



**KETERKAITAN ANTARA SISTEM ZONASI DENGAN DINAMIKA
STATUS EKOSISTEM TERUMBU KARANG DI TAMAN NASIONAL WAKATOBI**

***RELATIONSHIP BETWEEN THE WAKATOBI NATIONAL PARK ZONATION SYSTEM AND
DYNAMICS OF CORAL REEF ECOSYSTEM CONDITION***

**Fikri Firmansyah^{a*}, Adib Mustofa^a, Estradivari^a, Adrian Damora^a, Christian Handayani^a,
Gabby Ahmadi^b, Jill Harris^b, Amkietiel^a, Klaas J. Teule, Sugiyanta^c, Veda Santiadji^a, Anton
Wijonarno^a, Muhammad Yusuf^a**

^a WWF - Indonesia

^b WWF - USA

^c WWF - SESS Program

E-mail: ffirmansyah-temp@wwf.id

ABSTRACT

The zonation can be evaluated by observing changes in ecosystem and social status in Wakatobi National Park (Taman Nasional Wakatobi – TNW). Coral reef ecosystem is one of the parameters indicating the effectiveness of zonation system. This study grouped TNW zones into No Take Zone (NTZ – area larang ambil; ZI, ZPB, ZPr) and use zone (UZ – area pemanfaatan; ZPL, ZPU) to determine impact of zonation implementation between 2009 – 2016 on coral reef ecosystem. Three parameters (benthic coverage, fish abundance and fish biomass) were determined by Point Intercept Transect (PIT) and underwater visual census (UVC) methods and all of these data were tested using two-way ANOVA. Hard coral coverage fluctuated between 19 – 32% however, NTZ and UZ had no significant hard coral cover differences ($F=2,182$, $df=1$, $P=0,14$). Abundance of carnivour fish ($F=0,53$, $df=1$, $P=0,46$) and herbivour fish ($F=1,98$, $df=1$, $P=0,17$) were similar between those two zones. Fish bombing and poisoning were two major threats until 2007. However, sand mining and waste management has overcome two previous major threats by 2017. Zonation system and its implementation can be one of mangement effectiveness indicators. Support Wakatobi National Park Authority, it is recommended to apply harvest control rules (HCR), regular patrol and monitoring and stakeholders capacity buiding.

Keywords: *Benthic cover, fish abundance, fish biomass*

ABSTRAK

Evaluasi zonasi dapat dilakukan dengan melihat perubahan yang terjadi pada kondisi ekosistem dan sosial yang terjadi di Taman Nasional Wakatobi (TNW). Salah satunya dengan melihat kondisi ekosistem terumbu karang Waktobi dalam kurun waktu tertentu. Studi ini membagi Enam zona TNW menjadi dua area yaitu area larang ambil (ZI, ZPB, ZPr) dan area pemanfaatan (ZPL, ZPU) dengan tujuan mengukur dampak sistem zonasi yang berlaku di TNW antara tahun 2009 – 2016 terhadap ekosistem terumbu karang. Tiga parameter yaitu persentase penutupan substrat/bentik, kelimpahan dan biomassa ikan diukur dengan menggunakan metode transek garis menyinggung (PIT) dan underwater visual census (UVC). Data-data tersebut kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan two-way ANOVA untuk mengetahui signifiansi perbedaan yang ada. Berdasarkan analisis tersebut, diketahui bahwa kondisi habitat terumbu karang berubah dalam kurun waktu tersebut (tutupan karang keras antara 19 – 32%), area pemanfaatan dan area larang ambil memiliki rata-rata tutupan karang keras yang tidak berbeda signifikan ($F=2,182$, $df=1$, $P=0,14$). Kelimpahan ikan karnivor ($F=0,53$, $df=1$, $P=0,46$) dan herbivor ($F=1,98$, $df=1$, $P=0,17$) tidak berbeda nyata di kedua kategori area. Pengeboman dan pembiusan ikan merupakan dua ancaman terbesar di TNW sampai di tahun 2007. Namun saat ini (2016), penambangan pasir dan pengelolaan sampah menjadi isu terbesar. Efektivitas pengelolaan yang tertuang dalam wadah zonasi dapat tercermin salah satunya dari status sosial dan ekosistem kurun waktu tertentu. Mendukung pengelolaan TNW, direkomendasikan beberapa hal diantaranya menerapkan pengendalian hasil tangkapan, melakukan patroli reguler dan meningkatkan kapasitas masyarakat.

Kata kunci: Penutupan bentik, Kelimpahan ikan, Biomassa ikan

1. PENDAHULUAN

Wakatobi merupakan salah satu taman nasional dan cagar biosfer (UNESCO, 2012) yang ada di Indonesia. Dua hal tersebut menunjukkan bahwa Wakatobi memiliki peran yang sangat penting atau strategis di wilayah Timur Indonesia. Hal ini sesuai dengan pendapat Turak (2003) yang menyebut Wakatobi sebagai *biodiversity hotspot* yang memiliki fungsi sebagai pemasok larva untuk sumber daya ikan (SDI) dan keanekaragaman hayati laut (KHL).

