

KONDISI KESEHATAN TERUMBU KARANG BERDASARKAN KELIMPAHAN IKAN HERBIVORA DI KECAMATAN PULAU TIGA KABUPATEN NATUNA¹

(Coral reef health condition based on herbivorous fish density in Pulau Tiga Subdistrict, Natuna District)

Dedy Damhudy², M. Mukhlis Kamal³, dan Yunizar Ernawati³

ABSTRAK

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Kecamatan Pulau Tiga, Kabupaten Natuna, Provinsi Kepulauan Riau dari bulan April hingga Agustus tahun 2009. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesehatan terumbu karang dengan kondisi kelimpahan dan komposisi kelompok ikan-ikan herbivora yang secara tidak langsung dapat dijadikan sebagai bioindikator kesehatan ekosistem terumbu karang bila dilihat dari tingkat pemulihannya di Kecamatan Pulau Tiga. Metode yang digunakan adalah transek kuadrat yang dimodifikasi dengan transek garis menyinggung (*LIT*) untuk menentukan kondisi terumbu karang, pertumbuhan karang muda dan tutupan alga (*DCA*), sedangkan untuk penentuan struktur komunitas ikan herbivora menggunakan modifikasi transek garis menyinggung (*LIT*), transek kuadrat dan sensus visual ikan bawah air (*UVC*). Analisis yang digunakan adalah analisis ekologi standar, uji korelasi, regresi linear, dan analisis multivariate untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan ikan herbivora, alga (*DCA*), dan terumbu karang. Hasilnya menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di daerah tersebut masih berada dalam kondisi baik dengan rata-rata tutupan karang hidup sebesar 63,17%. Hasil analisis multivariate menunjukkan bahwa semakin tinggi kelimpahan ikan herbivora, maka tutupan karang hidup dan pertumbuhan karang muda meningkat dan menurunnya tutupan alga di ekosistem terumbu karang. Hasil uji korelasi, analisis multivariate, dan regresi linear (uji t-student) menunjukkan bahwa dari 24 spesies ikan herbivora yang terdata, terdapat tiga jenis ikan herbivora yang berperan dalam aktivitas *herbivori* dalam menjaga keseimbangan ekosistem terumbu karang di Kecamatan Pulau Tiga, antara lain *Chlorurus microrhinos*, *Scarus rivulatus*, dan *Siganus doliatus*.

Kata kunci: DCA (karang mati yang ditutupi alga), ikan herbivora, herbivori, kesehatan terumbu karang, pertumbuhan karang muda, Pulau Tiga

ABSTRACT

The research was carried out in Pulau Tiga Subdistrict, Natuna District of Riau Kepulauan Province from April to August 2009. This study was conducted to evaluate the health of coral reefs with the condition of abundance and composition of herbivorous fishes group that can be indirectly as bio-indicator of coral reef ecosystem health when viewed from the recovery level in Pulau Tiga Subdistrict. Thus, it is needed to know the relationship between the conditions of herbivorous fish with coral reef recovery rate. The methods used were modified square transect with line intercept transect (*LIT*) for determining the condition of coral reefs, growth of juvenil corals and algae cover (*DCA*), whereas for the determination of herbivorous fish community structure using modification of line intercept transect (*LIT*), square transect, and underwater fish visual census (*UVC*). The analysis used was standard ecological analysis, correlation, linear regression, and multivariate analysis to find the relationship between the abundance of herbivorous fish, algae (*DCA*), and coral reefs. The results showed that coral reefs ecosystem in the area are still in good condition with live coral cover average of 63,17%. The results of multivariate analysis can be stated that the higher the abundance of herbivorous fish, then live coral cover and growth of juvenile corals increasing, and decreasing algae cover on coral reef ecosystems. The results of correlation test, multivariate analysis, and linear regression (t-student test), show that from 24 species of herbivorous fish recorded then obtained three species of herbivorous fish that play a role in herbivory in stabilizing coral reefs ecosystem in Pulau Tiga Subdistrict, they are *Scarus rivulatus*, *Siganus doliatus*, and *Chlorurus microrhinos*.

Key words: coral growth, coral reef health, DCA (Dead Coral with Algae), herbivorous fish, herbivory, Pulau Tiga

¹ Diterima 8 Maret 2009 / Disetujui 27 Desember 2009.

² Dinas Kelautan dan Perikanan Kab. Natuna, Kepulauan Riau (Kasi Perizinan dan Pengendalian Usaha Perikanan).

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

PENDAHULUAN

Pulau Tiga sebagai salah satu kecamatan di Kabupaten Natuna merupakan kawasan yang didominasi oleh wilayah laut dengan sumberdaya laut yang sangat potensial, khususnya terumbu karang. Di sekitar kawasan terumbu karang, kegiatan penangkapan ikan telah dilakukan secara intensif oleh nelayan lokal dan nelayan luar dengan menggunakan bahan peledak (bom) dan beracun (bius/potas).

Penggunaan bom sudah cukup lama sejak tahun 1970-an, namun sudah hampir tidak ada lagi sejak tahun 2007. Sedangkan penggunaan bius/potas mulai berkembang awal tahun 1990-an. Tetapi seperti bom, penggunaan bius sudah jauh berkurang sejak tahun 2007 karena adanya pelarangan dari Program Rehabilitasi dan Pengelolaan Terumbu Karang (COREMAP) di daerah tersebut (CRITC COREMAP II - LIPI 2007). Konsekuensinya, ekosistem perairan yang telah dieksploitasi di daerah tersebut, membutuhkan waktu untuk melakukan pemulihan secara alami agar dapat mempertahankan dan mengembalikan kualitas dan kuantitas sumberdaya yang tersedia. Khusus untuk ekosistem terumbu karang, salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat pemulihannya adalah tersedianya substrat keras di suatu dasar perairan sebagai tempat penempelan larva hewan karang (Grimsditch & Salm 2006; Salm 2002).

