis ikan karang yang karakteristik habitat dan penyebaran spasialnya relatif sama. Dengan demikian, pengelolaan dan pemanfaatan untuk ketiga jenis ikan unggulan ini pun tidak berbeda. Artinya, estimasi potensi lestari untuk kelompok ikan unggulan ini dapat digabung sebagai satu stok ikan karang.

Produksi pada tingkat *Maximum Economic Yield* (MEY) perikanan karang di Karimunjawa diperkirakan 140 ton/tahun. Produksi MEY ini tercapai sebelum tingkat produksi *Maximum Sustainable Yield* (MSY) yang diperkirakan 149 ton/tahun (Gambar 3). Jumlah upaya penangkapan optimal pada kondisi MEY adalah 5.435 unit, sedangkan untuk kondisi MSY diperkirakan 7.154 unit. Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa dengan alokasi 5.435 unit armada penangkapan (kondisi MEY) akan menghasilkan rente atau keuntungan ekonomi Rp 859 juta. Keuntungan pada tingkat MEY ini lebih besar dibandingkan dengan pengalokasian 7.154 unit armada penangkapan (kondisi MSY) yang menghasilkan keuntungan Rp 773 juta.

Jumlah effort aktual perikanan karang sebanyak 3.159 unit dan produksi sebanyak 115 ton (Gambar 3). Artinya jumlah aktual armada penangkapan (effort) dan produksi ikan karang (kuwe, ekor kuning, dan kerapu)

di perairan Karimunjawa masih lebih rendah dari kondisi pengelolaan MEY (140 ton produksi, 5.435 unit armada) dan kondisi MSY (149 ton produksi, 7.154 unit armada). Hal ini menunjukkan bahwa peluang pengembangan produksi ikan kuwe, ekor kuning, dan kerapu sebagai komoditas unggulan masih terbuka lebar. Peningkatan upaya penangkapan akan berpeluang besar meningkatkan produksi, yang akan diikuti penerimaan usaha hingga pada kondisi MSY, dengan penerimaan usaha tertinggi terjadi pada kondisi MSY. Peningkatan *effort* di sisi lain juga akan diiringi dengan peningkatan biaya penangkapan, sehingga efisiensi ekonomi tercapai pada saat kondisi MEY. Bila terus dilakukan penambahan upaya penangkapan, maka akan mencapai kondisi *open access* dan terus hingga mencapai titik nol.

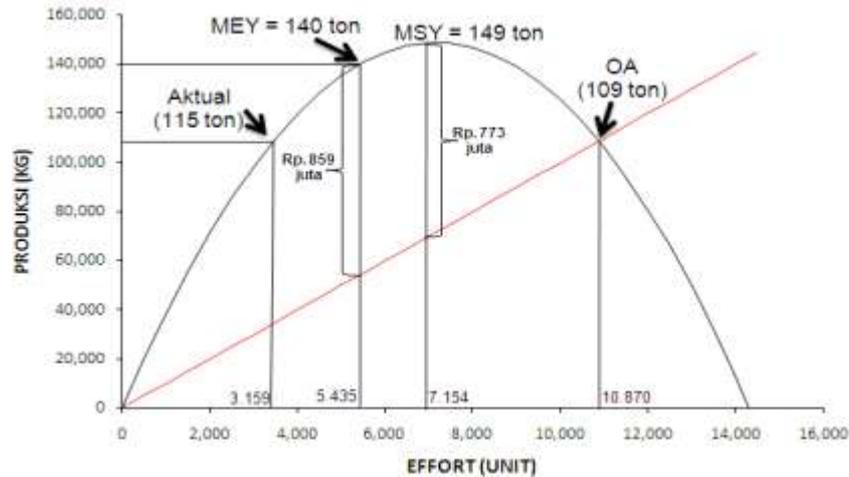
Ikan teri (*Stelophorus spp*), cumi-cumi (*Loligo sp*), tenggiri (*Scomberomorus commersoni*), dan tongkol (*Auxis thazard*) termasuk kelompok ikan pelagis. Pengelolaan ikan pelagis ini berbeda dengan kelompok ikan karang yang telah diuraikan sebelumnya, karena karakteristik dan penyebaran spasialnya yang berbeda sehingga ikan karang dan pelagis tidak dapat dianggap sebagai satu stok yang sama.

