

KAJIAN KONDISI TERUMBU KARANG DAN IKAN MENGGARU (*Lutjanus decussatus*) DI ZONA PEMUKIMAN DAN ZONA INTI KAWASAN TAMAN NASIONAL KEPULAUAN SERIBU¹

(Studies on the Condition of Coral Reefs and Menggaru Fish (*Lutjanus decussatus*) in the Residential Zone and Core Zone of Kepulauan Seribu Marine National Park)

Dedy Eka Syaputra², Yusli Wardiatno³, dan Ario Damar³

ABSTRAK

Ikan Menggaru (*Lutjanus decussatus*) adalah kelompok kakap yang hidup berasosiasi dengan terumbu karang, yang merupakan ikan konsumsi dan bernilai ekonomis penting. Populasi ikan ini di Kawasan Balai Taman Nasional Kepulauan Seribu terus menurun yang disebabkan oleh berbagai hal seperti penangkapan berlebih, kerusakan habitat, dan kurangnya strategi pengelolaan kawasan yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji kondisi terumbu karang dan ikan menggaru dan keterkaitannya sehingga strategi pengelolaan yang baik dapat ditetapkan. Empat pulau yang berlokasi di zona yang berbeda dipilih sebagai lokasi penelitian, yang di setiap masing-masing pulau dilakukan pengamatan di dua (2) titik yang berbeda (kedalaman 3-5 m). Di kawasan pemukiman, Pulau Pramuka, dan Panggang dipilih sementara pada Zona Inti, dipilih lokasi perairan sekitar Pulau Kayu Angin Bira dan Belanda. Pengamatan terumbu karang dilakukan dengan menggunakan teknik *Line Intercept Transect* (LIT), sementara observasi ikan menggaru dengan menggunakan teknik *Underwater Visual Census* (UVC). Sebanyak total 41 ekor ikan menggaru ditangkap sebagai sampel. Secara umum, kondisi perairan masih dalam kondisi baik untuk mendukung kehidupan terumbu karang. Kualitas penutupan terumbu karang relatif sedang dengan persen penutupan berkisar antara 34.86% dan 39.31%. Kelimpahan ikan menggaru di zona inti relatif lebih tinggi (180 ind/ha) jika dibandingkan dengan zona pemukiman (140 ind/ha). Beberapa aspek biologi yang dihasilkan dalam studi ini yaitu bentuk pertumbuhan ikan adalah alometrik, perbandingan seksual menunjukkan jantan lebih banyak dibandingkan betina, komposisi utama makanan adalah ikan dan krustasea, dan selama bulan Juni ketika studi ini dilakukan, ikan tidak dalam kondisi musim memijah. Lebih tingginya kelimpahan ikan di zona inti diasumsikan disebabkan oleh adanya dominasi tutupan karang *branching* di kawasan ini. Berdasarkan studi ini direkomendasikan untuk a) memelihara kondisi kualitas air di lokasi studi; b) mempercepat penutupan karang di zona pemukiman; c) melakukan pengawasan lebih intensif dan penegakan hukum di zona inti dari penangkapan ikan; dan d) membatasi ukuran ikan yang boleh ditangkap.

Kata Kunci: ikan menggaru, karang keras, kelimpahan, strategi pengelolaan, terumbu karang

ABSTRACT

The checkered snapper (*Lutjanus decussatus*) is a kind of corals associated snapper, classified as food fish, and economically important. The populations in Kepulauan Seribu Marine National Park were likely to continue declining due to many reasons such as: overfishing, degradation of habitat, and the lack of appropriate management strategies. The purposes of this research were to assess the conditions of coral reefs and condition of menggaru fish so that appropriate management strategies could be arrange. Four islands in two different management zones were choosen, each with two different observation points (at 3-5 m depth). In the residential zone, Pramuka Island and Panggang Island were taken and Kayu Angin Bira Island and Belanda Island were choosen as the core zone. The coral reef coverage was assessed by taking underwater sequential. Underwater visual census (UVC) was used in this study to assess the abundance of menggaru fish. A total of 41 fish was caught as a sample. Generally, waters conditions were still in normal range and supported for growth and development of corals. The conditions of coral reefs in both zones included in the fair category with percent cover were 34.86% and 39.31%. The average abundance in the core zone (180 ind/ha) relatively more when compared with residential zone (140 ind/ha). The results of studies for several biological aspects of menggaru fish among others: the form of growth was allometrik, comparison of the gender composition of fish not ideal yet where more males than females, fish was caught from the waters of the core zone more severe when compared with the residential zone, the composition of the main food were fish and crustacean, and in June the menggaru fish in the research location were not logged in spawning time.

¹ Diterima 22 Oktober 2009 / Disetujui 16 Desember 2009.

² Staf Ditjen KP3K

³ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Greater abundance of the fish in the core zone was assumed because the dominant coral life form was branching. Based on the research, alternative management strategies that can be given were as follows: a) maintain the condition of waters environment in the residential zone; b) accelerating increase in percentage of coral cover in residential zones; c) more intensive supervision and law enforcement in the core zone; and d) restricted the size of fish that may be arrested.

Key words: abundance, coral reefs, hard coral, management strategy, menggaru fish

PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan kekayaan alam yang tidak ternilai harganya karena memiliki peranan yang sangat penting secara ekologis yaitu sebagai tempat berlindung, mencari makan dan berkembang biak. Berdasarkan fungsi tersebut, banyak biota yang berasosiasi dengan ekosistem ini. Ikan karang merupakan komunitas terbesar yang hidup di terumbu karang.

Salah satu jenis ikan karang yang dikenal di Kepulauan Seribu adalah ikan menggaru (*Lutjanus decussatus*). Menggaru merupakan nama lokal di Kepulauan Seribu untuk jenis kakap dari marga *Lutjanus* (di Kab. Lingga dikenal sebagai ikan mentimun). Ikan ini berasosiasi dengan terumbu karang, digolongkan sebagai ikan pangan dan kelompok ikan ekonomis penting. Namun demikian, menurut informasi nelayan setempat populasinya cenderung menurun yang dibuktikan dari penurunan hasil tangkapan ikan tersebut. Berkurangnya populasi suatu jenis ikan dapat disebabkan berbagai faktor antara lain adanya tangkap lebih, kerusakan habitat atau strategi pengelolaan yang kurang tepat.

Banyak peneliti mendapatkan bahwa persentase penutupan karang hidup berpengaruh secara positif terhadap keanekaragaman spesies dan kelimpahan individu ikan karang (Chabanet *et al.* 1997). Menurut Jones *et al.* (2004), terumbu karang yang sehat dapat meningkatkan persentase tutupan karang dan menjamin keberadaan ikan karang serta mendukung keanekaragaman ikan karang. Artinya bahwa kerusakan sumberdaya terumbu karang akan mempengaruhi keberadaan ikan karang termasuk ikan menggaru. Hilangnya spesies ini tidak hanya merugikan secara ekologis namun juga salah satu sumber pangan yang cukup penting.

