

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jppi>

e-mail: jppi.puslitbangkan@gmail.com

JURNAL PENELITIAN PERIKANAN INDONESIA

Volume 27 Nomor 1 Maret 2021

p-ISSN: 0853-5884

e-ISSN: 2502-6542

Nomor Akreditasi RISTEK-BRIN: 148/M/KPT/2020



PERKEMBANGAN STRUKTUR KOMUNITAS IKAN KARANG DI PERAIRAN KARANG TAMAN NASIONAL KEPULAUAN WAKTOBI

REEF FISH RESOURCES IN REEF WATERS OF THE WAKATOBI ARCHIPELAGO NATIONAL PARK

Isa Nagib Edrus*¹, Rizkie Satriya Utama², Tri Aryono Hadi², Sasanti Retno Suharti² dan Yosephine Tuti³

¹Lembaga Sertifikasi Profesi P2O-LIPI, Jl. Pasir Putih I Ancol Timur, Jakarta Utara, 14430-Indonesia

²Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI, Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta Utara, 14430-Indonesia

³Lembaga Sertifikasi Profesi P2O-LIPI, Jl. Pasir Putih I Ancol Timur, Jakarta Utara, 14430-Indonesia

Teregistrasi I tanggal: 21 Januari 2021; Diterima setelah perbaikan tanggal: 08 Juli 2021;

Disetujui terbit tanggal: 15 Juli 2021

ABSTRAK

Wilayah Taman Nasional Kepulauan Wakatobi (TNKW) telah dikenal sebagai perairan yang terkelola dengan baik sejak 2010an. Namun dalam perjalanan waktu, aktivitas wisata dan perikanan diasumsikan akan mempengaruhi ekosistem terumbu karang dan mengubah struktur komunitas ikan karang di kawasan tersebut. Pemantauan perkembangan sumberdaya ikan terumbu karang menjadi suatu pendekatan penting untuk mengetahui adanya perubahan tersebut dari 2015 sampai 2019. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perubahan struktur ikan karang di TNKW. Metode yang digunakan adalah sensus visual bawah air pada transek sabuk seluas 350 m². Unit analisis dalam pemantauan perubahan adalah 7 suku ikan karang karnivora dan herbivora, seperti Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Haemulidae, Acanthuridae, Scaridae, Siganidae dan 1 suku obligat karang (Chaetodontidae). Data terkini menunjukkan bahwa terdapat sedikitnya 95 jenis untuk 7 suku ikan karang, dimana pada tahun basis 2015 dijumpai 111 jenis. Kelompok ikan indikator suku Chaetodontidae dijumpai 32 jenis dari semula yang dijumpai 15 jenis. Rata-rata kepadatan ikan target 392 ekor/350 m². Biomasnya rata-rata 2.224 kg/ha. Kepadatan ikan indikator 294 ekor/350 m². Jenis-jenis yang mendominasi komunitasnya sejak tahun basis adalah dari suku, Acanthuridae (butana), Scaridae (kakatua) dan Serranidae (kerapu). Jenis koralivora dari suku Chaetodontidae yang mendominasi sejak tahun basis adalah *Hemitaurichthys polylepis* dan *Chaetodon kleinii*. Secara umum komunitas ikan karang di perairan Wakatobi berkembang baik dari aspek keragaman, kepadatan dan biomassa ikan karang.

Kata Kunci: Ikan karang; ikan indikator; keanekaragaman; komposisi; kepadatan; Taman Nasional Kepulauan Wakatobi

ABSTRACTS

The Wakatobi-Archipelago National Park (WANP) has been recognized as good governance management since 2010s. There was a assumption that tourism and fishery activities have been going to effluence on reef ecosystems and then altering the reef fish structure communities throughout the times in the area given. Hence, trend assessment for coral reef resources monitoring is an urgent approach to identify the changes of ranging from 2015 to 2019. This study aimed to identify the reef fish structure changes in the area of WANP. An underwater census visual method was used for 350 m² in area of belt transect. Analysis units used to monitor changes were belong to groups of carnivorous and herbivorous fishes, such as Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Haemulidae, Acanthuridae, Scaridae, Siganidae, and belong to coral obligate such as Chaetodontidae. The updating data showed that there were at least 95 species for 7 families of target reef fishes in which before they were pound out 111 species in the basis year of 2015. Meanwhile, indicator fishes of Chaetodontidae were found out 32 species that they before only found out 15 species. The mean of target fish density is 392 individual/350 m². The mean of their biomassa is 2,224 kg/ha. The indicator fish density was 294 ekor/350 m². The species dominated their community since the basis year included the families of Acanthuridae (surgionfish), Scaridae

(parrotfish) and Serranidae (groupers). Coralivorous species of Chaetodontidae dominated since the basis year, such as: *Hemitaenichthys polylepis* and *Chaetodon kleinii*. Generally, the reef fish communities in Wakatobi reef waters get the good trends in regarding to diversity, density and their biomass.