Perhitungan potensi SDI pelagis dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data perikanan pelagis di pantai utara (Pantura) Jawa Tengah, karena keterbatasan data untuk

Tabel 1. Ururan komoditas unggulan terhadap jenis-jenis ikan yang tertangkap di TNKJ.

No.	Jenis ikan	Olahan CPI				Jumlah	Prioritas
		VP	NP	PP	RM		
1.	Cumi-cumi	273,51	189,11	200,00	100,00	762,62	6
2.	Ekor kuning	1.306,49	5.438,61	100	300	7.145,10	2
3.	Tenggiri	434,59	406,93	200	100	1.141,53	5
4.	Kerapu	1.247,57	3.385,15	300	300	5.232,72	3
5.	Teri	851,89	249,50	100	400	1.601,40	4
6.	Tongkol	100,00	100,00	100	100	400,00	7
7.	Kuwe	4.394,05	6.167,33	100	200	10.861,38	1

Keterangan: VP: LQ volume produksi; NP : LQ nilai produksi; PP: peluang pasar; RM: posisi dalam rantai makanan



Gambar 3. Keseimbangan bioekonomi Gordon-Schaefer untuk pengelolaan ikan karang di perairan Karimunjawa.

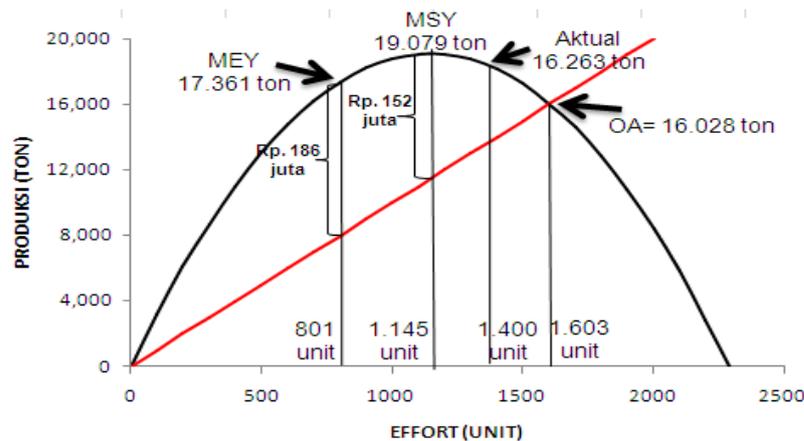
perhitungan potensi perikanan pelagis di Karimunjawa. Perhitungan potensi dengan data pantura Jawa Tengah diharapkan dapat lebih menggambarkan kondisi perikanan pelagis, karena sifat dari ikan pelagis yang bersifat aktif melakukan migrasi dan penyebarannya luas.

Kondisi aktual tingkat pengupayaan ikan pelagis telah melebihi kondisi upaya optimum, yang berarti perikanan pelagis telah mengalami kelebihan upaya penangkapan meskipun secara finansial usaha masih menguntungkan. Kondisi aktual perikanan pelagis dengan produksi 16.263 ton dan effort sebanyak 1.400 unit (Gambar 4). Jika penambahan armada terus dilakukan tanpa pengendalian pada kondisi upaya optimum, maka akan terjadi kondisi tangkap lebih (*overfishing*), dan konflik sosial di antara nelayan dalam memperebutkan daerah penangkapan ikan.