Oleh karena itu, agar sumberdaya ikan menggaru di kawasan Taman Nasional

Kepulauan Seribu dapat tetap lestari, diperlukan suatu penelitian dan pengkajian secara menyeluruh baik aspek biologi maupun hubungannya dengan terumbu karang. Pengetahuan dan informasi yang diperoleh dapat dijadikan dasar dalam menentukan strategi pengelolaan yang efektif dan efisien.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan April-Agustus 2009 di kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta. Empat pulau pada dua zona pengelolaan yang berbeda dipilih sebagai lokasi penelitian. Lokasi pengamatan, yaitu Pulau Pramuka dan P. Panggang mewakili Zona Pemukiman, serta P. Kayu Angin Bira, dan P. Belanda mewakili zona inti. Untuk menentukan titik pengamatan, terlebih dahulu dilakukan pemantauan sebaran terumbu karang yang ada di pulau tersebut. Pemilihan titik pengamatan dilakukan secara *purposive*.

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui survei dengan langkah-langkah dan metode sebagai berikut.

Kondisi perairan berupa temperatur air laut, kecerahan, salinitas, dan kecepatan arus diukur langsung di lokasi. Sementara itu, derajat keasaman (pH), kadar fosfat, nitrat, nitrit, dan amonia diukur di laboratorium.

Metode yang digunakan untuk pengumpulan data kondisi terumbu karang adalah modifikasi transek garis (Loya 1978) dan transek kuadrat (Rogers *et al.* 1994). Pada setiap titik pengamatan, *roll meter* ditarik sepanjang 50 m sejajar garis pantai. Kemudian transek kuadrat ukuran 1 mx1 m diletakkan sepanjang garis tersebut dengan pengulangan sebanyak 20

kali. Pada saat diletakkan, transek kuadrat difoto menggunakan kamera bawah air Nikon D80 sehingga diperoleh 20 foto. Total foto transek yang diperoleh dari 8 titik pengamatan adalah 160 foto.

Pengumpulan data kelimpahan ikan menggunakan metode *Underwater Visual Census* (UVC). Prosedur penggunaan metode sensus visual secara garis besar hampir sama dengan penggunaan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dimana *roll meter* sepanjang 50 m dibentangkan sejajar dengan garis pantai. Ikan yang dijumpai pada jarak 2.5 m di sebelah kiri dan 2.5 m sebelah kanan sepanjang transek garis dicatat jumlahnya.

Sampel ikan diambil (ditangkap) menggunakan jaring insang (*gillnet*) dan pancing ulur (*handline*) dengan bantuan nelayan setempat. Pengambilan sampel dilakukan selama dua minggu. Sampel ikan yang tertangkap, diukur panjang, ditimbang berat, lalu dibedah untuk diambil saluran pencernaannya. Saluran pencernaan ikan kemudian diawetkan dengan formalin 4% dan dimasukkan ke dalam botol ukuran 50 ml serta diberi label. Setelah itu, sampel dibawa ke laboratorium untuk mendapatkan data tingkat kematangan gonad dan jenis makanan ikan.

Data sekunder dikumpulkan melalui penelusuran pustaka dan informasi dari berbagai instansi seperti Balai TNKPs, P2O-LIPI, Dishidros TNI AL, IPB, LSM, serta tulisan dan publikasi lain yang terkait dengan penelitian ini.

Analisis Data

Parameter fisik perairan berupa suhu, salinitas, kecerahan, dan kekeruhan) diukur secara langsung di lapangan. Adapun parameter kimia perairan diukur secara spektrofotometri di laboratorium.

Persentase penutupan karang hidup dihitung berdasarkan hasil foto per transek dan diolah menggunakan perangkat lunak *Coral Point Count with Excell extension* (CPCe) V3.6 (Kohler dan Gill 2006). Analisis data mengacu pada 4 kategori dari *Australian Institute of Marine Science* (AIMS) yaitu: (1) hancur/rusak

(0-24.9%), (2) sedang (25-49.9%), (3) baik (50-74.9%), dan (4) sangat baik (75-100%).

Analisis kelimpahan ikan menggaru (*Lutjanus decussatus*) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$X = \frac{\sum Ji}{A}$$

Keterangan:

X = Kelimpahan ikan

Ji = Jumlah ikan pada titik pengamatan ke-i

A = Luas terumbu karang yang diamati (m²)

Uji ragam satu arah (*one way ANOVA*) dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara beberapa parameter atau plot uji pada zona pemukiman dan zona inti seperti parameter fisik dan kimia perairan, tutupan substrat dasar, tutupan *life form* karang, tutupan genus karang, ukuran panjang ikan hasil sensus, dan rata-rata berat serta panjang ikan sampel.

Analisis hubungan panjang berat ikan menggaru dilakukan terhadap sampel ikan, masing-masing sebanyak 21 ekor dari zona pemukiman dan 20 ekor dari zona inti. Penentuan hubungan panjang berat ikan menggunakan cara Hile (1936) in Effendie (1997) dengan rumus:

$$W = aL^b$$

Keterangan:

W = berat ikan

L = panjang ikan

a dan b = konstanta yang dicari

Linearisasi dilakukan menggunakan logaritma persamaan, yaitu $\log W = \log a + b \log L$. Untuk memperoleh nilai log a dan b, digunakan teknik perhitungan panjang berat secara langsung menurut Rouseffell dan Everhart (1960) dan Lagler (1961) in Effendie (1997), menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\log a = \frac{\sum \log W \times \sum (\log L)^2 - \sum \log L \times \sum (\log L \times \log W)}{N \times \sum (\log L)^2 - (\sum \log L)^2}$$

$$b = \frac{\sum \log W - (N \times \log a)}{\sum \log L}$$

Setelah nilai **a** dan **b** diketahui maka analisis dilakukan berdasarkan nilai konstanta b

yang diartikan $b=3$ pertumbuhan isometrik, $b>3$ atau $b<3$ pertumbuhan alometrik.

Pengamatan tingkat kematangan gonad dilakukan terhadap semua ikan hasil tangkapan. Penentuan tingkat kematangan menggunakan cara morfologi dan mengacu pada klasifikasi kematangan gonad ikan laut menurut Romimohtarto dan Juwana (2001). Hasil pengamatan terhadap sampel gonad ikan menggaru akan dikelompokkan dan dianalisis secara deskriptif dikaitkan dengan lokasi dan waktu pengambilan sampel.

Analisis jenis makanan ikan dilakukan terhadap 41 sampel dengan cara, lambung dibuka, isi lambung ditimbang, kemudian dipisahkan menurut jenis dan dicatat frekuensi kejadiannya.