Jumlah penduduk Wakatobi di tahun 2015 mencapai 94.985 (BPS, 2016) dan sektor perikanan menjadi sumber utama (94%) mata pencaharian utama masyarakatnya. Besarnya potensi kelautan dan perikanan dapat terindikasi dengan besarnya jumlah penduduk yang menggantungkan hidupnya di sektor ini. Oleh karena itu sebuah bentuk pengelolaan atau perlindungan mutlak diperlukan di wilayah ini agar sumber daya yang ada dapat tetap lestari dan sumber mata pencaharian masyarakat dapat terus terjaga.

Proses pengelolaan perairan Wakatobi telah dimulai sejak tahun 1987 melalui survei penilaian potensi sumber daya lautnya. Lima belas tahun kemudian wilayah ini ditetapkan sebagai Taman Nasional oleh Menteri Kehutanan melalui SK. Menhut RI No. 6186/Kpts-II/2002 dengan luas 1,39 juta hektar. Penerapan zonasi baru dilakukan pada tahun 2007 setelah melalui berbagai proses, termasuk konsultasi publik (SK. 149/IV-KK/2007) (TNW, 2016). Zonasi baru ini merupakan sebuah kesepakatan mulai dari tingkat masyarakat hingga pemerintah pusat yang berkomitmen untuk menjamin pelestarian sumberdaya alam hayati sekaligus menjaga keberlangsungan perekonomian masyarakat dan pembangunan ekonomi Kabupaten Wakatobi (WWF-ID, 2007).

Penerapan zonasi telah berlangsung selama satu dekade. Oleh karena itu diperlukan kajian mendalam untuk mengevaluasi kondisi dan perubahan yang terjadi terkait dengan dampak dari penetapan zonasi. Salah satunya dengan mengkaji dampak yang terjadi terhadap ekosistem. Studi ini berusaha merefleksikan (1) sejauh mana pengelolaan Taman Nasional Wakatobi (TNW) memberikan dampak terhadap ekosistem pesisir dan (2) keefektifan sistem zonasi dan regulasi yang berlaku di TNW. Hasil dari kajian dapat digunakan oleh pengelola dan mitra sebagai dasar menentukan prioritas tindakan pengelolaan dan revisi rencana pengelolaan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Data ikan karang diperoleh dengan metode *Underwater Visual Census* (UVC) dimana setiap ikan yang melewati batas *belt transect* (5 x 50 m) dicatat jenis, jumlah dan ukurannya (cm) di kedalaman 10 m. Ikan dibagi menjadi dua kategori ukuran yaitu ikan kecil (10-35 cm) dan ikan besar (>35 cm). Data bentik diperoleh dengan mencatat setiap kategori bentik yang bersinggungan dengan transek dengan interval poin 50 cm. Tiga buah transek digunakan untuk merepresentasikan tiga sampel atau ulangan data.

Analisa data dilakukan dengan menghitung persentase penutupan tiap kategori bentik pada tiap sampel sehingga diperoleh tujuh variabel untuk tujuh kategori bentik (Persamaan 1). Status pengelolaan (*No take zone* (NTZ) dan *use zone* (UZ)) dan tahun dijadikan sebagai faktor yang diprediksi mempengaruhi kondisi bentik untuk mengukur dampak pengelolaan. Persentase penutupan bentik rata-rata dihitung untuk tiap tahun dan status pengelolaan sehingga diperoleh gambaran dinamika atau pola perubahan kondisi bentik.

Data jumlah dan ukuran ikan di-analisa berdasarkan famili dan kategorinya untuk memperoleh nilai kelimpahan (Persamaan 2) dan biomassa (Persamaan 3). Famili ikan karang yang dianalisa terdiri dari Lutjanidae (kakap), Serranidae (kerapu) dan Haemulidae (bibir tebal) yang mewakili kelompok ikan ekonomis penting sedangkan Acanthuridae (butana), Scaridae (kakatua) dan Siganidae (baronang) yang mewakili kelompok ikan fungsional (Obura & Grimsditch, 2009).