Keywords: Reef fish; indicator fish; diversity; composition; density; Wakatobi-Archipelago National Park

PENDAHULUAN

Terumbu karang Taman Nasional Kepulauan Wakatobi (TNKW) menjadi perhatian serius ketika Kawasan Segi Tiga Terumbu Karang dunia termasuk dalam program penyelamatan terumbu karang (Bruno & Selig, 2007; Burke *et al.*, 2012). Perikanan, ketahanan pangan dan industri wisata laut merupakan dorongan terbesar dari upaya penyelamatan terumbu karang sebagai habitat ikan (Cesar *et al.*, 2003; Fidelman *et al.*, 2012). TNKW di wilayah Kabupaten Wakatobi memiliki keindahan yang disajikan oleh beraneka ragam terumbu karang dan ragam spesies ikan dengan keanekaragaman biota laut tertinggi di dunia. Di kawasan ini terdapat 750 spesies dari total 850 spesies yang ada di dunia atau mencapai 88% (Ramadhan *et al.*, 2016). Kekayaan jenis ikan karang yang dimiliki taman nasional ini adalah sebanyak 93 jenis ikan target konsumsi yang tercatat sebagai komoditas yang diperdagangkan dan puluhan lainnya sebagai ikan hias yang diusahakan (Wikipedia, 2015; Santoso, 2009).

Sejauh ini, kinerja pengelolaan terumbu karang Kabupaten Wakatobi yang dideskripsikan sebagai gerakan inovatif dalam tata kelola yang baik menurut Radu *et al.*, (2012) adalah : 1) adanya keterlibatan para pemangku kepentingan dalam melakukan pengawasan dibidang konservasi daerah perlindungan laut, 2) terdapat kesesuaian antara pengetahuan lokal dan pengetahuan modern, 3) sistem pengawasan dan pengendalian oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan, Dinas Kelautan dan Perikanan, serta kelompok masyarakat pengawas; 4) operasi pengawasan dan pemantauan yang ditunjang anggaran APBN dan APBD; dan 5) otoritas pengelolaan mengacu pada undang-undang, peraturan menteri, peraturan daerah, peraturan desa serta nilai-nilai kearifan lokal. Dalam hal ini bagian yang sama pentingnya, baik pemantauan oleh lembaga internal dan/atau eksternal menjadi kolaborasi yang baik untuk mengetahui kemajuan aktivitas pengelolaan terumbu karang itu sendiri maupun sifat-sifat terkini lingkungan terumbu karangnya.

Struktur komunitas ikan terumbu karang adalah bagian menarik dari pemantauan kesehatan karang secara keseluruhan, karena sifat afinitasnya yang kuat pada substratum karang (Komyakova *et al.*, 2013),

seperti juga keterkaitan ikan indikator dari suku Chaetodontidae sebagai obligat karang dan petunjuk kesehatan terumbu karang (Pratchett *et al.*, 2013). Hubungan antara kompleksitas topografi dari terumbu karang dan keragaman dari komunitas ikannya menunjukkan bahwa kompleksitas topografis substrat terumbu dapat mempengaruhi struktur komunitas ikan karang, karena bentuk kehidupan terumbu, relief dan ruang berpengaruh pada proses ekologis, seperti rekrutmen, predasi dan perilaku teritorial biota laut (Caley, 1993; Cheney & Côté, 2003; Kawasaki *et al.*, 2003). Meningkatnya kompleksitas substrat yang menyediakan sejumlah besar pelindung dan area mencari makan akan memperkaya jumlah jenis ikan (Talbot & Gilbert 1981; Bell & Galzin, 1984).

Perubahan pada struktur komunitas ikan karang seiring waktu akan menjadi petunjuk dini adanya kejadian kerusakan terumbu karang (Gomez & Yap, 1988). Perbedaan keanekaragaman ikan terumbu karang pada setiap lokasi akan menjadi petunjuk bagaimana setiap ruang perairan karang setempat di Wakatobi memberikan respon terhadap tekanan pembangunan, seperti misalnya aktivitas perikanan dan pariwisata. Belum diketahui apakah telah terjadi perubahan komunitas ikan karang dalam lima tahun terakhir, terutama perubahan di tingkat wilayah dari total seluruh stasiun dan/atau di tingkat lokal pada setiap stasiun penelitian. Informasi ini tentu saja penting untuk memprioritaskan kegiatan dan strategi konservasi perairan terumbu karang Wakatobi.