Untuk mengetahui hubungan terumbu karang dan ikan menggaru, data yang diperoleh berupa persentaseutupan *life form* karang dan genus karang serta kelimpahan ikan menggaru, ditabulasi dan disajikan dalam bentuk gambar dan grafik sehingga diketahui kecenderungan yang terjadi. Selanjutnya data tersebut dianalisis secara deskriptif dengan berpedoman pada hasil-hasil penelitian sejenis dan data sekunder lainnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Perairan

Parameter fisik dan kimia perairan yang terukur baik di zona pemukiman maupun zona inti menunjukkan variasi yang relatif tidak jauh berbeda. Suhu perairan di zona pemukiman berkisar antara 28-31 °C dengan salinitas berkisar antara 30-32‰. Sedangkan di zona inti, suhu perairan yang terukur sebesar 28-30 °C dan kisaran salinitas antara 31-32‰. Kisaran nilai suhu dan salinitas di dua zona ini masih termasuk dalam kisaran yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan karang. Hal ini sesuai dengan pendapat Nontji (2005) yang mengatakan suhu optimal yang dibutuhkan karang berkisar 25-30 °C dan salinitas dengan nilai 27-40‰.

Kecepatan arus di zona pemukiman berkisar 0.02-0.08 m/s sementara di zona inti berkisar antara 0.03-0.07 m/s. Kecepatan arus yang terukur pada saat pengambilan data

tergolong lambat. Kecepatan arus permukaan di kepulauan seribu rata-rata berkisar antara 0.05-0.12 m/s (Mihardja dan Pranowo 2001). Kondisi ini berkaitan erat dengan musim peralihan dari musim barat menuju musim timur sehingga perairan relatif tenang. Arus diperlukan karang untuk mendatangkan makanan berupa plankton, membersihkan diri dari endapan-endapan, dan untuk menyuplai oksigen dari laut lepas. Oleh sebab itu, pertumbuhan karang di tempat yang selalu teraduk arus dan ombak lebih baik daripada di perairan tenang dan terlindung.

Nilai kekeruhan yang terukur pada titik pengamatan yang berada di zona pemukiman berkisar antara 0.37-0.80 NTU dan pada zona inti sebesar 0.37-0.55 NTU. Hasil pengukuran kecerahan perairan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa di zona pemukiman, sinar matahari masih dapat menembus kedalaman 5-6 m. Sedangkan pada zona inti, sinar matahari masih dapat terlihat pada kedalaman 6-7 m.

Rendahnya kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh parameter kekeruhan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kekeruhan di zona pemukiman relatif lebih tinggi dan dimungkinkan karena daerah ini dihuni penduduk sehingga perairannya mendapat pengaruh dari aktivitas yang dilakukan. Berbagai aktivitas penduduk yang merusak seperti membuang limbah baik organik maupun anorganik, membuat perairan lebih keruh sehingga berakibat pada kurangnya penetrasi sinar matahari untuk menembus kedalaman. Oleh karena itu, pembuangan limbah oleh penduduk di zona pemukiman perlu ditanggulangi karena berdampak pada tingginya kekeruhan serta rendahnya kecerahan yang akhirnya mengganggu kelangsungan hidup karang.

Aktivitas penduduk diduga pula menjadi penyebab cukup tingginya kadar amonia di perairan zona pemukiman. Meskipun kadarnya masih dalam batas normal (<0.1 mg/l), namun kiranya perlu menjadi perhatian karena tingginya kadar amonia secara tidak langsung dapat berpengaruh terhadap kondisi terumbu karang. Kadar amonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0.1 mg/l (McNeely *et al.* 1979).

Berdasarkan hasil pengukuran untuk parameter kimia diketahui bahwa derajat keasaman (pH) di zona pemukiman berkisar

antara 8.1-8.2 dengan kadar fosfat (0.02-0.04 mg/l), nitrat (0.05-0.09 mg/l), nitrit (<0.002-0.008 mg/l), dan kandungan amonium (0.14-0.19 mg/l). Sementara itu, derajat keasaman (pH) yang terukur di zona inti masing-masing sebesar 8.1 dengan kisaran nilai kandungan fosfat 0.01-0.03 mg/l, nitrat 0.04-0.09 mg/l, nitrit <0.002 mg/l, dan amonium antara 0.04-0.10 mg/l. Nilai-nilai ini masuk dalam kategori normal dan cukup baik untuk menunjang kehidupan karang.

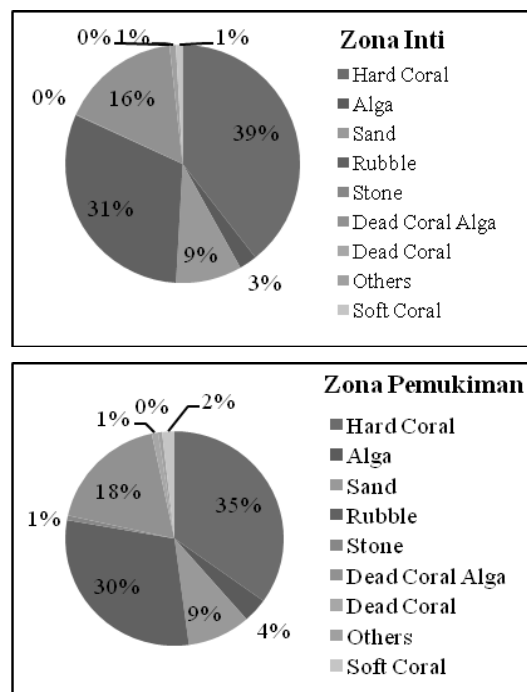
Berdasarkan hasil uji beda nyata dengan selang kepercayaan 95% terhadap beberapa parameter fisik dan kimia perairan di lokasi, diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata kecerahan dan amonia di zona pemukiman dan zona inti dengan *p-value* berturut turut 0.017 dan 0.002.

Keberadaan bulu babi (*sea urchin*) dapat dijadikan indikator baik atau tidaknya lingkungan perairan. Sama halnya dengan anggota Echinodermata lain, bulu babi adalah hewan yang melimpah pada kondisi dasar perairan yang kaya nutrisi. Kelimpahan tersebut terkait dengan keberadaan alga yang menjadi makanan utamanya (Collin dan Arnesson 1995). Menurut Bold dan Wynne (1985), alga melimpah apabila terjadi pengkayaan nutrisi. Salah satu penyebab perairan menjadi subur/kaya nutrisi adalah pencemaran akibat buangan limbah organik dan anorganik dari aktivitas manusia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan bulu babi di zona pemukiman dan zona inti tidak banyak. Kondisi ini menjadi indikasi bahwa perairan di kedua zona memang masih baik dan belum tercemar berat.