Biota herbivora mempunyai pengaruh besar dalam menentukan laju penempelan larva hewan karang pada suatu substrat karena dapat mencegah terjadinya penutupan makroalga yang berlebihan terhadap substrat keras. Ikan herbivora akan selalu memakan berbagai jenis makroalga sehingga substrat akan selalu dalam kondisi bersih (Marshall & Schuttenberg 2006).

Untuk mengetahui kesehatan terumbu karang maka diperlukan suatu kajian dengan melihat kondisi kelimpahan dan komposisi golongan jenis-jenis ikan herbivora. Kondisi tersebut secara tidak langsung dapat menjadi bioindikator kesehatan ekosistem terumbu karang bila ditinjau dari tingkat pemulihannya di perairan Kecamatan Pulau Tiga.

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui kelimpahan

dan keanekaragaman jenis ikan herbivora, mengetahui hubungan antara struktur bentuk dan struktur komunitas ikan (ikan karang non-herbivora dan herbivora), mengetahui hubungan antara kondisi kelimpahan jenis-jenis ikan herbivora dengan tingkat pemulihan terumbu karang, dan merumuskan rekomendasi untuk arahan pengembangan pengelolaan ekosistem terumbu karang berbasis ekologi secara terpadu dan berkelanjutan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan pengelolaan ekologi terumbu karang dan ikan karang secara berkelanjutan dan konsep penangkapan ikan yang lestari bagi nelayan setempat.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Kecamatan Pulau Tiga Kabupaten Natuna Propinsi Kepulauan Riau. Waktu pelaksanaan penelitian dilaksanakan selama lima bulan, yaitu dimulai pada bulan April sampai dengan Agustus 2009.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei untuk mengumpulkan data primer dan data sekunder dengan penelusuran literatur (*desk study*). Data primer meliputi kualitas perairan, terumbu karang, pertumbuhan karang muda, persentase tutupan alga (DCA), dan ikan herbivore.

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari penelusuran pustaka, jurnal atau laporan penelitian, serta data yang telah tersedia di instansi pemerintah untuk melihat pengaruh beberapa aspek terhadap kondisi lingkungan di lokasi penelitian.

Analisis Data

Terumbu karang

Dari data yang diperoleh berdasarkan metode transek kuadrat dengan menggunakan kamera bawah air, kemudian dilakukan analisis persentase penutupan karang dengan menggunakan program analisis *Image-J*. Data kondisi penutupan terumbu karang yang diperoleh

kemudian dikategorikan berdasarkan Gomez & Yap (1988).

Nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominasi karang dihitung menurut rumus yang sama seperti halnya pada ikan herbivora, yaitu indeks keanekaragaman Shannon (Shannon diversity index = H') (Shannon 1948; Zar 1996), indeks keseragaman Pielou (Pielou's evenness index = E) (Pielou 1966; Zar 1996), dan indeks dominasi Simpson (Simpson's dominance index = C) (Simpson 1949).

Pertumbuhan karang muda

Analisis yang digunakan untuk menilai pertumbuhan karang muda adalah dengan menghitung persentase luas tutupan koloni karang muda menggunakan rumus perhitungan yang sama dengan analisis persentase penutupan karang.

Persentase tutupan alga dari kategori DCA (Dead Coral Algae)

Analisis yang digunakan dalam menghitung persentase penutupan alga kategori DCA adalah sama dengan analisis yang dilakukan untuk menghitung persentase penutupan karang.

Ikan herbivora

Jenis ikan herbivora yang akan diambil datanya adalah ikan dari suku Siganidae, Scaridae, dan Acanthuridae (Russ 1984). Pengambilan sampel ikan herbivora dilakukan dengan metode *line intercept transect (LIT)* yang didukung dengan metode *transek kuadrat* 10 m x 10 m. Dengan teknik *underwater fish visual census (UVC)* termodifikasi yang diadopsi dari English *et al.* (1994), ikan diamati dengan alat masker-snorkel di atas pita *roll meter* yang telah dibentangkan sepanjang 70 m sejajar dengan garis pantai di masing-masing stasiun pengamatan yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan perhitungan nilai frekuensi relatif kehadiran jenis, kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi, sebagai berikut:

1) Frekuensi relatif kehadiran jenis ikan herbivora

Frekuensi relatif kehadiran jenis ikan herbivora setiap stasiun dinyatakan dalam persentase yang dihitung menurut rumus:

$$FR_i \% = \frac{f_i}{n} \times 100$$

Keterangan:

f_i = jumlah kehadiran ikan herbivora jenis i yang dijumpai di setiap stasiun
 n = jumlah total stasiun/transek yang diamati

2) Kelimpahan jenis dan suku ikan herbivora

Kelimpahan jenis dan suku ikan herbivora dinyatakan dalam rerata jumlah individu ikan per Ha menurut jenis atau suku yang dihitung dengan rumus:

$$K_j = \left(\frac{\sum J_i}{n} \right) \times \frac{1}{0,035} \text{ atau } K_s = \left(\frac{\sum S_i}{n} \right) \times \frac{1}{0,035}$$

$\sum J_i$ atau $\sum S_i$ adalah jumlah individu ikan menurut jenis i atau suku i yang dijumpai di setiap stasiun (dalam 350 m²); dan n adalah jumlah total stasiun yang diamati.

3) Keanekaragaman jenis ikan herbivora

Kondisi keanekaragaman jenis ikan herbivora dinyatakan dalam indeks keanekaragaman Shannon (Shannon 1948; Zar 1996) yang dihitung dengan rumus:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i ; \text{ dengan } p_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

N_i = jumlah kehadiran individu jenis ke- i
 N = jumlah total kehadiran individu seluruh jenis.

4) Keseragaman jenis ikan herbivora

Kondisi keseimbangan individu dalam keseluruhan populasi ikan herbivora dinyatakan dalam indeks keseragaman Pielou (Pielou 1966; Zar 1996) yang dihitung dengan rumus:

$$E = \frac{H'}{H' \max} ; \text{ dengan } H' \max = \ln S$$

S adalah jumlah jenis.