Organisme yang dipilih untuk pemantauan harus merupakan satu kesatuan dari sistem kehidupan karang, karena responnya harus mencerminkan adanya proses-proses yang mengancam sistem tersebut secara keseluruhan, yang mana tentu saja juga mempengaruhi berbagai komponen lainnya. Kecuali itu, karena pemulihan terumbu karang yang rusak adalah suatu proses jangka panjang, indikator pertama yang dapat digunakan untuk mengkaji perubahan-perubahan seiring waktu dalam tingkat populasi adalah ikan. Pertumbuhan alga yang luar biasa di dasar perairan karang biasanya akan direspon oleh tingginya populasi herbivora yang bersifat grazing, seperti ikan butana (Acanthuridae), kakatua (Scaridae) dan baronang (Siganidae) (Gomez & Yap, 1988; Berkepille & Hay. 2008; Obura & Grimsdith, 2009). Kehadiran atau ketidakhadiran jenis-jenis

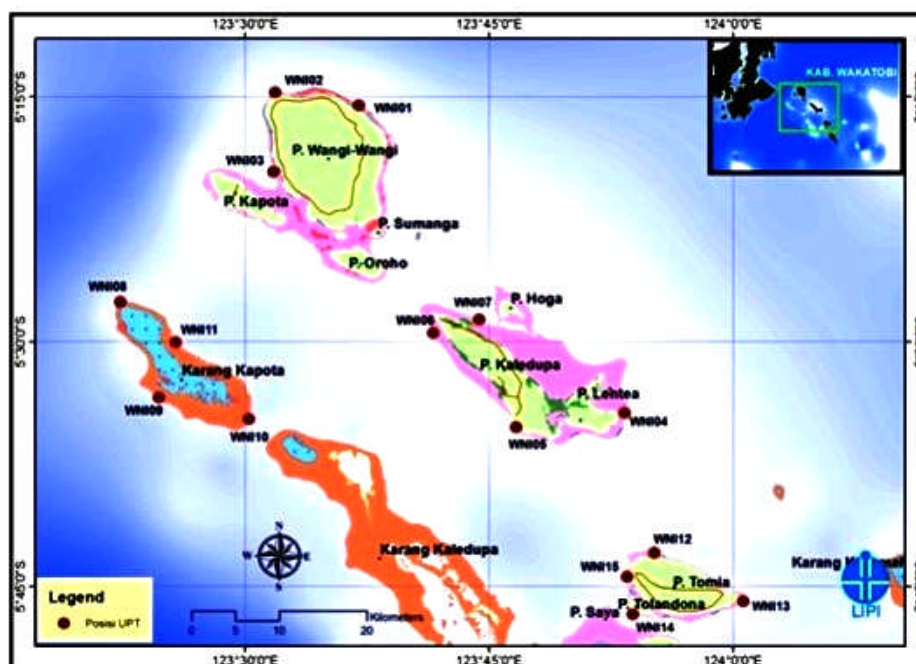
tertentu adalah juga petunjuk yang akurat dalam kasus-kasus tertentu, karena kemampuan ikan dapat berpindah-pindah, ikan dapat keluar dari wilayah tetapnya untuk memilih habitat-habitat dengan keadaan yang lebih sesuai. Contoh dari calon yang juga mungkin dijadikan sebagai organisme indikator adalah jenis tertentu ikan koralivora (Chaetodontidae) sebagai obligate karang (Reese, 1981). Selain itu jenis-jenis ikan predator yang menjadi target tangkapan, seperti kakap (Lutjanidae), kerapu (Serranidae), lencam (Lethrinidae), baronang (Siganidae), bibir tebal (Haemulidae) merupakan ikan yang umumnya tergolong ekonomis tinggi (Badrudin *et al.*, 2010; Supriyatna, 2018). Oleh karena eksplotasinya dengan cara yang tidak ramah lingkungan, seperti pengeboman dan peracunan, dapat menjadi tanda keterancaman terumbu karang secara langsung (Pet-Soede *et al.*, 1996), sebaliknya pengendalian atas kelompok ikan-ikan predator tersebut akan mempengaruhi komposisi kelompok herbivora dan secara umum akan merubah struktur komunitas ikan. Dengan demikian kelompok ikan koralivora serta kelompok herbivora dan karnivora dari 8 suku kelompok ikan tersebut dapat ditetapkan sebagai indikator dalam usaha pemantauan kondisi terumbu karang (Bruno, 2008; Setiawan *et al.*, 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi perubahan struktur komunitas, terutama yang berhubungan dengan karakteristik keragaman, kepadatan, komposisi, dan biomassa dari