Kondisi Terumbu Karang

Persentase tutupan substrat dasar di lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1. Pada zona pemukiman, tutupan *hard coral* sebesar 34.86%, patahan karang (*rubble*) sebesar 29.87%, dan karang mati dengan alga (*dead coral algae*) sebesar 18.18%. Selain itu terlihat pasir dengan rata-rata tutupan sebesar 9.35%. Adapun *soft coral* (non karang keras) rata-rata tutupannya sebesar 1.83%. Sementara itu, pada zona inti persentase rata-rata tutupan karang kerasnya sebesar 39.31%, diikuti patahan karang (*rubble*) sebesar 30.81%, dan *dead*

coral alga (DCA) sebesar 16.39%. Kemudian pasir (9.13%), alga (2.47%), dan non karang keras (*soft coral*) sebesar 0.94%.



Gambar 1. Persentase rata-rata tutupan substrat dasar di zona pemukiman dan zona inti.

Berdasarkan kategori *Australian Institute of Marine Science* (AIMS) untuk persentase tutupan karang hidup, kondisi terumbu karang di zona pemukiman dan zona inti termasuk dalam kategori “sedang”. Akan tetapi jika penilaian dilakukan pada setiap titik pengamatan, maka kondisi lebih baik ditemukan di zona inti dimana 1 titik tergolong “baik” (sisi barat P. Kayu Angin Bira) dan 3 titik tergolong “sedang”. Sementara pada titik pengamatan yang ada di zona pemukiman terdapat 2 titik dengan kategori “buruk” (P. Pramuka) dan 2 titik berkategori “sedang” (P. Panggang).

Kondisi terumbu karang di zona inti yang berada pada kategori “sedang” pada dasarnya cukup mengejutkan karena sesuai fungsinya, kondisi terumbu karang di zona ini seharusnya lebih baik dari zona-zona lain. Tingginya persentase patahan karang dan karang mati menguatkan dugaan bahwa daerah ini telah terekspos dan mengalami tekanan baik secara antropogenik (seperti aktivitas penangkapan ikan yang merusak, dampak lego jangkar

perahu/kapal (*anchoring*) dan dampak aktivitas penyelaman yang tidak profesional) maupun secara alami (seperti dampak ombak dan badai gelombang).

Menurut Aktani (2003), banyaknya patahan karang mati diindikasikan kuat akibat penggunaan bom di perairan Kepulauan Seribu sebelum tahun 1995. Jika tekanan tersebut berlanjut diperkirakan dapat menyebabkan kerusakan yang lebih besar. Oleh karena itu, pengawasan harus lebih ditingkatkan oleh semua pihak yang berwenang agar zona ini bisa berfungsi sesuai dengan tujuan penetapannya.

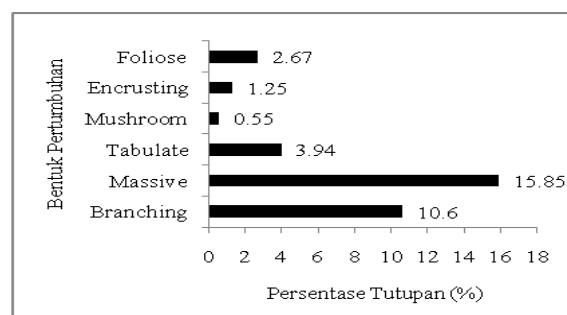
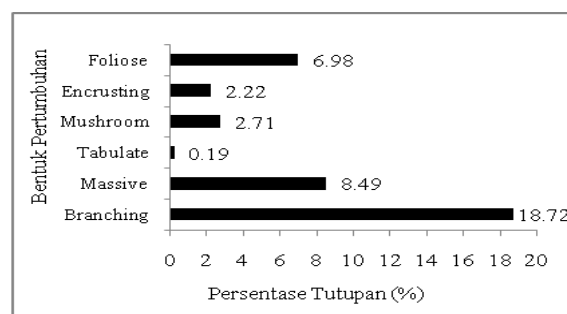
Meningkatnya kondisi terumbu karang di zona pemukiman diduga karena kegiatan transplantasi karang seperti di Selatan P. Panggang dan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap arti penting terumbu karang. Selain itu, tingginya aktivitas manusia di pulau ini secara tidak langsung menjadikan proses pengawasan terhadap kegiatan yang merusak terumbu karang telah berjalan dengan baik.

Karang dengan bentuk pertumbuhan (*life form*) *massive* mendominasi di zona pemukiman dengan persentase rata-rata tutupan 15.85%. Sedangkan di zona inti, *life form* karang yang dominan adalah karang *branching* dengan persentase rata-rata tutupan sebesar 18.72%. Persentase tutupan *life form* karang lainnya disajikan dalam Gambar 2.

Kondisi tersebut dapat menunjukkan bahwa sedimentasi pada zona pemukiman sudah cukup tinggi dan sebaliknya di zona inti sedimentasinya rendah. Analisis ini mengacu pada Chappell (1980) yang menyatakan bahwa karang yang tumbuh di perairan dengan sedimentasi tinggi mengarah ke bentuk masif, sedangkan di perairan yang jernih atau sedimentasi rendah, karang lebih banyak ditemukan dalam bentuk bercabang atau *tabulate*. Walaupun perlu pembuktian lebih lanjut untuk masalah ini, namun kiranya dapat menjadi perhatian bagi pihak-pihak yang berwenang.

Berdasarkan jumlah genus karang yang ditemukan di lokasi, diperoleh hasil bahwa pada zona pemukiman terdapat 17 genus karang dimana *Acropora* merupakan genus paling dominan (16.11%) kemudian diikuti genus

Montipora (9.25%) dan *Goniopora* (1.86%). *Stylarea* merupakan genus yang persentase rata-rata tutupannya sangat rendah, yaitu 0.02% dari rata-rata tutupan *hard coral*. Sementara itu, dari 16 genus karang yang dijumpai di zona inti, genus *Acropora* juga mendominasi dengan tutupan sebesar 17.14%. Genus lain yang ditemukan pada zona ini berturut-turut adalah *Montipora* (6.56%), *Porites* (4.29%), *Fungia* (2.71%), *Turbinaria* (2.69%), dan *Seriatorpora* sebesar 2.33%. Genus yang persentase tutupannya sangat rendah adalah *Plerogyra* dengan rata-rata tutupan sebesar 0.01%.



Gambar 2. Persentase rata-rata tutupan *life-form* karang di zona pemukiman dan zona inti.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tutupan genus karang di kedua zona didominasi karang dari genus *Acropora*, *Montipora*, dan *Porites*. Genus *Acropora* merupakan karang keras yang memiliki pertumbuhan yang cepat dibandingkan dengan jenis karang lainnya dan sering ditemukan di setiap lokasi. Menurut Goreau (1959) in Supriharyono (2000), karang *Acropora*, karang bercabang, dan *foliose* umumnya lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan karang *Porites* atau yang berbentuk masif.

Genus *Montipora* diketahui memiliki ketahanan terhadap tekanan lingkungan seperti

laju sedimentasi yang tinggi dan peningkatan suhu permukaan laut. Adapun karang dari genus *Porites* memiliki tingkat ketahanan yang relatif tinggi terhadap faktor-faktor pembatas pertumbuhan dan perkembangan karang seperti gelombang.