5) Dominansi jenis ikan herbivora

Kondisi tingkat dominansi suatu jenis terhadap jenis yang lain dinyatakan dalam indeks dominansi Simpson (Simpson 1949) yang dihitung dengan rumus:

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

C = indeks dominansi

n_i = jumlah individu ke- i

N = total jumlah individu.

Hubungan antara struktur dasar dan struktur komunitas ikan

Untuk melihat pola pengelompokan dan sebaran ikan berdasarkan pola susunan biota dan substrat yang terbentuk di lokasi penelitian maka digunakan analisis multivariate, yaitu analisis komponen utama (PCA) dengan menggunakan program software XLSTAT 2009 versi 2.01.

Hubungan antara kelimpahan ikan herbivora, terumbu karang, dan alga (DCA)

Analisis yang digunakan untuk melihat hubungan variabel kelimpahan ikan herbivora, tutupan alga (DCA) dan kondisi terumbu karang (termasuk pertumbuhan karang muda) adalah analisis korelasi, analisis regresi linear, dan analisis multivariate terhadap beberapa hasil analisis kuantitatif. Beberapa analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan program software XLSTAT 2009 versi 2.01.

HASIL PENELITIAN

Ekosistem Terumbu Karang

Tutupan karang berdasarkan hasil pengamatan dan pengolahan data karang menunjukkan persentase tutupan karang hidup (*hard coral coverage*) antara 40,48-74,07% dengan rata-rata persentase tutupan sebesar 63,17%. Persentase rata-rata tutupan karang hidup tersebut berdasarkan Gomez & Yap (1988) menunjukkan bahwa ekosistem terumbu karang di daerah tersebut termasuk dalam kategori "baik".

Dari hasil analisis perhitungan nilai indeks keanekaragaman terumbu karang diperoleh nilai indeks tertinggi berada pada stasiun 4 (3,198) dan terendah pada stasiun 1 (2,024). Sejalan dengan indeks keanekaragaman, nilai indeks keseragaman terumbu karang yang tertinggi pada stasiun 4 (0,879) dan terendah diperoleh

pada stasiun 1 (0,814). Sebaliknya, berbeda dengan nilai indeks dominansi terumbu karang yang mana nilai indeks tertinggi pada stasiun 1 (0,197) dan terendah pada stasiun 4 (0,070).

Pertumbuhan Karang Muda

Hasil pengamatan di lapang dijumpai pertumbuhan beberapa koloni karang baru khususnya dari jenis yang lebih dominan seperti *Acropora*, *Porites*, *Pocillopora*, dan *Seriato-pora*. Namun demikian, pengamatan lebih difokuskan pada koloni karang muda dari jenis *Acropora*. Selain mempunyai tingkat sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan lingkungan perairan, *Acropora* juga memiliki tingkat pertumbuhan yang relatif lebih cepat dibandingkan karang dari jenis lainnya.

Jenis-jenis koloni karang *Acropora* muda yang dijumpai di lokasi penelitian juga menggambarkan spesies yang cukup beragam dan menunjukkan adanya keseimbangan di dalam ekosistem tersebut (**Tabel 1**). Karena kematian dalam skala besar dalam terumbu karang menurunkan kapasitasnya memproduksi benih, sehingga penting bagi karang yang sehat untuk menghasilkan larva yang kuat dan berlimpah untuk menjangkau karang yang mengalami penurunan dan kemudian menempel dan tumbuh (Nystrom & Folke 2001).

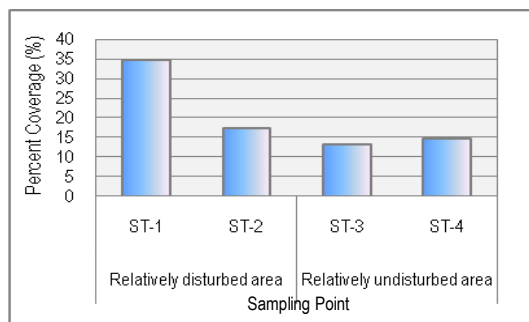
Tabel 1. Jumlah dan persentase tutupan pertumbuhan koloni karang muda genus *Acropora* di masing-masing stasiun penelitian

| Stasiun | Jumlah Koloni (koloni/100 m ²) | Rata-rata Diameter Koloni (cm) | Tutupan Koloni (%) |
|---------|--|--------------------------------|--------------------|
| ST-1 | 100 | 17.26 | 2.772 |
| ST-2 | 100 | 16.26 | 3.087 |
| ST-3 | 200 | 17.09 | 4.218 |
| ST-4 | 200 | 16.00 | 4.250 |

Persentase Tutupan Alga (DCA)

Hasil pengamatan dan pengolahan data terhadap karang mati yang ditutupi alga (DCA) diperoleh persentase tutupan alga antara 13,279-34,830% dengan rata-rata 20,083%. Tutupan tertinggi ditemukan pada stasiun 1 (34,830%) dan terendah pada stasiun 3 (13,279%) (**Gambar 1**).

Pada stasiun 1 yang mempunyai tingkat gangguan lebih besar (bom dan potasium/sianida), ditandai dengan tutupan DCA yang tertinggi. Gangguan yang ditimbulkan oleh bahan peledak dan bahan beracun tersebut akan menimbulkan kerusakan karang dalam waktu singkat dan dalam skala yang luas.



Gambar 1. Persentase tutupan karang mati yang ditutupi alga pada masing-masing stasiun di lokasi penelitian

Pada kondisi seperti ini sebagian karang yang tercemar bahan beracun akan mengalami pemucatan ataupun kematian, sedangkan dampak dari pengeboman mengakibatkan kerangka karang patah bahkan hancur, sehingga terumbu karang akan mengalami tekanan yang tinggi yang menyebabkan karang tidak mampu untuk beradaptasi normal dalam waktu yang relatif singkat.