7 suku terpilih, serta dan keanekaragaman dan kelimpahan ikan koralivora, sehingga data ini dapat digunakan untuk menilai perkembangan terumbu karang di perairan Wakatobi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di perairan Kawasan Taman Nasional Kepulauan Wakatobi (TNKW) di 15 lokasi transek permanen (Gambar 1). Penelitian terakhir dilakukan pada Mei 2019 dan penelitian awal pada tahun basis 2015. Pendekatan dalam pengambilan data adalah sensus visual pada transek sabuk dengan luas area 70 m X 5 m (English *et al.*, 1994). Data yang dikumpulkan adalah jumlah jenis, panjang ikan dan jumlah individu. Unit analisis yang digunakan adalah beberapa suku terpilih dari kelompok karnivora, herbivora dan koralivora, dari suku Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Haemulidae, Acanthuridae, Scaridae, Siganidae), dan Chaetodontidae. Jenis dan perkiraan jumlah ikan dicatat dalam *data sheet* kedap air. Identifikasi jenis ikan menggunakan buku petunjuk bergambar (Kuitert & Tonzuka, 2001; Allen & Erdmann, 2012). Pendekatan yang digunakan dalam menaksir panjang ikan dalam air adalah metode "sticks" (Wilson & Green, 2009), yaitu mencoba untuk menaksir panjang total ikan dari mulai ujung mulut ikan sampai ujung sirip ekor dan jumlah ikan yang tersensus dikelompokkan ke dalam panjang taksiran (cm) 6-10 ; 11-15 ; 16-20 ; 21-25 ; 26-30 ; 31-35 dst. dengan kelipatan 5.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Perairan Kepulauan Wakatobi.
Figure 1. Map of the study sites in Wakatobi Island Waters.

Keanekaragaman jenis adalah jumlah spesies ikan karang yang teridentifikasi selama penyelaman. Kepadatan (*D*) adalah jumlah individu seluruh spesies ikan karang per luas area pengamatan.

$$D = \frac{\sum \text{Individu (ikan indikator, ikan target : setiap famili)}}{350m^2} = X \text{ individu/m}^2 \dots(1)$$

Biomassa ikan diperoleh melalui penggunaan rumus hubungan panjang berat. Konstanta “a” dan “b” dari setiap jenis disiapkan dan melalui jalan substitusi nilai panjang pada rumus $W = a \times L^b$ akan didapat data berat ikan. Nilai “a” dan “b” dapat dicari di situs web “fishbase” untuk setiap jenis ikan target Froese & Pauly (2014). Sediaan ikan dalam satuan biomassa (*B*) adalah berat individu ikan target (*W*) per luas area pengamatan. Sediaan ikan tersebut dapat dikonversi lebih lanjut untuk mendapatkan satuan ton per hektar.

$$B = \frac{W \text{ (Total setiap famili)}}{350 m^2} \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 1. Jumlah jenis ikan karang dari 7 suku menurut letak lokasi penelitian tahun 2019
 Table 1. Reef fish species number of seven families by study sites in 2019

NO	JUMLAH JENIS Species Number	LOKASI PENELITIAN – STUDY SITES														
		WNIC 01	WNIC 02	WNIC 03	WNIC 04	WNIC 05	WNIC 06	WNIC 07	WNIC 08	WNIC 09	WNIC 10	WNIC 11	WNIC 12	WNIC 13	WNIC 14	WNIC 15
1	SERRANIDAE (18)	11	5	10	5	5	9	6	7	6	5	11	8	10	10	6
2	LUTJANIDAE (12)	7	5	7	10	4	9	3	4	3	3	6	5	8	8	3
3	LETHRINIDAE (7)	2	3	5	5	3	3	3	4	4	6	6	4	6	3	4
4	HAEMULIDAE (4)	4	0	3	2	2	3	2	1	3	0	1	1	0	2	1
5	ACANTHURIDAE (19)	10	11	15	13	7	9	10	11	11	15	12	9	11	9	7
6	SCARIDAE (24)	11	10	12	11	8	9	4	14	9	15	11	14	11	8	8
7	SIGANIDAE (9)	3	4	6	4	4	6	3	5	2	2	7	2	2	5	3
Total Jenis-Species Number/350 m²		48	38	58	50	33	48	31	46	38	46	54	43	48	45	32

Sejak 2015, beberapa jenis yang teridentifikasi dan kemudian tidak tampak kembali pada 2019 di lokasi penelitian adalah 16 jenis yang antara lain *Epinephelus waandersii*, *Plectropomus areolatus*, *Lutjanus johnii*, *Lutjanus semicinctus*, *Acanthurus leucocheilus*, *Acanthurus mata*, *Acanthurus olivaceus*, *Acanthurus triostegus*, *Paracanthurus hepatus*, *Naso thynnoides*, *Cetoscarus bicolor*, *Scarus bowersi*, *Scarus tricolor*, *Siganus laqueus*, *Siganus margaritiferus*, dan *Siganus vermiculatus*.