Berdasarkan hasil uji ragam satu arah (*one way ANOVA*) antara persentase rata-rata tutupan substrat dasar di zona pemukiman dan zona inti diketahui bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara tutupan substrat dasar di kedua zona ($\text{sig.p} > 0.05$). Demikian pula untuk hasil uji terhadap persentase rata-rata tutupan *life form* karang yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok *life form* karang di zona pemukiman dan zona inti ($\text{sig.p} > 0.05$). Sedangkan untuk tutupan genus karang diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan signifikan antara persentase rata-rata tutupan genus *Seriatopora* di zona pemukiman dan di zona inti ($\text{sig.p} = 0.013$).

Kondisi Bio-Populasi Ikan Menggaru (*Lutjanus decussatus*) Kelimpahan ikan

Hasil perhitungan jumlah kelimpahan ikan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa pada zona pemukiman jumlah kelimpahan ikan menggaru sebanyak 140 ind/ha sedangkan pada zona inti dijumpai sebanyak 180 ind/ha. Berdasarkan jumlah yang dijumpai saat pengamatan, dapat dikatakan bahwa kelimpahan di zona inti relatif lebih tinggi bila dibandingkan zona pemukiman meskipun secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata kelimpahan ikan menggaru di kedua zona ($\text{sig} > 0.05$). Kondisi ini dimungkinkan belum menggambarkan keadaan yang sebenarnya karena beberapa sebab diantaranya saat pencacahan dilakukan, ikan sedang berada dicelah-celah/gua karang atau karena ikan belum masuk periode aktif makan.

Penjelasan lain yang dapat dikemukakan terkait kelimpahan yang lebih tinggi pada zona inti adalah karena persentase tutupan karangnya yang relatif lebih baik. Banyak peneliti mendapatkan bahwa tutupan karang hidup mempunyai pengaruh positif terhadap keanekaragaman spesies dan kelimpahan individu ikan

karang (Carpenter *et al.* 1982; Chabanet *et al.* 1997). Demikian pula menurut Hutomo *et al.* (1988) yang mengatakan kondisi karang yang baik ditandai dengan persentase tutupan yang tinggi dan berhubungan linier dengan kelimpahan dan keragaman spesies ikan karang. Oleh karenanya, upaya-upaya untuk meningkatkan kondisi terumbu karang perlu terus dilakukan agar sumberdaya ikan karang termasuk ikan menggaru dapat berlimpah.

Distribusi ukuran panjang ikan menggaru yang tercacah berdasarkan hasil sensus dimulai dari kelas ukuran < 5 cm hingga kelas ukuran > 25 cm. Hasil pencacahan menunjukkan bahwa frekuensi panjang ikan yang dijumpai di zona pemukiman lebih banyak berada pada kelas ukuran 5.1-10 cm. Sementara itu, panjang ikan yang tercacah di zona inti lebih banyak pada kelas ukuran 15.1-20 cm. Uji statistik (*one way ANOVA*) terhadap rata-rata ukuran panjang ikan yang tersensus menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok ukuran panjang ikan 15.1-20 cm di zona pemukiman dan zona inti ($\text{sig.p} = 0.003$).

Distribusi Panjang, Berat dan Jenis Kelamin

Selama penelitian dilakukan (bulan Mei-Juni 2009), tertangkap ikan menggaru sebanyak 41 ekor dari berbagai ukuran dengan rincian 21 ekor dari perairan zona pemukiman dan 20 ekor dari perairan zona inti. Terbatasnya jumlah tangkapan ikan tersebut dimungkinkan karena waktu pengambilan yang tidak terlalu lama. Berdasarkan informasi nelayan setempat, populasi ikan menggaru di lokasi penelitian memang relatif sudah berkurang. Meskipun sampel ikan yang digunakan sangat terbatas jumlahnya, diharapkan sudah dapat menggambarkan beberapa aspek biologi yang penting yang dibutuhkan dalam rangka pengelolaan.

Kisaran panjang total ikan menggaru yang tertangkap dari perairan di zona pemukiman antara 13.8-27.8 cm dan paling banyak (42.86%) berada pada kisaran panjang 20.1-25 cm. Untuk kisaran bobot/berat, diketahui bahwa bobot ikan menggaru di zona pemukiman berkisar antara 25.24-227.24 gram. Berdasarkan kisaran ukuran ikan menggaru yang tertangkap diketahui bahwa ukuran tersebut belum mencapai maksimal. Hasil penelitian Adrim (1991)

di perairan karang Pulau Seribu menunjukkan bahwa panjang ikan menggaru dewasa bisa mencapai 28.7 cm. Sementara peneliti lain mengatakan *Lutjanus decussatus* bisa mencapai total panjang maksimal 35 cm (Allen 1985) dan 31.5 cm (Andrade 2003).

Pertumbuhan merupakan proses biologis yang kompleks karena banyak faktor yang mempengaruhinya seperti keturunan, jenis kelamin, makanan, suhu perairan, penyakit, dan parasit serta umur ikan. Karena begitu banyak faktor terkait dengan pertumbuhan, maka untuk menganalisis penyebab belum maksimalnya ukuran panjang ikan menggaru di lokasi penelitian, diperlukan kajian lebih lanjut.

Adapun hasil pengamatan terhadap jenis kelaminnya, diketahui bahwa ikan menggaru di zona pemukiman lebih dominan berjenis kelamin jantan (62%) sedangkan betina sebesar 38%. Seandainya ada anggapan bahwa ikan jantan dan betina memijah dengan perbandingan 1:1 maka dapat dikatakan populasi ikan menggaru di lokasi penelitian belum ideal untuk berkembang lebih cepat. Pertambahan populasi akan ideal bila ikan betina jumlahnya melebihi jumlah ikan jantan (Karyaningsih *et al.* 1992).

Melihat pada fakta tersebut, maka eksploitasi ikan menggaru harus dibatasi karena secara alami komposisi antara ikan jantan dan betina belum seimbang yang berakibat pertumbuhan populasi berjalan lambat. Kisaran panjang total dan jenis kelamin sampel ikan disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 1. Kisaran panjang total ikan menggaru yang tertangkap di zona pemukiman

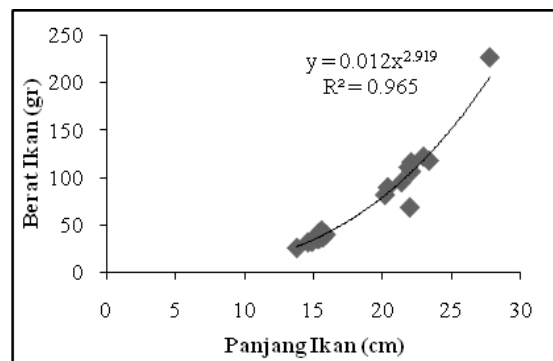
Kelas Panjang Total (cm)	Frekuensi	Jenis Kelamin	
		Jantan	Betina
1 – 5	-	-	-
5.1 – 10	-	-	-
10.1 – 15	3	2	1
15.1 – 20	8	4	4
20.1 – 25	9	6	3
25.1 - 30	1	1	-
Jumlah	21	13	8

Tabel 2. Kisaran panjang total ikan menggaru yang tertangkap di zona inti.