Ikan Karang

Komposisi jenis dan suku ikan karang non-herbivora dan herbivora

Hasil analisis dengan sensus visual ikan (UVC) diperoleh total jumlah keseluruhan ikan karang, yaitu 4.055 ind dengan total kelimpahan rata-rata 28.964 ind/ha. Jenis ikan karang yang ditemukan secara keseluruhan berjumlah 73 spesies yang termasuk dalam 15 suku.

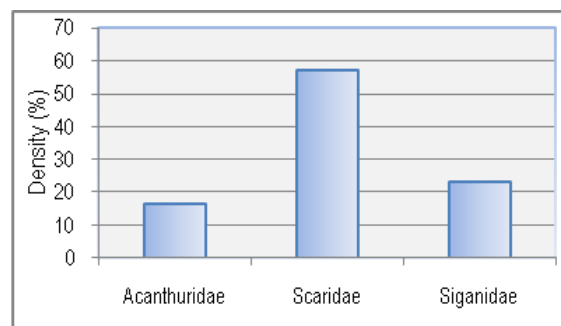
Kelimpahan jenis seluruh ikan karang ditinjau berdasarkan masing-masing stasiun penelitian secara umum menunjukkan adanya peningkatan jumlah ikan seiring dengan tingginya nilai tutupan karang hidup pada ekosistem terumbu karang. Hutomo & Adrim (1986); Hutomo (1987); Gomez *et al.* (1988) menyatakan bahwa korelasi positif terjadi

antara jumlah spesies ikan dan tutupan karang hidup pada ekosistem terumbu karang.

Kelimpahan jenis dan suku ikan herbivora

Jumlah jenis ikan herbivora yang diperoleh selama penelitian adalah sebanyak 24 spesies dari 3 suku (Acanthuridae, Scaridae, dan Siganidae). Dari jumlah 203 ind yang terdata, total rata-rata kelimpahan ikan herbivora di seluruh stasiun berjumlah 1.450 ind/ha atau 5,01% dari total kelimpahan ikan karang.

Berdasarkan perbandingan antara suku ikan herbivora, kelimpahan tertinggi adalah dari suku Scaridae (864 ind/ha) (57,35%), kemudian diikuti oleh Siganidae (350 ind/ha) (23,22%), dan Acanthuridae (236 ind/ha) (15,64%) (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase rata-rata kelimpahan suku ikan herbivora dari seluruh stasiun pengamatan di lokasi penelitian.

Kelimpahan ikan herbivora yang tinggi dari suku Scaridae menunjukkan bahwa ikan dari jenis kakak tua (*parrotfish*) memiliki peran yang lebih besar dalam ekosistem terumbu karang dan merupakan spesies dasar dari ikan herbivora (Grimsditch & Salm 2006). Secara umum, jumlah dan kelimpahan ikan herbivora meningkat seiring dengan peningkatan tutupan karang hidup pada masing-masing stasiun penelitian. Hal ini sesuai dengan fungsinya terhadap ekosistem terumbu karang dimana perannya sebagai pengontrol pertumbuhan alga sehingga sangat penting bagi pemulihan ekosistem terumbu karang.

Keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi ikan herbivora

Nilai indeks keanekaragaman ikan herbivora di seluruh lokasi penelitian berkisar antara 2,173-2,824, sedangkan nilai indeks keseragaman berkisar antara 0,847-0,959. Nilai indeks keanekaragaman dan keseragaman yang tertinggi keduanya berada pada stasiun 3 dan terendah pada stasiun 1. Sebaliknya nilai indeks dominansi yang berkisar antara 0,072-0,154 dengan nilai indeks tertinggi pada stasiun 1 dan terendah pada stasiun 3.

Keanekaragaman jenis ikan herbivora di masing-masing stasiun merata dan tidak ada yang mendominasi, artinya keberadaan ikan herbivora relatif stabil. Keberadaan ikan herbivora yang relatif stabil tersebut dikarenakan ikan-ikan dari jenis ini bukan merupakan target utama bagi nelayan setempat. Selain itu, didukung pula oleh implementasi kawasan konservasi yang berdampak pada peningkatan jumlah ikan karang dan khususnya ikan herbivora.

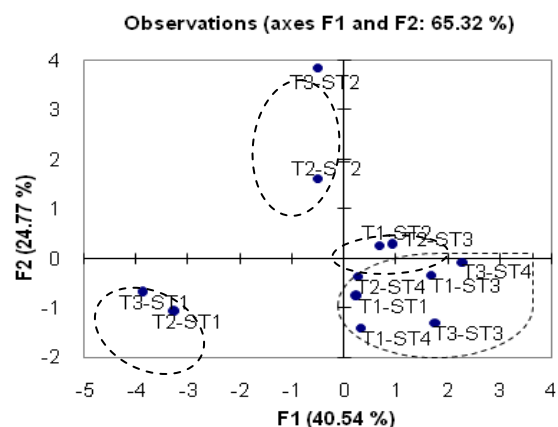
Hubungan antara Struktur Bentik dan Struktur Komunitas Ikan

Jika ditinjau berdasarkan tipe habitatnya (**Gambar 3**) dan struktur komunitas ikan (**Gambar 4**) ternyata terdapat hubungan antara keduanya, struktur komunitas ikan mengelompok berdasarkan struktur substrat dasar ekosistem terumbu karang dan tutupan karang hidup di daerah tersebut. Aktani (2003) yang melakukan penelitian di Kepulauan Seribu menyatakan ada hubungan antara struktur komunitas ikan dan kategori bentuk pertumbuhan karang. Komunitas ikan terbagi menurut komposisi kelompok dasar dan kategori bentuk pertumbuhan karang. Sedangkan menurut Wagiyono & Prahoro (1994); Gabriele (1998); Hodijah & Bengen (1999); dan Suharti *et al.* (1999) menyatakan ada hubungan positif antara keberadaan karang hidup, penutupan karang hidup, serta bentuk pertumbuhan karang terhadap jenis dan kelimpahan ikan karang.