Perbedaan hasil untuk semua parameter penelitian menurut tahun pemantauan disajikan dan dianalisa dalam bentuk visualisasi grafik dengan tahun basis 2015.

HASIL DAN BAHASAN
Hasil

Pemantauan 7 suku ikan karang pada 2019 di 15 stasiun Wakatobi mendapat-kan sedikitnya 95 jenis dari total 111 jenis yang pernah terpantau sejak 2015. Komposisi ke 7 suku ikan karang adalah karnivora (45%) dan herbivora (55%). Kelompok karnivora terdiri dari suku Serranidae (18 jenis), Lutjanidae (12 jenis), Lehrinidae (7 jenis), dan Haemulidae (4 jenis). Kelompok herbivora terdiri dari suku Acanthuridae (19 jenis), Scaridae (24 jenis) dan Siganidae (9 jenis). Kelompok ikan koralivora (suku Chaetodontidae) teridentifikasi 32 jenis. Kehadiran jenis ikan yang berbeda pada masing-masing stasiun menunjukkan adanya sedikit variasi dalam total jumlah jenis ikan karang (Tabel 1).

Data pada 2019 menunjukkan bahwa kepadatan ikan karang menurut stasiun bervariasi cukup besar (Tabel 2). Kontribusi kepadatan yang menonjol berasal dari kelompok kakap (*Lutjanus gibbus*), lencam (*Gnathodentex aureolineatus*) dan Butana (*Naso hexacanthus*). Rata-rata kepadatan ikan karang 392 ± 140 ekor/350 m² atau setara dengan 11.187 ± 3.990 ekor/hektar. Kepadatan tertinggi dijumpai pada stasiun WNIC 04 dan WNIC 13.

Tabel 2. Variasi kepadatan ikan karang dari 7 suku terpilih menurut lokasi penelitian tahun 2019
Table 2. Reef fish density variations of seven families based on study sites in 2019

NO	JUMLAH INDIVIDU Individual Numbers	LOKASI PENELITIAN – STUDY SITES														
		WNIC 01	WNIC 02	WNIC 03	WNIC 04	WNIC 05	WNIC 06	WNIC 07	WNIC 08	WNIC 09	WNIC 10	WNIC 11	WNIC 12	WNIC 13	WNIC 14	WNIC 15
1	SERRANIDAE (18 spp)	25	9	27	27	14	15	9	10	26	14	14	29	52	18	13
2	LUTJANIDAE (12)	33	35	67	203	14	53	6	8	24	22	79	120	110	62	12
3	LETHRINIDAE (7)	9	8	42	130	18	24	12	28	24	88	27	29	217	41	10
4	HAEMULIDAE (4)	5	0	5	5	3	5	2	1	8	0	1	2	0	2	1
5	ACANTHURIDAE (19)	151	129	275	322	79	234	153	210	178	177	100	140	159	85	53
6	SCARIDAE (24)	54	47	82	156	77	113	48	129	77	111	86	126	119	63	48
7	SIGANIDAE (9)	8	10	19	29	10	24	6	16	4	4	28	6	8	21	6
Jumlah Individu- Individual Numbers/350 m ²		285	238	517	872	215	468	236	402	341	416	335	452	665	292	143

Hasil analisa menunjukkan bahwa biomassa rata-rata untuk kelompok ikan target sebesar 77.851 ± 22.222 gram/350 m² atau setelah dikonversi menjadi setara dengan 2.224 kg/hektar, biomassa tertinggi dijumpai pada stasiun WNIC 04 dan WNIC 13, sebaliknya biomassa terendah dijumpai pada stasiun WNIC 05 dan WNIC 07 (Tabel 3). Penyumbang terbesar biomassa berasal dari ikan bertubuh besar dan ikan berkoloni, seperti *Lutjanus bohar*, *Lutjanus gibbus*, *Macolor macularis*, *Gnathodentex aureolineatus*, *Monotaxis grandoculis*, *Naso hexacanthus*, *Naso vlamingii*, *Bolbometopon muricatum*, *Mulloidichthys flavolineatus*.

Sepuluh jenis terbanyak antara lain adalah *Naso hexacanthus*, *Gnathodentex aureolineatus*, *Lutjanus*

gibbus, *Ctenochaetus striatus*, *Chlorurus sordidus*, *Naso vlamingii*, *Scarus niger*, *Acanthurus pyroferus*, *Ctenochaetus binotatus*, dan *Zebbrasoma scopas*. Sepuluh jenis yang memiliki biomassa tertinggi antara lain *Macolor macularis*, *Naso hexacanthus*, *Naso vlamingii*, *Lutjanus gibbus*, *Gnathodentex aureolineatus*, *Scarus niger*, *Scarus ghobban*, *Chlorurus sordidus*, *Chlorurus bleekeri*, dan *Bolbometopon muricatum*.