Variasi bentuk, kelimpahan dan biomassa diuji secara statistik dengan menggunakan metode *Two-way ANOVA*. Uji ini dilakukan untuk melihat signifikansi atau perbedaan yang ada antar zona, tahun dan interaksi antar keduanya.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Variasi Penutupan Bentuk

Kondisi terumbu karang relatif stabil dari tahun ke tahun di TNW. Kategori

Persamaan 1:

$$\% \text{penutupan} = \frac{\text{jumlah titik per kategori}}{\text{jumlah total titik dari suatu transek}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

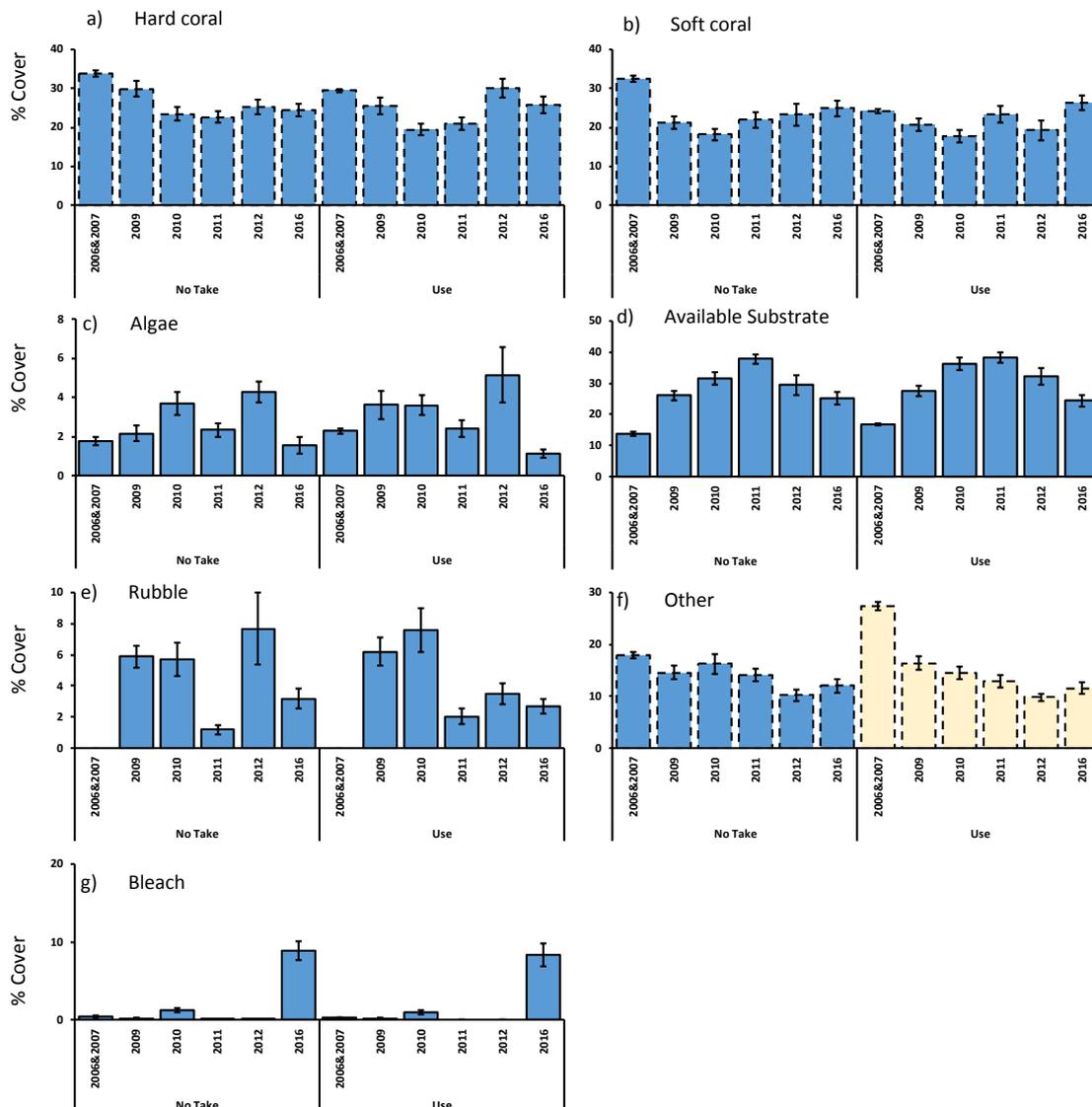
Persamaan 2 dan 3:

$$\text{Kelimpahan} = \frac{ni}{A} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Biomassa} = aTL^b \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan: ni: jumlah ikan famili ke-I atau kategori ke-i; A: luas transek; TL: panjang total ikan; a: konstanta a; b: konstanta b.

karang keras berfluktuasi antara 19 – 32 % dari tahun 2009 – 2016. Namun, tidak ada perbedaan yang signifikan antar waktu dan status pengelolaan yang berbeda (Gambar 1) untuk kategori karang keras. Perbedaan signifikan antar zona hanya ditemukan untuk kategori *other* sedangkan perbedaan signifikan antar tahun ditemukan untuk kategori *algae*, *rubble* dan *bleached coral*. Kategori *available substrate*, mengalami penurunan sejak tahun 2011 di kedua status pengelolaan, sebaliknya terjadi peningkatan penutupan karang lunak sejak tahun 2010 hanya di NTZ (Gambar 1). *Rubble* menurun signifikan dalam lima tahun terakhir baik dalam no take zone (NTZ) maupun use zone (UZ) (Gambar 1). Penurunan *rubble* dapat mengindikasikan bahwa kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh bom, jangkar atau kerusakan fisiknya berkurang dalam beberapa tahun terakhir.