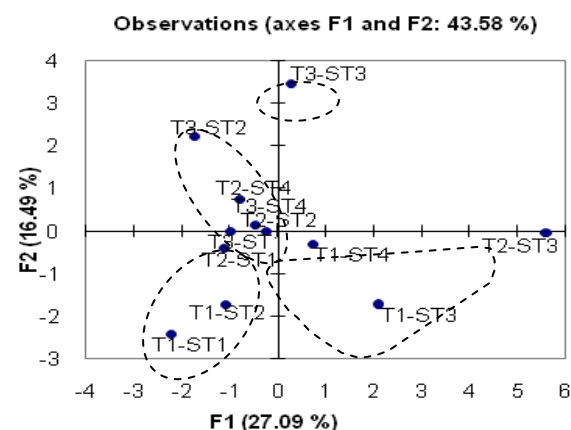
Hubungan antara Kelimpahan Ikan Herbivora, Terumbu Karang, dan Tutupan Alga (DCA)

Karakteristik ini menjelaskan bahwa alga berkorelasi negatif terhadap kelimpahan ikan herbivora, tutupan karang hidup, dan pertumbuhan karang muda. Semakin tinggi kelimpahan

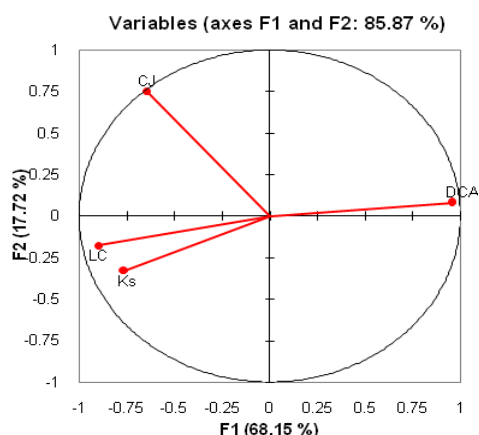
ikan herbivora, tutupan karang hidup dan pertumbuhan karang muda maka semakin menurun tutupan alga di ekosistem terumbu karang (**Gambar 5**). Sandin *et al.* (2008) menyatakan bahwa korelasi negatif tercatat antara biomassa dari ikan herbivora dan *fleshy algae*, yang konsisten dengan model pengendalian *top-down fleshy algae* oleh hewan herbivora melewati gradien besar dari biomassa ikan. Hoey & Bellwood (2008) menyatakan bahwa ikan-ikan herbivora merupakan kelompok fungsional kunci di terumbu karang. Ikan ini adalah pusat penghubung dalam kapasitas karang untuk menahan fase pergeseran dan beregenerasi setelah gangguan.



Gambar 3. PCA-plot kategori biota dan substrat di lokasi penelitian (T= transek, ST= stasiun).



Gambar 4. PCA-plot distribusi ikan berdasarkan jumlah individu suku ikan karang non-herbivora dan herbivora di lokasi penelitian (T=transek, ST=stasiun).



Gambar 5. Grafik korelasi antara kelimpahan ikan herbivora (Ks) terhadap tutupan karang hidup (LC), pertumbuhan karang muda (CJ), dan alga (DCA).

Namun demikian, Paddock & Cowen (2006) juga berpendapat bahwa variasi spasial dalam konsumsi alga didorong oleh perbedaan dalam komposisi spesies ikan herbivora, kepadatan, dan struktur ukuran di antara tipe-tipe karang.

Hasil analisis korelasi dan regresi linear (uji t-student) didapat tiga jenis ikan herbivora yang berperan dalam aktivitas *herbivori* dalam menjaga keseimbangan ekosistem terumbu karang di Kecamatan Pulau Tiga, antara lain *Chlorurus microrhinos*, *Scarus rivulatus*, dan *Siganus doliatus* (Tabel 2).

Dari 24 spesies ikan herbivora yang terdata di lokasi penelitian, terseleksi tiga jenis ikan yang memiliki hubungan kelimpahan yang signifikan terhadap tutupan karang hidup dengan korelasi positif, yaitu *C. microrhinos* ($t_{hit} (2,813) > t_{tab} (2,228)$, $P=0,018$), *S. rivulatus* ($t_{hit} (2,418) > t_{tab} (2,228)$, $P=0,036$), dan *S. doliatus* ($t_{hit} (3,846) > t_{tab} (2,228)$, $P=0,003$). Kemudian, kelimpahan tiga jenis ikan tersebut juga memiliki hubungan yang signifikan terhadap tutupan alga (DCA) dengan korelasi negative, yaitu *C. microrhinos* ($t_{hit} (2,288) > t_{tab} (2,228)$, $P=0,045$), *S. rivulatus* ($t_{hit} (2,349) > t_{tab} (2,228)$, $P=0,041$), dan *S. doliatus* ($t_{hit} (2,813) > t_{tab} (2,228)$, $P=0,018$).