Produksi ikan pelagis pada kondisi MSY sebesar 19.079 ton dengan jumlah effort 1.145 unit. Produksi pada kondisi MEY sebesar 17.361 ton dengan effort 801 unit. Kondisi *open access* akan dicapai pada saat produksi mencapai 16.028 ton dengan jumlah effort 1.603 unit (Gambar 4). Jika dilihat dari perkembangan CPUE antara Pantura Jawa Tengah dan Karimunjawa, maka perbandingan CPUE Karimunjawa dengan CPUE

Pantura Jawa Tengah hanya sebesar 2%. Kondisi ini menunjukkan bahwa perikanan pelagis di Kepulauan Karimunjawa tidak cukup berpengaruh terhadap perikanan pelagis di pantura Jawa Tengah.

Pendekatan yang digunakan untuk menduga potensi SDI di suatu wilayah perairan, sebagaimana diungkapkan oleh Murdiyanto (2004), Tinungki (2005), dan Supardan *et al.* (2006) adalah dengan menggunakan data dan informasi hasil tangkapan per upaya penangkapan (*catch per unit effort*, CPUE) minimal lima tahun terakhir. Dengan mengetahui besaran potensi SDI, dapat ditentukan kebijakan yang sesuai untuk proses pengembangan dan pengelolaan kegiatan perikanan tangkap ke depan. Konsep optimalisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah model bioekonomi (Grafton *et al.*, 2010; Sumaila and Hannesson, 2010), dimana kegiatan perikanan tangkap diarahkan pada pencapaian tingkat produksi lestari tertinggi (MSY) dan dititikberatkan bukan pada pencapaian tingkat produksi tertinggi, melainkan pada pencapaian tingkat produksi lestari yang memberikan efisiensi ekonomi tertinggi (MEY). Meskipun pemanfaatan pada level MEY masih menghasilkan keuntungan dan menjaga keberlanjutan SDI, namun dalam kawasan konservasi prinsip tersebut masih kurang tepat. Kawasan konservasi perairan



Gambar 4. Keseimbangan bioekonomi Gordon-Schaefer untuk pengelolaan ikan pelagis di perairan utara Jawa Tengah.

mensyaratkan kegiatan perikanan tangkap yang dilakukan harus sejalan dengan kegiatan konservasi. Kegiatan perikanan tangkap tidak diperbolehkan menyebabkan kepunahan jenis ikan tertentu yang dapat menyebabkan *booming* atau meledaknya jenis ikan yang lain. Pemanfaatan SDI di kawasan konservasi diarahkan pada tingkat pemanfaatan 50-60% dari nilai MSY, sehingga keberadaan jenis-jenis ikan di TNKJ dapat tetap terjaga, yang pada akhirnya dapat mendukung keberlanjutan usaha penangkapan ikan yang dilakukan. Pemilihan SDI unggulan pada tahap awal sebelum mengkaji sistem juga mengkomodasikan kriteria posisi jenis ikan di dalam rantai makanan. Hal tersebut juga dimaksudkan untuk mengurangi dampak akibat kegiatan pemanfaatan yang dilakukan seperti kepunahan atau *booming* jenis-jenis ikan tertentu, akibat tidak seimbangnya hubungan predasi di alam (perairan).

### 3.2 Zona Penangkapan Ikan

Tahap awal dalam penentuan zona penangkapan ikan di ZPPT Karimunjawa dimulai dengan penetapan jenis sumberdaya unggulan dan estimasi potensi ikan unggulan tersebut. Hasil yang diperoleh dari tahapan ini menunjukkan bahwa ikan unggulan adalah kelompok ikan karang yang terdiri dari ikan kuwe, ekor kuning dan kerapu (Tabel

1). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa kelompok ikan karang ini masih memiliki prospek pengembangan yang besar dibandingkan dengan ikan pelagis yang tingkat pengupayaannya telah melebihi effort optimum.