Komposisi suku menurut jumlah jenisnya dan individu terbanyak berturut-turut adalah Acanthuridae (ikan butana), Scaridae (kakatua), Lutjanidae (kakap) dan Lethrinidae (lencam).

Tabel 3. Biomassa ikan karang (gram) dari 7 suku terpilih menurut lokasi penelitian 2019
Table 3. Reef fish biomass of seven families based on study sites 2019

NO	BIOMASSA – BIOMASS	LOKASI PENELITIAN – STUDY SITES														
		WNIC 01	WNIC 02	WNIC 03	WNIC 04	WNIC 05	WNIC 06	WNIC 07	WNIC 08	WNIC 09	WNIC 10	WNIC 11	WNIC 12	WNIC 13	WNIC 14	WNIC 15
1	SERRANIDAE	7.659	2.150	5.664	4.585	3.236	3.103	1.491	2.616	5.821	3.957	5.632	5.954	1.3363	5.949	5.650
2	LUTJANIDAE	10.530	23.736	30.847	38.619	2.683	17.380	3.402	2.202	7.470	13.613	21.664	25.901	2.4048	44.940	9.101
3	LETHRINIDAE	3.460	4.268	7.805	18.557	5.826	4.259	2.254	6.547	6.479	14.594	7.016	7.829	3.6110	9.097	4.112
4	HAEMULIDAE	2.597		1.884	1.438	839	2.090	787	428	6.548		711	717	0	1.618	358
5	ACANTHURIDAE	28.093	28.324	34.798	55.706	5.058	27.830	25.247	16.291	24.108	29.657	7.831	18.956	2.3847	15.234	8.553
6	SCARIDAE	12.611	11.607	19.527	24.497	16.805	14.355	7.738	20.391	15.781	23.629	22.784	19.774	19.410	13.203	28.684
7	SIGANIDAE	1.916	2.319	3.334	5.639	1.190	4.012	605	1.648	411	656	4.451	1050	1068	6.696	1.410
Total Biomassa- Biomass (gram /350 m ²)		66.866	72.403	103.859	149.040	35.637	73.029	41.525	50.123	66.618	86.106	70.089	80.180	117.84	96.737	57.868

Ikan Indikator

Jumlah jenis ikan indikator dari kelompok koralivora (Chaetodontidae) dalam skala wilayah yang ditemukan pada 2019 adalah 32 spesies. Kehadiran ikan indikator mengalami peningkatan di 10 stasiun. Jumlah jenis tertinggi ditemukan di stasiun WNIC 04 dan WNIC 13, dimana tahun sebelumnya jumlah tertinggi masih di stasiun WNIC 03 dan 13.

Jumlah individu koralivora bervariasi antara stasiun, yaitu tertinggi 294 ekor/350 m² dan terendah 49 individu/350 m². Jenis ikan indikator yang termasuk

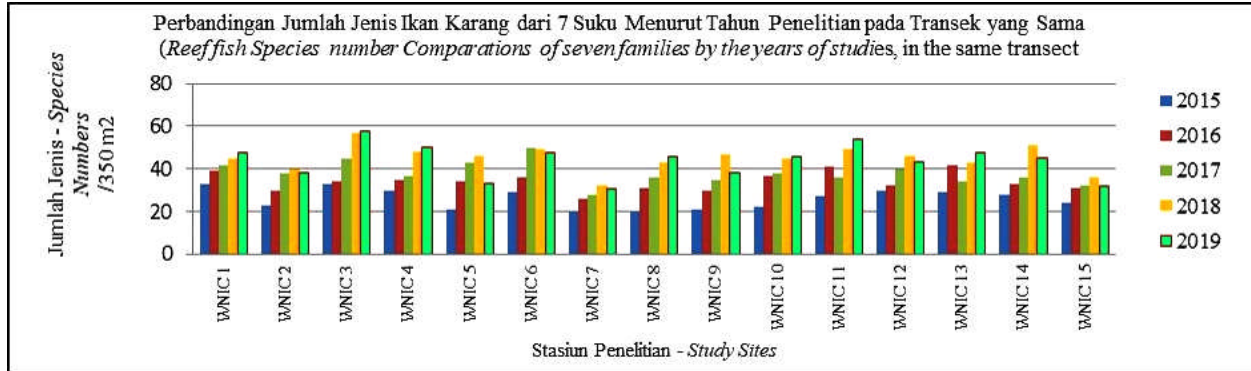
sepuluh besar berturut-turut *Hemitaenichthys polylepis*, *Chaetodon kleinii*, *Forcipiger flavissimus*, *Chaetodon lunulatus*, *Chaetodon melannotus*, *Chaetodon punctatofasciatus*, *Heniochus chrysostomus*, *Heniochus varius*, *Chaetodon rafflesii*, dan *Chaetodon ornatissimus*.