Tabel 2. Korelasi dan uji t-student antara kelimpahan spesies ikan herbivora, persentase tutupan karang hidup, dan tutupan alga (DCA) (n=12)

| Spesies | Tutupan Karang Hidup | | |
|-----------------------|----------------------|-------------|--------|
| | r | t hit>t tab | P<0,05 |
| <i>C. microrhinos</i> | 0,665 | 2,813 | 0,018 |
| <i>S. rivulatus</i> | 0,607 | 2,418 | 0,036 |
| <i>S. doliatus</i> | 0,772 | 3,846 | 0,003 |

| Spesies | Tutupan Alga (DCA) | | |
|-----------------------|--------------------|-------------|--------|
| | r | t hit>t tab | P<0,05 |
| <i>C. microrhinos</i> | -0,586 | 2,288 | 0,045 |
| <i>S. rivulatus</i> | -0,596 | 2,349 | 0,041 |
| <i>S. doliatus</i> | -0,665 | 2,813 | 0,018 |

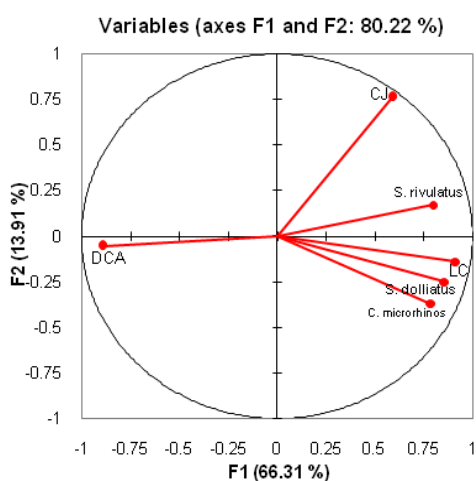
Penyebaran yang terbentuk menunjukkan bahwa tutupan karang hidup, pertumbuhan karang muda, dan DCA di daerah tersebut sangat dipengaruhi oleh jumlah kelimpahan jenis ikan *C. microrhinos*, *S. rivulatus*, dan *S. doliatus* (Gambar 6). Semakin tinggi dan merata sebaran kelimpahan jenis ikan-ikan tersebut maka semakin menambah tutupan karang hidup dan sebaliknya semakin rendah tutupan alga (DCA) pada ekosistem terumbu karang di Kecamatan Pulau Tiga sehingga meningkatkan kesehatan karang.

Menurut Bonaldo & Bellwood (2009) yang melakukan penelitian di terumbu karang dekat pantai di Great Barrier Reef menyatakan bahwa spesies-spesies ini merupakan jenis ikan kakak tua yang paling banyak mengikis dan menggali spesies karang. Pamarutan oleh *S. rivulatus* lebih kecil pada daerah dan pada volumenya dan lebih cepat terisi oleh alga daripada *C. microrhinos*. Namun, karena tingginya kelimpahan dan frekuensi makan *S. rivulatus* di lokasi tersebut, spesies ini memiliki tingkat penghapusan alga yang lebih tinggi dari *C. microrhinos*. Spesies-spesies ini tampaknya memainkan peran fungsional yang sangat berbeda dalam membentuk komunitas dasar di dekat pantai GBRs.

Kemudian, Bellwood & Choat (1990) menyatakan bahwa di Indo-Pasifik, salah satu pengikis utama, *C. microrhinos* mempunyai pola memakan yang khusus, dengan pengikisan yang besar pada substrat yang ditutupi alga epilithik di perairan dangkal, dekat tebing karang. Sementara itu, Bellwood *et al.* (2006) yang melakukan penelitian di Pioner Bay, Orpheus Island GBR memberikan pernyataan bahwa dari 43 spesies ikan karang herbivora yang ada di area tersebut, hanya dua yang memakan secara signifikan terhadap makroalga,

dua spesies yang paling melimpah, *S. rivulatus* dan *S. doliatus*. Kedua spesies tersebut memakan dalam jumlah kecil dan mungkin memakan di material epiphytik daripada *Sargassum*.

Pemulihan karang yang efektif adalah pemulihan yang dilakukan secara alami. Namun membutuhkan waktu yang relatif lama, bertahun-tahun bahkan puluhan dan ratusan tahun. Pemulihan alami bagi ekosistem terumbu karang harus didukung oleh kesehatan terumbu karang itu sendiri.



Gambar 6. Grafik korelasi antara kelimpahan spesies ikan herbivora (*C. microrhinos*, *S. rivulatus* dan *S. doliatus*) terhadap tutupan karang hidup (LC), pertumbuhan karang muda (CJ), dan alga (DCA)

Untuk mewujudkan suatu kondisi terumbu karang yang sehat harus didukung oleh faktor-faktor ekologi yang utama, yaitu faktor fisika, kimia, dan biologi. Salah satu faktor biologi tersebut adalah peran dan fungsi ikan herbivore dalam mengontrol pertumbuhan alga karena sebagai sumber makanan utamanya adalah alga. Ikan herbivora dan bulu babi (*sea urchin*) meningkatkan pemulihan karang dengan cara mencegah pergeseran dari terumbu yang didominasi karang menjadi terumbu yang didominasi alga dengan mengendalikan pertumbuhan alga dan membiarkan penempelan karang muda yang tumbuh lebih lambat daripada alga yang pertumbuhannya lebih cepat (Grimsdith & Salm 2006).

Berdasarkan keadaan di lapang dan analisis terhadap variabel-variabel yang diamati, dapat dinyatakan bahwa keberadaan ikan herbivora di Kecamatan Pulau Tiga sangat mendukung untuk proses penyediaan substrat dasar bagi pertumbuhan koloni karang baru sehingga akselerasi pemulihan karang yang berdampak pada kesehatan ekosistem terumbu karang dapat terimplementasi dengan baik.

Implikasi Pengelolaan Terumbu Karang

Ekosistem terumbu karang sangat rentan terhadap perubahan-perubahan lingkungan baik secara alami maupun akibat dari aktivitas manusia. Pada skala lokal, gangguan dan tekanan lebih banyak disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar wilayah perairan. Pengelolaan ekosistem terumbu karang sangat penting dan sudah seharusnya lebih serius dilakukan oleh pengelola di daerah baik masyarakat maupun pemerintah, mengingat fungsinya sebagai penopang bagi kehidupan masyarakat luas.

Atas dasar permasalahan dan kenyataan yang ditemukan di Perairan Kecamatan Pulau Tiga, Kabupaten Natuna, maka perlu dilakukan beberapa langkah strategi pengelolaan terumbu karang yang meliputi:

- 1) Melakukan pelarangan terhadap praktek penangkapan ikan yang merusak lingkungan

Pemanfaatan sumberdaya perairan yang merusak lingkungan selalu memberikan dampak penurunan terumbu karang yang sangat luas dalam waktu yang cukup singkat untuk skala lokal. Praktek-praktek seperti ini telah berlangsung lama dan terbukti mengancam keberadaan terumbu karang dan organisme di dalamnya, sehingga sangat dilarang dan penting untuk ditiadakan.