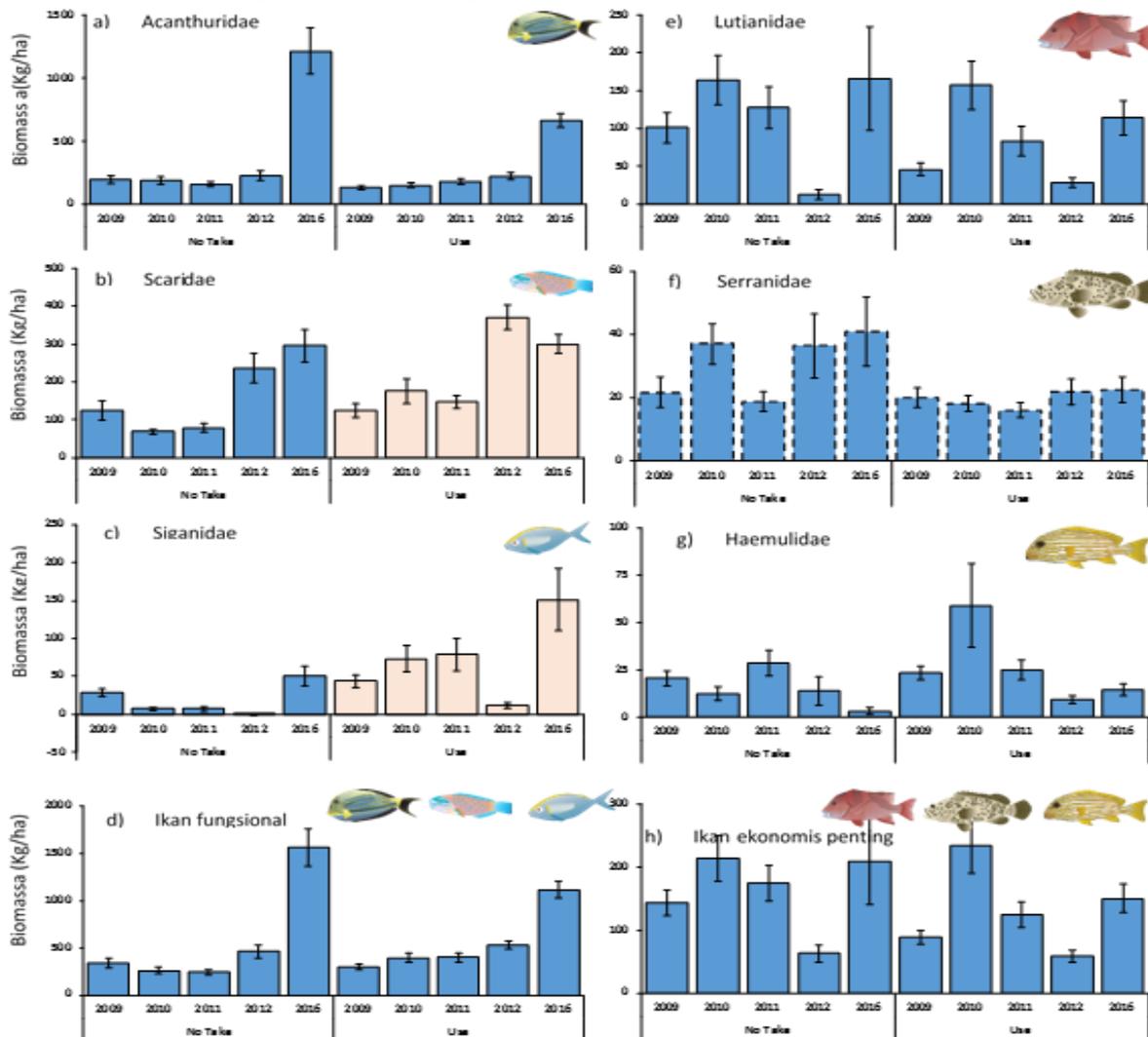


Gambar 1. Rata-rata (\pm SE) penutupan komunitas bentik di TNW dari tahun 2006 - 2016. Hard coral (a) termasuk semua pertumbuhan karang; Soft coral (b) termasuk octocoral seperti gorgonian; Algae (c) termasuk halimeda, macroalgae, turf algae dan filamentous algae; Available substrate (d) termasuk coralline algae, rock dan dead coral; Rubble (e) termasuk semua pecahan karang yang tidak melekat ke substrat, other (f) termasuk unidentified benthic, zoanthid, sand, silt dan sponge, hydra dan other; bleach (g) termasuk semua jenis karang yang memutih. Garis tegas pada diagram batang menunjukkan perbedaan signifikan antar tahun sedangkan garis putus-putus pada batas diagram batang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar tahun. Perbedaan signifikan antar status pengelolaan ditunjukkan dengan perbedaan warna digram batang di antara kategori no take dan use zone. Jika warna yang digunakan sama maka tidak ada perbedaan yang signifikan antar zona. Lihat appendiks untuk informasi lengkap mengenai nilai hasil tes statistik.