Langkah berikut yang harus ditempuh dalam penentuan zona penangkapan ikan adalah penentuan teknologi penangkapan. Hasil observasi lapang menunjukkan bahwa alat tangkap yang beroperasi di perairan Karimunjawa meliputi pancing ulur, bubu, jaring insang (*gillnet*), pancing tonda, dan bagan perahu. Tujuan utama penangkapan untuk masing-masing alat tangkap disajikan pada Tabel 2. Sumberdaya ikan unggulan (ikan kuwe, ekor kuning, dan kerapu) di perairan Karimunjawa ditangkap dengan pancing ulur, *bottom gillnet*, dan bubu. Berdasarkan hasil penelitian Irnawati (2011), opsi pengembangan teknologi yang paling tepat untuk menangkap ikan unggulan ini adalah pancing ulur dan bubu, sedangkan opsi pengembangan teknologi yang paling utama untuk menangkap ikan pelagis adalah pancing toda dan jaring insang permukaan (*surface gillnet*).

Penyebaran terumbu karang yang menjadi habitat ikan kuwe, ekor kuning, dan kerapu umumnya terdapat di pantai, yaitu pada jalur 0-3 mil dari garis pantai. Hal ini

Tabel 2. Jenis alat tangkap yang beroperasi di perairan Karimunjawa dan target ikan tangkapan.

No	Alat tangkap	Ikan target tangkapan
1.	Pancing ulur	Ikan unggulan
3.	Bubu	Ikan unggulan
3.	Jaring insang dasar ( <i>bottom gillnet</i> )	Ikan demersal
4.	Pancing tonda	Pelagis
5.	Jaring insang permukaan( <i>surface gillnet</i> )	Pelagis
6.	Bagan perahu	Pelagis

berarti bahwa zona penangkapan ikan karang (sumberdaya unggulan) dengan menggunakan pancing ulur dan bubu terdapat pada jalur 0-3 mil dari garis pantai. Kedua alat tangkap ini dapat dioperasikan pada zona yang sama karena memenuhi kriteria berikut: (1) pengoperasian alat tangkap yang berbeda pada zona yang sama (berdekatan) tidak menimbulkan konflik (Tabel 3), (2) pengoperasian alat tangkap tidak menyebabkan degradasi habitat ikan dan degradasi daerah penangkapan ikan, dan (3) kesesuaian antara karakteristik alat tangkap dengan perairan.

Pengoperasian bagan perahu harus dihindari dari zona daerah penangkapan ikan karang, yaitu di jalur 0-3 mil karena dapat menimbulkan konflik terhadap nelayan pancing ulur dan bubu (Tabel 3). Hal ini terjadi karena tangkapan pancing ulur dan bubu akan semakin berkurang karena ikan yang menjadi target tangkapan mereka akan tertarik untuk beruaya ke sumber cahaya yang digunakan bagan perahu. Selain itu, pengoperasian bagan perahu di sekitar area terumbu karang juga dapat menimbulkan degradasi ekosistem/habitat terumbu karang dan sumberdaya ikan karang yang terkandung di

dalamnya. Dengan adanya cahaya lampu dalam pengoperasian bagan perahu, maka kelompok ikan juvenil yang belum layak tangkap secara biologis akan tertarik ke sumber cahaya dan hal ini akan mempengaruhi keseimbangan ekosistem dan mengurangi laju rekrutmen. Kondisi ini selanjutnya dapat menimbulkan degradasi habitat dan degradasi daerah penangkapan ikan pada masa yang akan datang.

Ikan yang menjadi target tangkapan bagi nelayan tonda, bagan perahu, dan jaring insang permukaan (*surface gillnet*) adalah ikan pelagis (Tabel 2). Alat tangkap tonda yang dioperasikan secara aktif memiliki kemampuan tangkap (*catchability*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan jaring insang yang dioperasikan secara statis atau pasif. Kondisi ini dapat menimbulkan persaingan yang tidak sehat bahkan menimbulkan konflik perebutan daerah penangkapan di antara kedua kelompok nelayan apabila mereka beroperasi pada zona yang sama (Tabel 3). Bagan perahu juga tidak direkomendasikan pada zona yang sama dengan *surface gillnet* meskipun cara pengoperasian kedua alat tangkap ini bersifat statis, karena pengo-

Tabel 3. Peluang terjadinya konflik akibat pengoperasian alat tangkap pada zona yang berdekatan.