Untuk itu, perlu dilakukan peningkatan pengawasan berkala oleh masyarakat dan aparat setempat dalam upaya menghentikan praktek pengeboman dan pembiusan ikan, pengaturan dan pembatasan penggunaan alat tangkap yang disesuaikan pada zona-zona penangkapan, dan mendukung penggunaan alat tangkap yang bersifat tradisional dan lestari.

2) *Mempertahankan kualitas perairan yang mendukung kesehatan dan pertumbuhan terumbu karang*

Kualitas perairan sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia dari daratan, sehingga perlu dipertahankan dengan cara melarang pembuangan limbah dan sampah ke perairan laut. Selain itu, reklamasi pantai juga perlu ditiadakan karena dapat menurunkan kualitas perairan melalui peningkatan kekeruhan perairan dan sedimentasi di dasar perairan.

Kualitas perairan sangat penting bagi kehidupan terumbu karang dan organisme lainnya dalam menjaga keseimbangan dan kestabilan ekosistem terumbu karang. Kualitas perairan yang buruk dapat memicu pertumbuhan alga dan organisme pesaing karang lainnya sehingga semakin menekan pertumbuhan karang.

3) *Mempertahankan dan meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman ikan-ikan herbivora.*

Keberadaan ikan-ikan herbivora sangat penting untuk mendukung kesehatan terumbu karang karena merupakan salah satu faktor biologi utama yang membantu proses pemulihan terumbu karang. Ikan herbivora merupakan spesies kunci yang dapat membatasi pertumbuhan alga (mikroalga dan makroalga).

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu upaya untuk memelihara, mempertahankan, dan meningkatkan komposisi jumlah dan struktur komunitas ikan herbivora dengan cara melakukan pembatasan penangkapan ikan-ikan tersebut. Selain itu, perlu dikembangkan pengelolaan kawasan konservasi laut daerah sebagai upaya pengendalian keseimbangan ikan-ikan karang dalam konteks jaringan makanan (*trophic level*).

4) *Pelarangan pengambilan karang hidup dan karang mati*

Karang hidup dari jenis karang batu merupakan substrat dasar yang menjadi penyusun utama pada ekosistem terumbu karang. Penilaian baik dan buruknya kondisi terumbu karang adalah berdasarkan luas dan keanekaragaman jenis dari pertumbuhan karang tersebut.

Pengambilan batu karang hidup maupun mati yang biasanya dilakukan untuk kebutuhan material bangunan dapat menyebabkan ancaman bagi ekosistem terumbu karang. Karang hidup yang diambil tentunya identik dengan merusak dan mematikan karang. Hal tersebut dapat menyebabkan kepunahan dan kehilangan keanekaragaman jenis karang. Pengambilan karang yang telah mati dapat menyebabkan proses pemulihan karang menjadi terganggu, karena karang yang telah mati dibutuhkan untuk media penempelan dan pertumbuhan karang-karang baru. Keutuhan susunan substrat dasar ekosistem terumbu karang sangat penting untuk dipertahankan dengan melakukan pelarangan pengambilan batu karang yang masih hidup dan pembatasan pengambilan batu karang mati dalam jumlah besar.

5) *Melakukan rekayasa lingkungan*

Rekayasa lingkungan merupakan suatu upaya yang dapat dilakukan dimulai dengan pengelolaan kawasan pada skala terbatas atau kawasan percontohan. Kawasan-kawasan percontohan tersebut diharapkan dapat berkembang luas meliputi beberapa daerah dalam skala regional.

Rekayasa lingkungan perairan khususnya ekosistem terumbu karang dapat dilakukan dengan cara rehabilitasi dan restorasi terumbu karang. Rehabilitasi dan restorasi terumbu karang diharapkan dapat memulihkan dan mengembalikan terumbu karang kembali mendekati ke keadaan semula, sehingga terjadi keseimbangan dan kestabilan ekosistem. Selain itu, pengembalian dan pengayaan ekosistem terumbu karang melalui transplantasi dan terumbu karang buatan dapat dilakukan bagi kawasan-kawasan yang telah mengalami kerusakan yang cukup tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- 1) Komposisi jenis ikan herbivora di Kecamatan Pulau Tiga terdiri dari suku Acanthuridae yang berjumlah 236 ind/ha (15,64%), Scaridae 864 ind/ha (57,35%), dan Siganidae 350 ind/ha (23,22%). Jumlah jenis keseluruhan ikan herbivora

yang dijumpai menunjukkan keanekaragaman yang merata dan relatif stabil, yaitu sebanyak 24 spesies yang terdiri dari suku Acanthuridae 7 spesies, Scaridae 12 spesies, dan Siganidae 5 spesies.

- 2) Tipe habitat yang terbentuk memiliki peranan yang penting dalam hubungannya dengan pola pembentukan struktur komunitas ikan (ikan karang non-herbivora dan herbivora). Struktur komunitas ikan mengelompok berdasarkan pembentukan struktur substrat dasar dan tutupan karang hidup pada ekosistem terumbu karang.
- 3) Kelimpahan ikan herbivora berkorelasi positif terhadap persentase penutupan karang hidup dan berkorelasi negatif terhadap tutupan alga (DCA). Kelimpahan ikan herbivora diindikasikan mempengaruhi kesehatan terumbu karang. Kelimpahan spesies ikan herbivora yang berpengaruh nyata terhadap penutupan karang hidup dan penutupan alga (DCA) adalah *C. microrhinos*, *S. rivulatus*, dan *S. doliatus*.
- 4) Implikasi bagi pengelolaan terumbu karang di Kecamatan Pulau Tiga dengan melakukan: a) pelarangan terhadap praktek penangkapan ikan yang merusak lingkungan; b) mempertahankan kualitas perairan yang mendukung kesehatan dan pertumbuhan terumbu karang; c) mempertahankan dan meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman ikan-ikan herbivora; d) pelarangan pengambilan karang hidup dan karang mati; dan e) rekayasa lingkungan