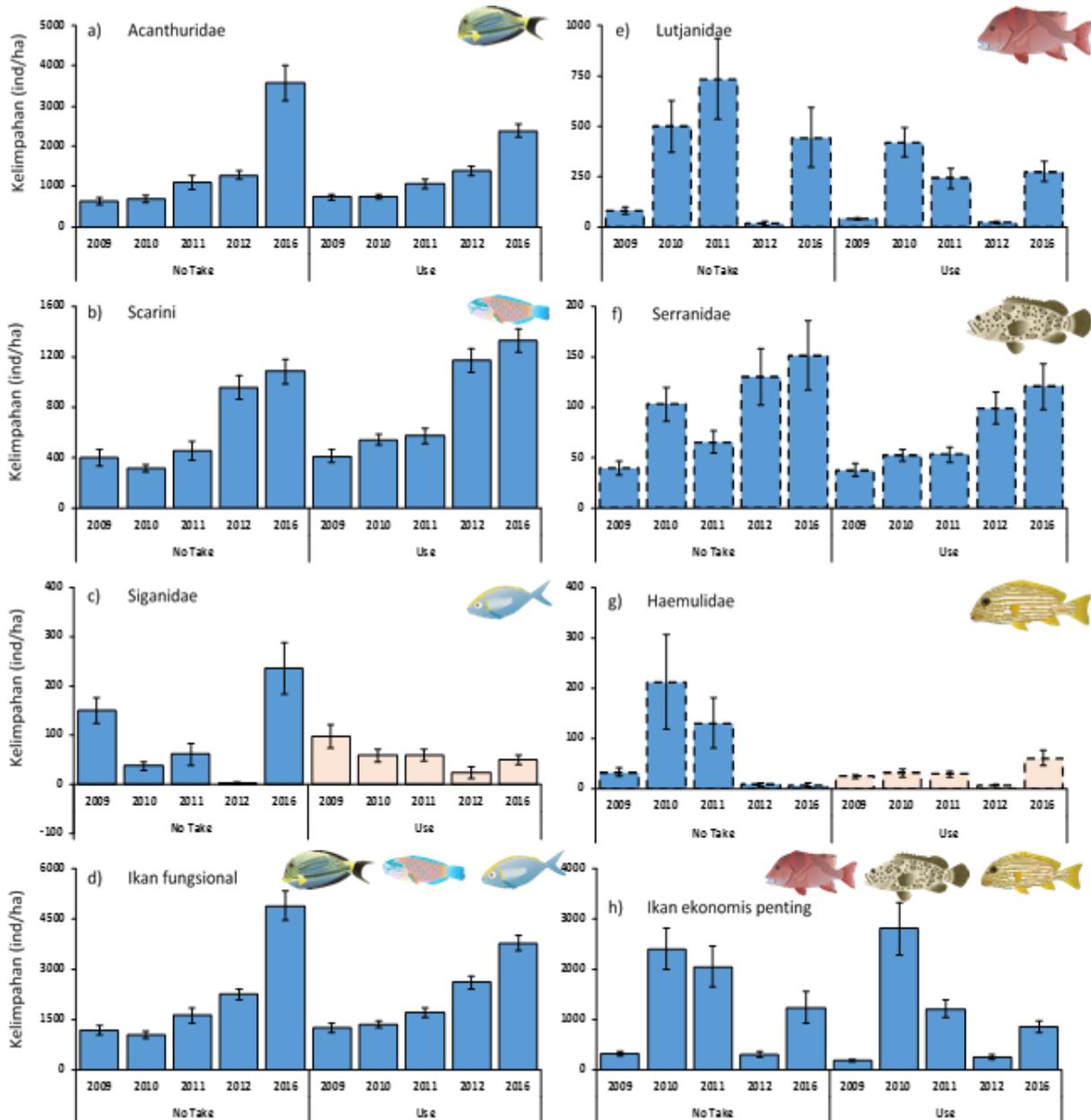
3.2. Variasi kelimpahan dan biomassa ikan karang

Secara umum biomassa ikan di Wakatobi berfluktuasi sejak tahun 2009 hingga 2016. Jenis ikan ekonomis penting ($165,73 \pm 24,33$ kg/ha, Gambar 2) mengalami fluktuasi yang cukup tinggi dibandingkan dengan ikan fungsional

($1.228,11 \pm 85,03$ kg/ha, Gambar 2) di tahun 2016. Kedua kelompok ikan ini memiliki biomassa lebih besar jika dibandingkan dengan TNTC ($145,7 \pm 33,4$ kg/ha untuk ikan ekonomis penting dan $251,2 \pm 60,7$ Kg/ha untuk ikan fungsional (Groff et al., 2016).