	Pancing ulur	Bubu	Jaring insang	Tonda	Bagan perahu
Pancing ulur					
Bubu	Netral				
Jaring insang	Netral	Netral			
Tonda	Netral	Netral	Konflik		
Bagan perahu	Konflik	Konflik	Konflik	Netral	

perasian kedua jenis alat tangkap pada zona yang sama berpeluang besar menimbulkan konflik antar nelayan (Tabel 3).

Sesuai dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan tahun 2005, zona 0-4 mil dari garis pantai lebih tepat diperuntukkan sebagai daerah penangkapan ikan untuk alat tangkap yang bersifat statis (tetap), yaitu bagan perahu dan *surface gillnet*. Karakteristik kedua jenis alat tangkap ini juga sesuai dengan kondisi perairan (kedalaman). Namun bagan perahu tidak direkomendasikan di zona ini meskipun tidak bertentangan dengan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No PER.2/MEN/2011, dan zona ini hanya direkomendasikan sebagai zona penangkapan ikan pelagis dengan *surface gillnet*. Pelarangan bagan perahu di zona ini didasari oleh pemikiran bahwa pengoperasian bagan perahu berpeluang besar menimbulkan konflik (Tabel 3), dan degradasi sumberdaya ikan akibat tertangkapnya ikan juvenil.

Perairan 3-4 mil dari garis pantai juga dapat digunakan sebagai daerah penangkapan ikan demersal dengan alat tangkap yang bersifat statis. Alat tangkap yang paling tepat digunakan untuk menangkap ikan demersal di zona ini adalah *bottom gillnet* meskipun pancing ulur dan bubu terkadang dioperasikan untuk menangkap ikan demersal selain untuk menangkap ikan karang. Nelayan pancing ulur dan bubu diperbolehkan menangkap ikan demersal hingga jarak 4 mil dari garis pantai karena tidak menimbulkan konflik dan degradasi sumberdaya ikan demersal. Sebaliknya *bottom gillnet* kurang tepat dioperasikan di jalur 0-3 mil karena karakteristik alat tangkap *bottom gillnet* tidak

sesuai dengan karakteristik perairan yang memiliki terumbu karang.