Saran

- 1) Perlu dilakukan upaya peningkatan kesehatan ekosistem terumbu karang di perairan Kecamatan Pulau Tiga yang dapat dilakukan dengan cara pengelolaan perikanan yang lestari dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman ikan herbivora, serta mempertahankan kualitas perairan.
- 2) Melakukan penelitian lanjutan tentang kesehatan ekosistem terumbu karang dengan menambah variabel pengamatan,

yaitu pengaruh eutrofikasi dan sedimentasi dalam kaitannya dengan pertumbuhan beberapa jenis makroalga dan terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia melalui Program COREMAP Fase II ADB yang telah membiayai program sekolah pascasarjana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktani U. 2003. **Fish communities as related to substrate characteristics in the coral reef of the Kepulauan Seribu Marine National Park, Indonesia, five years after stopping blast fishing practises.** Dissertation. 101 p.
- Bellwood DR, Hughes TP, & Hoey AS. 2006. **Sleeping functional group drives coral-reef recovery.** *Current Biology* 16: 2434–2439.
- Bellwood DR & Choat JH. 1990. **A functional analysis of grazing in parrotfishes (family Scaridae): the ecological implications.** *Environmental Biology of Fishes* 28: 189-214.
- Bonaldo RM & Bellwood DR. 2009. **Dynamics of parrotfish grazing scars.** *Mar Biol* 156: 771–777.
- English S, Wilkinson C, & Baker V. 1994. **Survey Manual for Tropical Marine Resources.** Townsville. Australian Institute of Marine Science. 390 p.
- Gabrie C. 1998. **State of Coral Reefs: in French Overseas Department and Territories Ministry of Spatial Planning and Development.** French. State Secretariat for Overseas Affairs.
- Gomez ED & Yap HT. 1988. **Monitoring reef condition** In: Kenchington, R.A. and Brydget ET. Hudson (eds.). *Coral Reef Management Hand Book.* Unesco Regional Office for South East Asia. Jakarta. 171-178 p.
- Gomez ED, Licuanan WY, & Hilomen VV. 1988. **Reef fish benthos correlation in the northwestern Phillipine.** Proceeding of 6th international coral reef symposium, Australia 3: 245-249.
- Grimsditch GD & Salm RV. 2006. **Coral Reef Resilience and Resistance to Bleaching.** IUCN, Gland, Switzerland. 52 p.
- Hodijah SN & Bengen DG. 1999. **Asosiasi antara komunitas ikan karang dan bentuk partumbuhan karang (lifeform) karang di Taman Laut**

- 17 Pulau Riung, Ngada, Flores, NTT** (Abstrak). Di dalam: *Lokakarya Pengelolaan dan IPTEK Terumbu Karang Indonesia*. Jakarta: LIPI. COREMAP.
- Hoey AS & Bellwood DR. 2008. **Cross-shelf variation in the role of parrotfishes on the Great Barrier Reef**. *Coral Reefs* 27: 37–47.
- Hutomo M & Adrim M. 1986. **Distribution of reef fish along transects in Bay on Jakarta and Kepulauan Seribu**. Diponegoro University, Jepara, and National Institute of Oceanology, Jakarta, Indonesia, May 1985. *UNESCO Reports in Marine Science* 40:135-156.
- Hutomo M. 1987. **Coral fish resources and their relation to reef condition: some case studies in Indonesia waters**. Proceeding of the symposium in coral reef management in Southeast Asia. *BOTROP Special Publication* 29:67-81.
- Marshal P & Schuttenberg H. 2006. **A reef manager's guide to coral bleaching**. Great Barrier Reef Marine Park Authority.
- Nystrom M & Folke C. 2001. **Spatial resilience of coral reefs**. *Ecosystems* 4: 406-417.
- Paddack MJ & Cowen RK. 2006. **Grazing pressure of herbivorous coral reef fishes on low coral-cover reefs**. *Coral Reefs* 25: 461–472
- Pielou EC. 1966. **The measurement of diversity in different types of biological collections**. *J. Theoret. Biol.* 13: 131-144.
- Russ GR. 1984. **Distribution and abundance of herbivorous grazing fishes in the central Great Barrier Reef. I. Levels of variability across the entire continental shelf**. *Marine Ecology Progress Series* 20:23–34.
- Salm RV. 2002. **Building survivability into Marine Protected Area Networks**. The Nature Conservancy.
- Sandin SA, Sampayo EM, & Vermeij MJA. 2008. **Coral reef fish and benthic community structure of Bonaire and Curacao, Netherlands Antilles**. *Caribbean Journal of Science*, 44 (2): 137-144.
- Shannon CE. 1948. **A mathematical theory of communication**. *Bell System Tech. J.* 27: 379-423, 623-656.
- Simpson EH. 1949. **Measurement of diversity**. *Nature, Lond.* 163: 688.
- Suharti SR, Elwin F, & Long BG. 1999. **Komunitas Ikan di Daerah Terumbu Karang Perairan Senayang-Lingga, Kepulauan Riau**. Di dalam: *Kumpulan Abstrak Lokakarya Pengelolaan dan IPTEK Terumbu Karang Indonesia*. Jakarta: LIPI. COREMAP.
- Wagiyo K & Prahoro P. 1994. **Pengaruh kondisi karang terhadap komunitas ikan hias di Kepulauan Karimunjawa**. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* 92: 27-36.
- Zar JH. 1996. **Biostatistical Analysis**. Second edition. New Jersey. Prentice-Hall Int. Inc. 662p.