Gambar 2. Rata-rata biomassa (\pm SE) famili penting di dalam kawasan No Take Zone dan Use Zone Taman Nasional Wakatobi di tahun 2009-16. Sumbu-X menunjukkan tahun yang dibagi kedalam zona (NTZ dan UZ). Panel sebelah kiri adalah famili ikan fungsional yang terdiri dari: (a) Acanthuridae, (b) Scarini, (c) Siganidae dan (d) Jumlah total dari 3 famili ikan fungsional. Panel sebelah kanan adalah famili ikan ekonomis penting perikanan yang terdiri dari: (e) Lutjanidae, (f) Serranidae, (g) Haemulidae dan (h) Jumlah total dari 3 famili ikan ekonomis penting. Garis tegas pada diagram batang menunjukkan perbedaan signifikan antar tahun sedangkan garis putus-putus pada batas diagram batang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar tahun. Perbedaan signifikan antar status pengelolaan ditunjukkan dengan perbedaan warna digram batang di antara kategori no take dan use zone. Jika warna yang digunakan sama maka tidak ada perbedaan yang signifikan antar zona. Lihat appendix untuk informasi lengkap mengenai nilai hasil test statistik.



Gambar 3. Rata-rata kelimpahan (\pm SE) famili penting di dalam kawasan No Take Zone dan Use Zone Taman Nasional Wakatobi di tahun 2009-16. Panel sebelah kiri: (a) Acanthuridae, (b) Scarini, (c) Siganidae dan (d) Jumlah total dari 3 famili ikan fungsional. Panel sebelah kanan: (e) Lutjanidae, (f) Serranidae, (g) Haemulidae dan (h) Jumlah total dari 3 famili ikan ekonomis penting. Garis tegas pada diagram batang menunjukkan perbedaan signifikan antar tahun sedangkan garis putus-putus pada batas diagram batang menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar tahun. Perbedaan signifikan antar status pengelolaan ditunjukkan dengan perbedaan warna digram batang di antara kategori no take dan use zone. Jika warna yang digunakan sama maka tidak ada perbedaan yang signifikan antar zona. Lihat apendiks untuk informasi lengkap mengenai nilai hasil test statistik.

Kelompok ikan fungsional merupakan jenis ikan herbivora (pemakan algae atau tumbuhan) secara relatif meningkat dalam jumlah biomassa dan kelimpahan dari tahun 2009 sampai tahun 2016 (Gambar 2, Gambar 3). Biomassa Acanthuridae, Scaridae dan Siganidae berbeda signifikan antar zona (Gambar 2) namun hanya kelimpahan Acanthuridae yang berbeda signifikan antar zona (Gambar 3).

Biomassa Lutjanidae naik signifikan antara tahun 2012 dan 2016 di kedua kategori lokasi, namun tidak ada perbedaan yang signifikan antar wilayah pengelolaan sejak tahun 2009 (Gambar 2). Haemulidae mengalami kenaikan biomassa di tahun 2016 di luar lokasi pemanfaatan namun mengalami penurunan didalam lokasi perlindungan (Gambar 2), namun secara umum tidak ada perbedaan biomassa dan kelimpahan yang signifikan antara NTZ dan UZ untuk Haemulidae dari tahun 2009. Biomassa rata-rata ikan kerapu (Serranidae) mencapai $27,15 \pm 4,15$ Kg/ha atau sekitar dua kali lipat biomassa Serranidae di TCNP. Groff et al. (2016) dengan biomassa lebih besar dilokasi perlindungan walaupun tidak berbeda signifikan antar kedua zona tersebut (Gambar 2).

3.2 *Dinamika kondisi ekosistem terumbu karang Wakatobi*

Kondisi Terumbu karang di Wakatobi masih dalam keadaan relatif baik dengan persentase penutupan hard coral rata-rata di kedua zona mencapai 25,11% (Gambar 1) dan termasuk dalam kategori sedang (Gomez & Yap, 1988). Namun, nilai ini masih lebih kecil dibandingkan dengan taman nasional lain di Papua. Taman Nasional Teluk Cenderawasih (TNTC) memiliki tutupan hard coral 38,11% (Groff et al., 2016). Tutupan rata-rata hard coral Wakatobi mendekati penutupan hard coral