Kelas Panjang Total (cm)	Frekuensi	Jenis Kelamin	
		Jantan	Betina
1 – 5	-	-	-
5.1 – 10	-	-	-
10.1 – 15	3	2	1
15.1 – 20	7	4	3
20.1 – 25	7	5	2
25.1 - 30	3	1	2
Jumlah	20	12	8

Hubungan Panjang-Berat

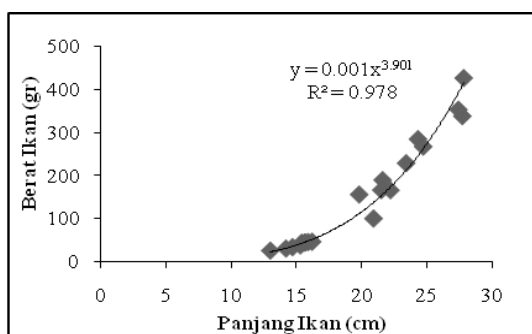
Persamaan regresi untuk hubungan panjang total dan berat tubuh ikan menggaru dari perairan zona pemukiman adalah $\log W = -1.903 + 2.919 \log L$ atau $W = 0.012 L^{2.919}$. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa nilai konstanta b yang diperoleh sebesar 2.92 ($b < 3$, $n=21$, dengan taraf signifikansi 0.05 dan $R^2=0.97$). Berdasarkan hasil uji signifikansi untuk perhitungan nilai b , diperoleh nilai $F_{hitung}=531.26 > F_{tabel}$, sig. $p < 0.05$, yang artinya koefisien regresi berbeda nyata atau panjang ikan berpengaruh secara signifikan terhadap berat ikan pada taraf nyata 0.05. Grafik hubungan panjang berat ikan menggaru dari perairan zona pemukiman disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan panjang berat ikan menggaru dari perairan zona pemukiman.

Ikan menggaru yang tertangkap dari perairan zona pemukiman memiliki nilai konstanta $b < 3$. Berdasarkan nilai b tersebut dapat diartikan bahwa pola pertumbuhannya alometrik atau pertumbuhan panjang lebih cepat jika dibandingkan dengan pertumbuhan berat sehingga ikan kelihatan kurus dan tidak normal karena terlihat terlalu panjang.

Sementara itu, persamaan regresi untuk hubungan panjang berat ikan menggaru dari perairan zona inti adalah $\log W = -3.016 + 3.901 \log L$ atau $W = 0.001L^{3.901}$. Nilai konstanta b yang diperoleh dari persamaan di atas adalah 3.901 ($b < 3$, $n = 20$, dengan taraf signifikansi 0.05 dan $R^2 = 0.98$). Berdasarkan uji signifikansi nilai b , diperoleh hasil bahwa $F_{hitung} = 823.46 > F_{tabel}$, $\text{sig.} p < 0.05$ yang artinya koefisien regresi berbeda secara signifikan pada taraf kepercayaan 0.05 atau panjang ikan berpengaruh nyata terhadap berat ikan pada taraf kepercayaan 0.05. Grafik hubungan tersebut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan panjang berat ikan menggaru dari perairan zona inti.

Ikan menggaru yang tertangkap dari perairan zona inti meskipun pola pertumbuhannya juga alometrik, namun pertumbuhan beratnya lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan panjang sehingga ikan kelihatan gemuk dan tidak normal. Hal ini didasarkan pada hasil perhitungan nilai konstanta b dimana ikan tersebut memiliki nilai $b > 3$. Hasil uji signifikansi dari nilai b yang diperoleh menunjukkan bahwa panjang ikan berpengaruh nyata terhadap berat ikan.

Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Hasil pengamatan TKG baik jantan maupun betina menunjukkan bahwa ikan yang tertangkap di perairan zona pemukiman paling banyak berada pada tingkatan I (38%), tingkatan II (29%), tingkatan III (19%), dan tingkatan IV (14%). Sementara itu, tingkat kematangan gonad ikan menggaru yang diperoleh dari perairan zona inti menunjukkan hasil yang cukup merata pada tiap tingkatan. Sebanyak 30% sampel ikan berada pada

tingkatan III. Kemudian 20% berada pada tingkatan IV dan yang berada pada tingkatan I dan II masing-masing 25%.

Pada umumnya ikan kakap marga *Lutjanus* melakukan pemijahan di sekitar bulan Maret hingga bulan Juni. Hal ini mengindikasikan bahwa pada bulan Juni ikan menggaru di lokasi penelitian belum memasuki masa memijah.

Jenis Makanan

Ikan menggaru adalah karnivora murni. Jenis makanan ikan menggaru disajikan pada Tabel 3. Andrade (2003) yang melakukan penelitian makanan ikan *yellow fin snapper* juga menemukan bahwa komposisi makanan yang utama dari ikan tersebut adalah ikan (53%), crustacean (decapoda dan lainnya) sebesar (40%), serta zooplankton (5%). Data di atas dapat dijadikan petunjuk bahwa ikan menggaru seperti ikan kakap marga *Lutjanus* lainnya, membutuhkan ketersediaan makanan berupa ikan-ikan kecil dan kelompok crustacea. Berkurangnya biota tersebut tentu dapat berpengaruh terhadap populasi ikan menggaru.

Tabel 3. Persentase komposisi makanan ikan menggaru

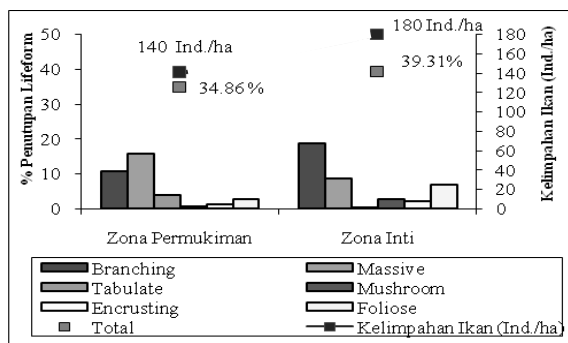
No.	Komposisi Makanan	Frekuensi (%)
1.	Ikan	61.54%
2.	Crustacea (Udang)	48.72%
3.	Tidak teridentifikasi	5.13%

Hubungan Kondisi Terumbu Karang dengan Kelimpahan Ikan Menggaru

Hasil penelitian menunjukkan bahwa di zona pemukiman dengan persentase rata-rata tutupan karang keras sebesar 34.86% dan *life form* karang lebih banyak *massive* (15.85%), dijumpai 140 ind/ha ikan menggaru. Sementara di zona inti dengan persentase rata-rata tutupan karang keras sebesar 39.31% dan tutupan *life form* karang *branching* yang lebih dominan (18.72%), dijumpai 180 ind/ha ikan menggaru. Hubungan kondisi terumbu karang dengan kelimpahan ikan menggaru disajikan pada Gambar 5.