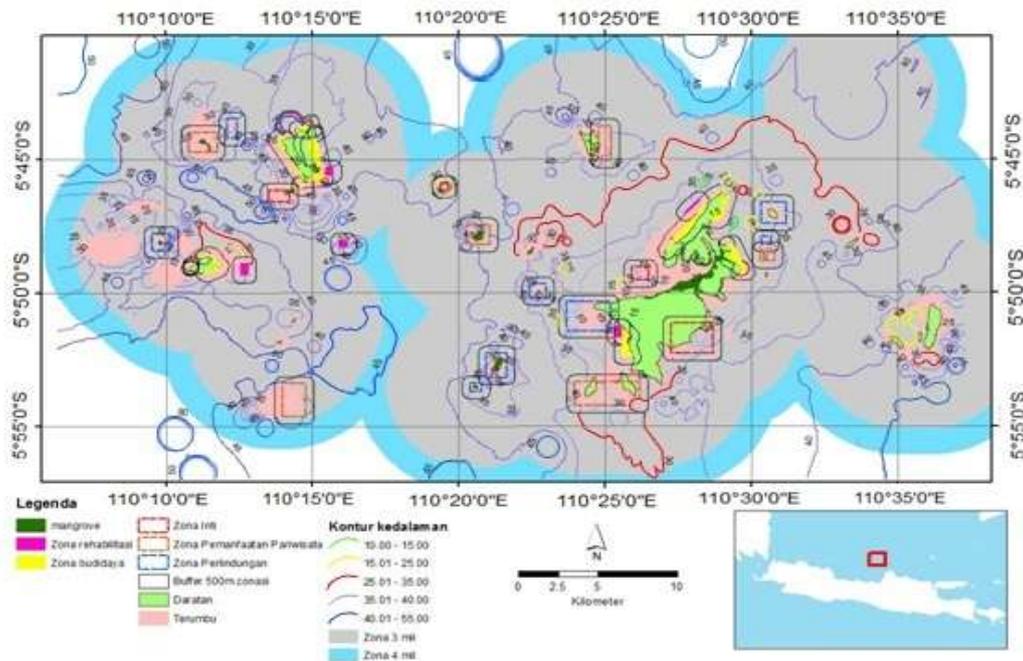
Perairan pada jalur > 4 mil dari garis pantai merupakan daerah penyebaran ikan pelagis. Sesuai dengan amanat Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No PER.2/MEN/2011, maka zona ini lebih tepat diperuntukkan sebagai zona penangkapan ikan pelagis dengan menggunakan alat tangkap dinamis, yaitu pancing tonda. Bagan perahu juga dapat dioperasikan pada zona ini karena pengoperasian bagan perahu dan tonda pada zona yang sama tidak akan menimbulkan konflik (Tabel 3), meskipun cara pengoperasian kedua jenis alat tangkap ini berbeda.

Uraian di atas menunjukkan bahwa penyebaran zona penangkapan ikan karang (komoditas unggulan), ikan demersal, dan ikan pelagis berbeda di ZPPT Karimunjawa (Tabel 4). Zona penangkapan ikan karang yang menjadi komoditas unggulan, dan ikan demersal terkonsentrasi di jalur paling dekat dengan garis pantai. Sedangkan zona penangkapan ikan pelagis lebih menyebar dari dekat garis pantai hingga arah lepas pantai. Penyebaran spasial zona penangkapan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

Perairan pada jalur 0-4 mil dialokasikan khusus untuk pengoperasian alat tangkap yang statis, yaitu pancing ulur, bubu, dan *gillnet*. Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa zona ini merupakan daerah potensial untuk daerah pembesaran (*nursery area*) dan daerah pemijahan (*spawning area*). Oleh karena itu, bagan perahu dan alat tangkap yang dioperasikan secara dinamis (aktif) tidak diperbolehkan di zona 0-4 mil dengan berbagai pertimbangan. *Pertama*, alat tangkap yang

Tabel 4. Penyebaran zona penangkapan ikan berdasarkan jenis alat tangkap di ZPPT Karimunjawa.

Jalur DPI	Kandungan SDI	Alat tangkap
0-3 mil	Ikan unggulan (kuwe, ekor kuning, kerapu)	Pancing ulur dan bubu
3-4 mil	Ikan demersal	Bottom gillnet
0-4	Ikan pelagis	Surface gillnet
> 4 mil	Ikan pelagis	Tonda & bagan perahu



Gambar 5. Penggunaan perairan untuk kegiatan perikanan tangkap di ZPPT.

dioperasikan secara dinamis (aktif) berpeluang besar untuk merusak habitat *nursery area* dan *spawning area*. Jika hal ini terjadi, maka laju rekrutmen ikan akan terganggu, bahkan dapat mengganggu keseimbangan ekosistem dan menyebabkan degradasi daerah penangkapan ikan. Pertimbangan *kedua*, daya tangkap (*catchability*) alat tangkap dinamis lebih tinggi dibandingkan alat tangkap statis. Dengan kondisi ini, maka alat tangkap statis akan kalah bersaing dalam eksploitasi sumberdaya ikan dibandingkan dengan alat tangkap dinamis. Persaingan (kompetisi) yang tidak seimbang di antara kedua komunitas nelayan dalam memperebutkan spesies target yang sama akhirnya dapat menimbulkan konflik. Dengan demikian, alat tangkap dinamis dilarang beroperasi di zona operasi penangkapan alat tangkap statis, namun tidak berlaku untuk sebaliknya.