rata-rata di seluruh Bird's Head Seascape tahun 2016 (28,7%, Glew et al. (2015)). Waktu pengelolaan (tahun) merupakan salah satu kunci kesuksesan pengelolaan kawasan konservasi (Edgar et al., 2014). Faktor ini belum memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penutupan hard coral dan soft coral TNW (Gambar 1), tidak ada perbedaan yang signifikan antar tahun untuk kedua kategori ini. Namun, peningkatan kondisi ekosistem terumbu karang mungkin dapat dilihat dalam beberapa tahun kedepan dengan terus meminimalisir dampak ancaman yang ada di dalam taman nasional karena persentase penutupan algae dan rubble telah mengalami penurunan sejak tahun 2012. Penurunan rubble dapat mengindikasikan bahwa kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh bom, jangkar atau kerusakan fisiknya berkurang dalam beberapa tahun terakhir. Oleh karena itu, kompetisi ruang antara algae dan hard coral berkurang dan diharapkan kondisi karang akan meningkat dengan terus menjaga dan mengurangi dampak ancaman yang ada.

Kenaikan suhu air laut secara global dirasa memiliki dampak pada kondisi terumbu karang di Indonesia termasuk Wakatobi. Terumbu karang mengalami pemutihan secara masal hampir diseluruh lokasi TNW. Pada tahun 2016, karang yang memutih mencapai 8,6% dan menjadi fenomena bleaching paling buruk dalam 10 tahun terakhir (Gambar 1).

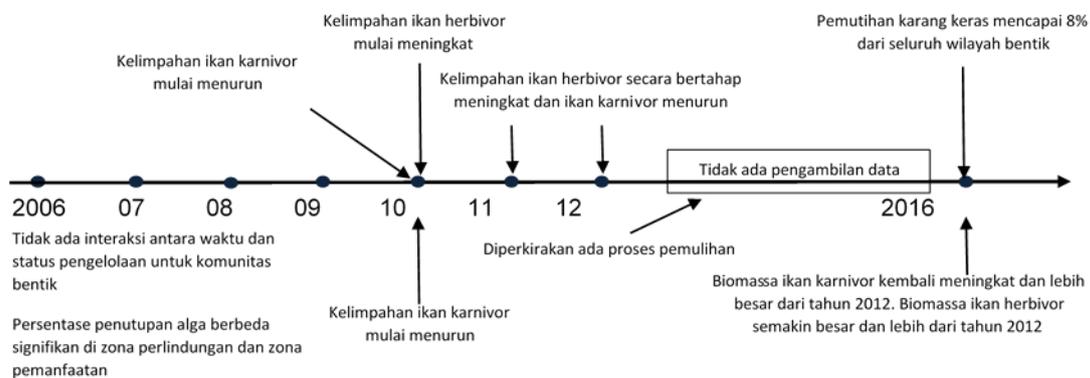
Kondisi populasi ikan karang dan terumbu karang TNW bervariasi dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016. Secara umum tidak ada perbedaan signifikan diantara dua status pengelolaan (NTZ dan UZ), hanya penutupan other, kelimpahan Siganidae dan Haemulidae (serta biomassa Siganidae dan Scaridae saja yang berbeda nyata diantara dua wilayah tersebut. Kondisi tersebut mungkin dapat dihubung - hubungkan menjadi indikasi

kondisi lingkungan yang terjadi dalam beberapa tahun terakhir.

Gambar 4 menyoroti beberapa kejadian penting yang terjadi dalam kurun waktu ± 10 tahun pengelolaan TNW. Secara umum, tidak ada interaksi antara waktu dan status pengelolaan (Gambar 4). Dimulai dari tahun 2010 pada saat terdeteksi pemutihan karang. Tercatat sekitar 1-2 % karang memutih di tahun tersebut (Gambar 1). Dua tahun berikutnya biomassa ikan karnivor menurun seiring dengan naiknya biomassa ikan herbivor (Gambar 2). Tiga tahun berikutnya tidak ada proses pengambilan data, namun diperkirakan terjadi proses pemulihan dalam kurun waktu tersebut. Tahun 2016, Penutupan algae menurun signifikan (Gambar 1) dan biomassa ikan karnivor kembali meningkat jika dibandingkan dengan tahun 2012 (Gambar 2). Pemutihan karang (Gambar 1) terjadi lagi di tahun 2016 dengan kondisi lebih buruk jika

dibandingkan dengan tahun 2012 (Gambar 1). Terumbu dan ikan karang diperkirakan akan terkena dampak dari pemutihan karang seperti yang terjadi pada tahun 2010. Pemantauan kondisi ekosistem terumbu karang dibutuhkan untuk mengetahui dampak dari pemutihan karang.

Secara umum terlihat bahwa zonasi yang diimplementasikan di Taman Nasional Wakatobi belum memberikan dampak yang signifikan terhadap ekosistem terumbu karang. Persentase penutupan karang keras, kelimpahan dan biomassa ikan fungsional dan ekonomis penting tidak berbeda signifikan antara zona (Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3). Namun kemiripan antar zona ini dapat mengindikasikan beberapa hal : 1) zonasi yang diimplementasikan belum efektif dan 2) NTZ sudah memberikan dampak positif terhadap UZ .