Kelimpahan ikan menggaru yang cenderung lebih tinggi di zona inti dengan

dominasi *life form* karang *branching* dimungkinkan terkait dengan struktur karang dan ketersediaan makanan.



Gambar 5. Hubungan persentase rata-rata tutupan *life form* karang dengan kelimpahan ikan.

Berdasarkan strukturnya, karang dengan *life form branching* memiliki celah-celah yang dapat menjadi tempat berlindung bagi ikan dan fauna bentik lain seperti crustacea. Pratasik (1993) menyatakan bahwa tempat berlindung merupakan suatu kebutuhan utama rekrutmen untuk kelangsungan hidup kebanyakan spesies termasuk spesies udang. Sementara Caddy (1986) menyatakan bahwa habitat yang menyediakan tempat berlindung seringkali merupakan prasyarat yang perlu untuk rekrutmen organisme bentik. Hal ini berarti karang yang memiliki celah-celah untuk berlindung sehingga dimungkinkan akan lebih banyak biota yang berasosiasi dan hidup di dalamnya.

Hal tersebut akan berhubungan dengan ketersediaan makanan dimana celah-celah pada karang *branching* merupakan habitat yang potensial bagi ikan menggaru untuk mencari makanan. Berdasarkan hasil penelitian telah diketahui bahwa menggaru merupakan ikan karnivora yang komposisi makanan utamanya ikan-ikan kecil dan crustacea.

Berdasarkan hal tersebut dapat dipahami mengenai kecenderungan ikan menggaru lebih melimpah pada terumbu karang yang didominasi oleh *life form* karang *branching*. Kondisi ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Choat dan Belwood (1991) bahwa antara ikan karang dan terumbu karang terdapat interaksi dalam mencari makanan dan Sutton

(1983) yang menyatakan terdapat korelasi positif antara kompleksitas topografi terumbu karang dengan distribusi dan kelimpahan ikannya yang menyebabkan pengamatan ikan karang senantiasa dilakukan bersamaan dengan pendataan *life form* karang.

Strategi Pengelolaan Terumbu Karang dan Ikan Menggaru

Berdasarkan hasil analisis berbagai komponen baik kondisi terumbu karang maupun sumberdaya ikan menggaru di kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu (TNKPs), dijumpai berbagai permasalahan sebagai berikut:

1. Pencemaran perairan berupa buangan limbah organik dan non organik masih terjadi di zona pemukiman,
2. Sistem zonasi belum berfungsi dengan baik. Kondisi terumbu karang yang berada di zona inti relatif tidak lebih baik dibandingkan dengan kondisi terumbu karang di zona pemukiman,
3. Masih terdapat aktivitas *illegal* terkait dengan pemanfaatan sumberdaya terumbu karang baik di zona pemukiman maupun zona inti akibat fungsi pengawasan belum berjalan dengan baik. Berdasarkan informasi nelayan setempat, masih ada aktivitas penangkapan di zona inti, dan
4. Penangkapan ikan yang dilakukan belum mempertimbangkan prinsip-prinsip keberlanjutan.

Berdasarkan pada permasalahan-permasalahan tersebut, maka dirumuskan berbagai alternatif sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun strategi pengelolaan terumbu karang dan ikan menggaru di zona pemukiman dan zona inti Kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu sebagai berikut:

1. Menjaga kondisi lingkungan perairan di zona pemukiman

Berbagai peraturan dalam kaitannya untuk menjaga kondisi lingkungan perairan di zona pemukiman perlu diterapkan diantaranya: larangan membuang alat tangkap (jaring bekas atau potongan-potongan jaring) atau benda lain

(bahan bakar bekas pakai, seperti oli, bensin, dan bahan kimia lain). Menurunnya kualitas perairan tentu akan berakibat pada menurunnya kondisi terumbu karang dan pada akhirnya akan merugikan masyarakat sendiri.

2. Mempercepat peningkatan persentase tutupan karang di zona pemukiman

Hasil penelitian menunjukkan kondisi terumbu karang di zona pemukiman berada dalam kategori sedang. Kondisi ini relatif meningkat dibandingkan kondisi sebelumnya (kategori buruk). Untuk mempercepat peningkatan kondisi tutupan karang di zona pemukiman, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah pemasangan terumbu buatan atau transplantasi karang.

Berdasarkan hasil analisis hubungan kelimpahan ikan menggaru dan *life form* karang, diperoleh fakta bahwa kelimpahan ikan menggaru relatif lebih banyak dijumpai pada daerah yang didominasi oleh *life form* karang *branching* (pada zona inti). Oleh karena itu, upaya transplantasi yang dilakukan perlu ditekankan pada jenis *life form* karang tersebut agar populasi ikan menggaru dapat meningkat.

3. Pengawasan yang lebih intensif dan penegakan hukum di zona inti

Cara yang paling efektif untuk meningkatkan kondisi terumbu karang dan dalam rangka menjaga kelestarian ikan menggaru di zona inti adalah dengan pengawasan yang lebih intensif. Kegiatan yang perlu dilakukan antara lain meningkatkan intensitas patroli di zona inti, melibatkan peran serta masyarakat dalam kegiatan pengawasan, dan penegakan hukum apabila terjadi pelanggaran.

4. Pembatasan ukuran ikan yang boleh ditangkap

Upaya ini pada dasarnya merupakan bentuk perlindungan agar anak ikan dapat tumbuh lebih besar. Berdasarkan hasil penelitian diketahui banyak ikan menggaru masih dalam ukuran kecil <10 cm (ukuran maksimal bisa mencapai 35 cm). Salah satu faktor yang menentukan agar populasi dapat bertambah adalah keberhasilan ikan mencapai ukuran tertentu untuk kemudian bereproduksi. Oleh karena itu, perlu ditetapkan pelarangan untuk

menangkap ikan yang berukuran kecil dengan cara memperbesar ukuran mata jaring sehingga hanya ikan ukuran besar yang tertangkap (alat tangkap yang selektif).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Secara umum kondisi perairan di zona pemukiman dan zona inti Kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu cukup mendukung untuk pertumbuhan dan perkembangan karang sebagai habitat ikan menggaru.
2. Tutupan karang keras baik di zona pemukiman maupun zona inti Kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu termasuk dalam kategori sedang. Patahan karang (*rubble*) dan tutupan karang mati banyak ditemukan baik di zona pemukiman maupun zona inti. *Life form* karang masif dominan di zona pemukiman sedangkan di zona inti *life form* karang bercabang lebih dominan. Persentase tutupan karang baik pada zona pemukiman maupun zona inti didominasi oleh genus *Acropora* dan *Montipora*.
3. Hasil kajian bio-populasi ikan menggaru di Kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu adalah sebagai berikut:
 - Kelimpahan di zona inti relatif lebih banyak dibandingkan dengan di zona pemukiman namun secara statistik tidak berbeda nyata.
 - Terdapat variasi ukuran panjang ikan di zona pemukiman dengan zona inti.
 - Perbandingan komposisi jenis kelamin ikan belum ideal. Ikan berjenis kelamin jantan lebih banyak dibandingkan betina.
 - Bentuk pertumbuhan ikan menggaru baik di zona pemukiman maupun di zona inti adalah alometrik.
 - Terdapat beda nyata antara rata-rata berat ikan menggaru di lokasi penelitian.
 - Pada bulan Juni, ikan menggaru di lokasi penelitian belum masuk waktu pematangan. Tingkat kematangan gonad ikan pada saat penelitian adalah dominan I dan II.