Perkembangan

Perubahan-perubahan jumlah jenis antar stasiun menurut tahun penelitian, dari 2015 sampai 2019, disajikan pada Gambar 2. Pada sebagian besar stasiun penelitian terjadi penambahan jenis sejak

2015. Hal ini menunjukkan bahwa terumbu karang sebagai habitat ikan masih mendukung dan mampu mempertahankan keanekaragaman ikan karang. Sebagian besar jenis ikan termasuk jenis-jenis yang memiliki afinitas atau asosiasi yang kuat terhadap

substrat terumbu di masing-masing stasiun penelitian, sehingga dapat mempertahankan komposisi jenis yang spesifik menurut kompleksitas terumbu karang di masing-masing stasiun.

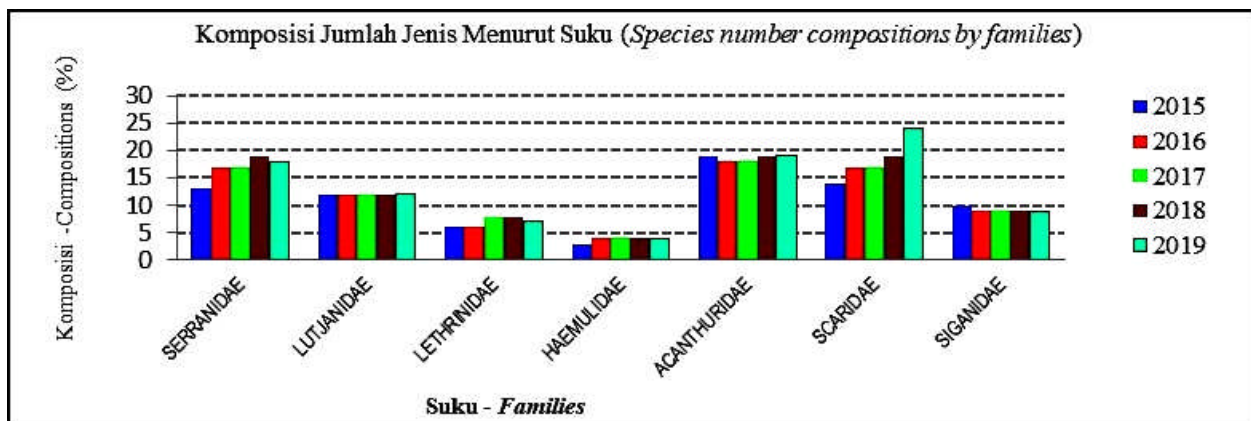


Gambar 2. Perkembangan jumlah jenis ikan karang menurut lokasi penelitian tahun 2015-2019.
 Figure 2. Trends of reef fish species numbers based on study sites in 2015-2019.

Dalam hal ini, seperti terjadinya perubahan dalam skala lokal per stasiun, komposisi jenis dan dominasi suku antar tahun penelitian juga mengalami perubahan jumlah jenis dalam skala wilayah. Nama-nama jenis yang hadir untuk masing-masing suku selalu teridentifikasi kembali setiap tahun. Namun perubahan jumlah jenis disebabkan oleh jenis ikan yang tidak muncul kembali pada stasiun yang sama tetapi digantikan oleh munculnya jenis lain dengan alasan musim atau mobilitas yang tinggi dari ikan tertentu. Total jenis menurut nama jenis yang muncul adalah 111 jenis, karena sebagian besar jenis ikan karang lebih bersifat sebagai penetap (resident), sehingga keragaman jenis tetap dapat dipertahankan pada skala wilayah. Dari 111 jenis yang tersedia, variasi jumlah jenis yang muncul dari tahun 2015 sampai dengan 2019 adalah masing-masing 77, 83,

85, 90, dan 95 jenis. Dengan demikian, menurut nama jenis yang tidak muncul pada tahun 2019 adalah sebanyak 16 jenis ikan karang.