Pertimbangan *ketiga*, penggunaan cahaya lampu dalam bagan perahu memiliki dampak negatif karena ikan kategori *illegal size* dominan tertangkap. Kategori *illegal size* ini merupakan kelompok ikan juvenil yang belum layak tangkap secara biologis. Dengan

penggunaan cahaya lampu tersebut, maka berbagai kelompok ikan berpeluang besar untuk berkumpul di sekitar sumber cahaya karena adanya sifat fototaksis positif dari ikan, dan atau tujuan mencari mangsa. Hal ini berarti bahwa ikan juvenil yang terdapat di *nursery area* pada jalur 0-4 mil berpeluang besar untuk berkumpul di sekitar sumber cahaya. Dengan ukuran mata jaring (*mesh size*) yang kecil, maka ikan kategori *illegal size* akan mudah tertangkap dengan jumlah banyak. Kondisi ini akan berdampak terhadap ketersediaan stok ikan unggulan yang semakin berkurang. Keseimbangan ekosistem terumbu karang. Jalur 0-4 mil merupakan kawasan perairan yang banyak ditumbuhi terumbu karang, sehingga pengaturan ini diharapkan mampu menjaga kelestarian terumbu karang. Ikan kuwe, kerapu, dan ekor kuning merupakan jenis ikan yang berasosiasi dengan terumbu karang (*associated reef fish*) sehingga keberlanjutan terumbu karang akan sangat berdampak bagi keberlanjutan SDI tersebut. Oleh karena itu, maka pancing tonda disarankan untuk beroperasi ke arah luar dari perairan Karimunjawa.

Ikan pelagis penyebarannya dapat meliputi sekitar perairan terumbu karang hingga perairan laut lepas, namun bila diberikan ijin untuk dilakukan kegiatan penangkapan di daerah 0-3 mil maka akan cenderung menimbulkan konflik, baik dengan nelayan-nelayan yang menggunakan alat tangkap statis (bubu dan pancing ulur), maupun dengan pihak pengelola TNKJ. Di samping itu, perairan kurang dari 4 mil merupakan kawasan perairan sebagai daerah *nursery* dan *spawning ground*, yang banyak ditumbuhi terumbu karang dan padang lamun.

#### IV. KESIMPULAN

Zona penangkapan bagi komoditas ikan unggulan yang terdiri dari ikan kuwe, ekor kuning, dan kerapu terdapat pada jalur 0-3 mil dari garis pantai, dan zona ini dialokasikan untuk pengoperasian pancing ulur dan bubu. Zona penangkapan ikan demersal menggunakan *bottom gillnet* terdapat pada jalur 3-4 mil dari garis pantai. Zona penangkapan ikan pelagis dibagi menjadi dua, yaitu: jalur 0-4 mil dari garis pantai digunakan sebagai zona penangkapan ikan pelagis dengan menggunakan *surface gillnet*, dan perairan di atas 4 mil dari garis pantai digunakan sebagai zona penangkapan ikan pelagis dengan menggunakan pancing tonda dan bagan perahu.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada masyarakat nelayan di Kepulauan Karimunjawa, PPP Karimunjawa, DKP Kabupaten Jepara, DKP Provinsi Jawa Tengah, dan Balai TNKJ. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para reviewer yang telah banyak memberikan komentar dan masukan untuk memperbaiki paper ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

Budiharsono, S. 2005. Teknik analisis pembangunan wilayah pesisir dan lautan.

PT Pradnya Paramita. Jakarta. 116 hlm.

[BTNKJ] Balai Taman Nasional Karimunjawa. 2001. Rencana pengelolaan 25 tahun Taman Nasional Karimunjawa periode 2002-2027. BTNKJ Jawa Tengah. Semarang. 164hlm.