- Komposisi makanan utamanya berupa ikan dan crustacea (udang).
- 4. Ikan menggaru lebih banyak dijumpai pada terumbu karang yang didominasi bentuk pertumbuhan bercabang/*branching*.
- 5. Alternatif strategi pengelolaan terumbu karang dan ikan menggaru sebagai berikut:
 - a) Menjaga kondisi lingkungan perairan di zona pemukiman.
 - b) Mempercepat peningkatan persentase tutupan karang di zona pemukiman.
 - c) Pengawasan yang lebih intensif dan penegakan hukum di zona inti.
 - d) Pembatasan ukuran ikan yang boleh ditangkap.

Saran

1. Memperhatikan pengaruh parameter kondisi perairan laut yang lebih detail dan kontinu mengingat beberapa parameter terkait langsung dengan kondisi terumbu karang.
2. Melakukan upaya rehabilitasi terumbu karang melalui transplantasi karang dengan *life form* karang yang sesuai dengan kesukaan ikan menggaru.
3. Mengkaji beberapa aspek biologi ikan menggaru lainnya secara komprehensif seperti: reproduksi, ketersediaan makanan, lokasi pemijahan, dan tingkat trofik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrim M. 1991. **Ikan Kakap Marga (*Lutjanus*) sebagai Potensi Sumberdaya Perairan Karang Pulau-Pulau Seribu**. Seminar Ilmiah dan Kongres Nasional Biologi X. Bogor 24 -26 September 1991. Bogor.
- Aktani U. 2003. **Fish communities as related to substrate characteristics in the coral reefs of Kepulauan Seribu Marine National Park, Indonesia, five years after stopping blast fishing practices**. Dissertation. Bremen University. Germany.
- Allen GR. 1985. **Snappers of the World. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date**. FAO species catalogue, vol 6. FAO, Rome.
- Andrade FM. 2003. **A Comparison of Life Histories and Ecological Aspects among Snappers (Pisces : Lutjanidae)**. [Dissertation]. Louisiana State University. USA.
- Bold HC dan Wynne MJ. 1985. **Introduction to the Algae: Structure and Reproduction**. 2nd ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ. xvi + 720 pp.
- Caddy JF. 1986. **Modelling Stock Recruitment Processes in Crustacea: some practical and theoretical perspectives**. Can. J.Fish. Sci. 43: 2330 – 2344.
- Carpenter KE, Micalat RI, Albaladejo VD, dan Corpuz VT. 1982. **The Influence of Substrate Structure on the Local Abundance and Diversity of Philippine Reef Fishes**. p. 497-502. In E.D. Gomez, C.E. Birkeland, R.W. Buddemeier, R.E. Johannes, J.A. Marsh, Jr. and R.T. Tsuda (eds.) Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium Vol 2. Marine Science Center, University of the Philippines, Manila, Philippines.
- Chabanet P, Ralambondrainy H, Amanieu M, Faure G, dan Galzin R. 1997. **Relations between Coral Reef Substrata and Fish**. Coral Reefs 16: 93-102.
- Chappell J. 1980. **Coral morphology, diversity and reef growth**. Nature 286: 249-252.
- Choat JH dan Belwood DR. 1991. **Reef fish: their history and evolution**. In: P.F. Sale (ed.). The ecology of fishes on coral reefs. Academic Press, Inc. San Diego, California, USA. pp. 39-95.
- Collin PL dan Arneson C. 1995. **Tropical Pacific Invertebrates**. Coral Reef Press, California. 290 p
- Effendie MI. 1997. **Biologi Perikanan**. Yayasan Pustaka Nustama. Yogyakarta.
- Hutomo M, Suharsono, dan Martosewojo S. 1988. **Ikan hias Indonesia dan kelestarian terumbu karang**. Puslitbang Ose- anologi LIPI (Buku Perairan Indonesia).
- Jones GP, Mark IM, Maya S, dan Jannele VE. 2004. **Coral Decline Threatens Fish Biodiversity in Marine Reserves**. Proceeding of National Academy of Sciences org the United States of America 101(21): 8251-8253.
- Karyaningsih S, Djamal R, dan Junus S. 1992. **Studi Beberapa Aspek Parameter Biologi Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sanguineus*)**. Jurnal Penelitian Perikanan Laut 68: 83-90.
- Kohler KE dan Gill SM. 2006. **Coral Point Count with Excel Extensions (CPCe): A Visual Basic program for the determination of coral and substrate coverage using random point count methodology**. Computer & Geoscience : 1259 – 1269.
- Loya Y. 1978. **Plotless and transect methods**. In: Monographs on Oceanic Methodology. Coral Reefs: Research Methods. DR. Stoddart and RE. Johannes (eds.). UNESCO Press, 5: 197-218.
- McNeely RN, Nelmanis VP, dan Dwyer L. 1979. **Water Quality Source Book, A Guide to Water Quality Parameter**. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa. Canada. 89 p.

- Mihardja DK dan Pranowo WS. 2001. **Kondisi Perairan Kepulauan Seribu**. Additional Technical Report. Pusat Penelitian Kepariwisata dan Pusat Penelitian Kelautan ITB. 35 hal.
- Nontji A. 2005. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan, Jakarta. 372 pp
- Pratasik SB. 1993. **Habitat Use and Seasonal Changes in the Relative Abundance of the Red Rock Crab, *Cancer Productus* in Indian Arm**. M.Sc Thesis, Simon Fraser, Burnaby University, Canada. 69 p.
- Rogers CS, Garrison G, Grober R, Hillis ZM, dan Franke MA. 1994. ***Coral Reef Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic***. Virgin Islands National Park. St. John. USVI 00830.
- Romimohtarto K dan Juwana S. 2001. **Biologi Laut, Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut**. Djambatan. Jakarta. 540 hal.
- Supriharyono. 2000. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Sutton M. 1983. **Relationships Between Reef Fishes and Coral Reefs**. In: *Perspectives on Coral Reefs* (Ed. D. J. Barnes). Australian Institute of Marine Sciences, Australia. p. 248 – 255.