Gambar 4. Alur waktu penting dalam pengelolaan ekosistem terumbu karang TNW

Secara lebih lengkap dampak dari zonasi, pertama zonasi diharapkan dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap wilayah yang dikelola atau dilindungi. Tidak adanya perbedaan yang signifikan di kedua zona tersebut dapat mengindikasikan bahwa perlindungan yang dilakukan di wilayah NTZ belum efektif. Tidak ada perlindungan yang berbeda nyata antara NTZ dan UZ sehingga

kondisi ekosistem terumbu karang keduanya juga tidak berbeda signifikan. Kedua, zonasi sudah memberikan dampak positif jika dilihat dari sudut pandang *spill over effect* NTZ ke UZ. Jika dampak tersebut tersebar secara merata di kedua zona kemungkinan tidak ada perbedaan yang signifikan antar kedua zona tersebut. Persentase penutupan karang keras dan karang lunak cenderung stabil namun

kelimpahan dan biomassa ikan fluktuatif antar tahun.

lain yang tidak disebutkan namun telah membantu penulisan makalah ini.

4. KESIMPULAN

Zonasi diharapkan dapat memberikan dampak yang positif bagi ekosistem terumbu karang Taman Nasional Wakatobi. Harapannya adalah zonasi dapat memberikan tutupan karang keras, kelimpahan dan biomassa ikan yang lebih tinggi di area yang dilindungi dibanding dengan area yang dimanfaatkan. Namun dampak positif tersebut belum terlihat seperti yang diharapkan dengan tidak adanya perbedaan yang signifikan untuk tiga parameter ekosistem terumbu karang tersebut berdasarkan hasil studi ini. Dampak positif mungkin bisa terlihat dalam beberapa tahun lagi kedepan karena waktu pengelolaan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kesuksesan pengelolaan ekosistem terumbu karang. Pandangan lain menyebutkan bahwa, zonasi sudah memberikan dampak positifnya karena *spill over effect* telah memberikan dampak positif yang merata. Oleh karena itu, tidak ada perbedaan signifikan untuk ketiga parameter tersebut dikedua zona yang dikelola.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Taman Nasional Wakatobi yang telah berkontribusi data dan ulasannya terhadap makalah ini. WWF Indonesia yang telah memberikan pendanaan untuk melakukan survei dan analisis. Bapak Zulhamsyah yang telah memberikan review komprehensif terhadap makalah ini. Panitia Simposium Nasional Kawasan Konservasi Perairan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil 2017 yang telah memfasilitasi penerbitan makalah. Penulis juga memohon maaf jika ada pihak

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2016). Kabupaten Wakatobi Dalam Angka. Wakatobi: Badan Pusat Statistik Kabupaten Wakatobi Retrieved from <https://wakatobikab.bps.go.id/index.php/publikasi/45>. 312 pp.
- Edgar, G. J., Stuart-Smith, R. D., Willis, T. J., Kininmonth, S., Baker, S. C., Banks, S., . . . Thomson, R. J. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506(7487), 216-220. doi:10.1038/nature13022 <http://www.nature.com/nature/journal/v506/n7487/abs/nature13022.html#supplementary-information>. Pp. 216 – 220
- Glew, L., G.N., Ahmadia, H. E., Fox, M. B., Mascia, P., Mohebalian, F., Pakiding, . . . Purwanto. (2015). 2015 State of The Bird's Head Seascape Marine Protected Area Network Retrieved from Washington D.C., United States, Jakarta, Indonesia, and Manokwari, Indonesia. 45 pp
- Gomez, E., & Yap, H. T. (1988). Monitoring reef condition: Coral Reef Management Handbook. UNESCO Regional Office for Science and Technology for Southeast Asia (ROSTSEA). Jakarta.
- Groff, D., Ihsan, E. N., Amkieltiela, Harris, J., Ahmadia, G., & Estradivari. (2016). Teluk Cenderawasih National Park 2016 Technical Report. 15 pp.
- Obura, D., & Grimsditch, G. (2009). Resilience assessment of coral reefs: assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress: IUCN Gland. 71 pp
- TNW. (2016). Sejarah Taman Nasional Wakatobi. Retrieved from

- <http://wakatobinationalpark.com/statik/sejarah/>
- Turak, E. (2003). Coral reef surveys during TNC SEACMPA RAP of Wakatobi National Park, Southeast Sulawesi, Indonesia. Pp. 33-52
- UNESCO. (2012). Ecological Sciences for Sustainable Development. Wakatobi. Retrieved from <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/asia-and-the-pacific/indonesia/wakatobi/>
- WWF-ID. (2007). ZONASI BARU TN WAKATOBI. Retrieved from <http://www.wwf.or.id/?2723>