Grafton, R.Q., T. Kompas, L. Chu, N. Che. 2010. Maximum economic yield. *The Australian J. of Agricultural and Resources Economics*, 54:273-280.

Hendayana, R. 2003. Aplikasi metode location quotient (LQ) dalam penentuan komoditas unggulan nasional. *Informatika Pertanian*, 1:658-675.

IUCN. 1990. Pengelolaan kawasan yang dilindungi di daerah tropika. UGM. Yogyakarta. 328hlm.

Laksmi W, R. Girsang, SF. Pradigdo. 2004. Studi keamanan pangan kimiawi dari logam berat timbal pada *Euthynnus Sp.* di perairan Semarang. *J. Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 3:66-68.

Matrutty, D.D.P., S. Martasuganda, D. Simbolon, A. Purbayanto. 2014. Zonasi perikanan pasi untuk kepentingan pemanfaatan secara berkelanjutan sumberdaya ikan kakap merah di Kepulauan Lease. *J. Manusia dan Lingkungan*, 21(3):341-348.

Nybakken, J.W. 1992. Biologi laut: suatu pendekatan ekologis. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 459hlm.

[PERMEN] Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No PER.2/MEN/2011, tentang jalur penangkapan ikan dan penempatan alat penangkapan ikan dan alat bantu penangkapan ikan pada WPP-NRI. 2011. Kementerian kelautan dan Perikanan Jakarta. Hlm.:1-24.

Schaefer, M. 1975. Some aspect of the dynamics of population important to the management of commercial marine fisheries. *Bulletin InterAm. Trop. Comm.*, 1:27-56.

Simbolon, D. 2008. Alokasi unit penangkapan cakalang, menuju usaha perikanan berkelanjutan di perairan So-

- rong. *J. Mangrove & Pesisir*, 8(1):13-21.
- Simbolon, D., A. Purbayanto, JE. Astarini, W. Simanungkalit. 2011. Eksplorasi teknologi tepat guna dalam penangkapan kakap putih (*Lates calcarifer*) di Kabupaten Mimika. *J. Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 1(2):11-23.
- Spare, P. and S.C. Venema. 1999. Introduction to tropical fish stock assessment. Part I: Manual. FAO Fisheries Technical Paper. 37p.
- Sumaila, U.R. and R. Hannesson. 2010. Maximum economic yield in crisis. *Fish And Fisheries*, 11:461-465.
- Supardan, A., J. Haluan, Manuwoto, S. Soemokaryo. 2006. Maximum sustainable yield (MSY) dan aplikasinya pada kebijakan pemanfaatan sumber daya ikan di Teluk Lasongko Kabupaten Buton. *Buletin PSP*, 15:35-49.
- Suyanto, A. 2000. Sistem zonasi pengelolaan taman nasional laut berdasarkan indeks kepekaan lingkungan: studi kasus di kepulauan Karimunjawa Kabupaten Jepara Jawa Tengah. Disertasi. IPB. Bogor. 315hlm.
- Yanuar, Y., B. Wiryawan, S. Martasuganda. 2008. Optimalisasi kegiatan nelayan sebagai instrumen pendukung keberlanjutan taman nasional Karimunjawa. Prosiding Konferensi Nasional VI "Menuju Keberlanjutan Pengelolaan Pesisir dan Laut Demi Ketahanan dan Kesejahteraan Bangsa". Manado: DKP, Pemprov Siltra, UNSRAT. Hlm.:779-822.
- Yusuf, M. 2007. Kebijakan pengelolaan sumberdaya pesisir dan laut kawasan taman nasional Karimunjawa secara berkelanjutan. Disertasi. IPB. Bogor. 263hlm.

*Diterima* : 2 November 2015

*Direview* : 14 April 2016

*Disetujui* : 11 Mei 2016