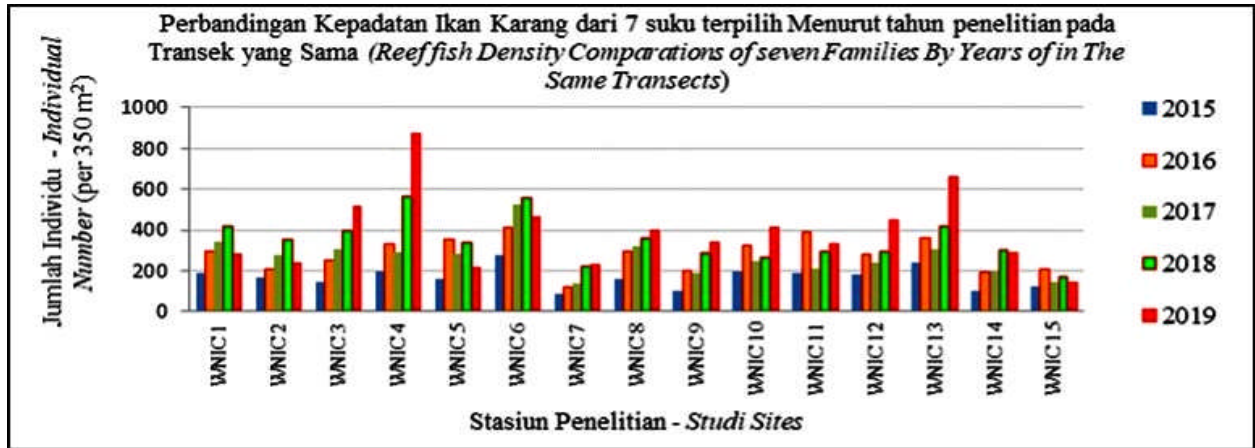
Dalam skala wilayah, dominasi suku menurut kehadiran jenis dari yang tertinggi sampai terendah memiliki kecenderungan yang sama selama 5 tahun terakhir (gambar 3), yaitu berurutan dari Acanthuridae, Scaridae, Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Sigandae dan Haemulidae. Suku Acanthuridae, Lutjanidae, Lethrinidae dan Haemulidae cenderung tidak mengalami perubahan dalam komposisi jenis yang muncul dalam masa 5 tahun. Sebaliknya suku Scaridae dan Serranidae mengalami peningkatan jumlah jenis dalam 5 tahun dan Siganidae mengalami sedikit penurunan jumlah jenis.



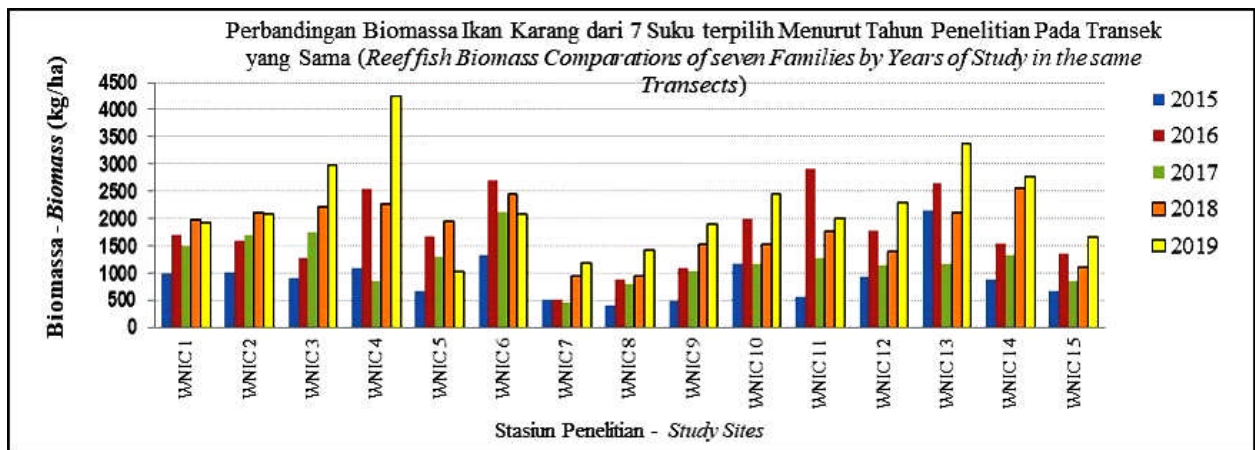
Gambar 3. Perkembangan komposisi jumlah jenis ikan karang tahun 2015-2019.
 Figure 3. Trends of species number compositions of reef fish in 2015-2019.

Pola kepadatan dan biomassa ikan karang menurut stasiun umumnya mengalami perubahan selama lima tahun terakhir (Gambar 4 dan Gambar 5). Peningkatan yang tajam terjadi pada stasiun WNIC 04 dan WNIC 13, yaitu sebagai akibat dari ikan-ikan yang bersifat koloni melimpah jumlahnya, seperti ikan

kakap. Sedangkan stasiun lainnya mengalami peningkatan dalam pola yang berfluktuasi tetapi terhingga meningkat dibanding pada awal 2015. Hal ini menunjukkan bahwa pada setiap stasiun tidak ada gangguan pada habitat.



Gambar 4. Perkembangan kepadatan ikan karang menurut lokasi penelitian tahun 2015-2019.
Figure 4. Trends of reef fish density based on study sites in 2015-2019.



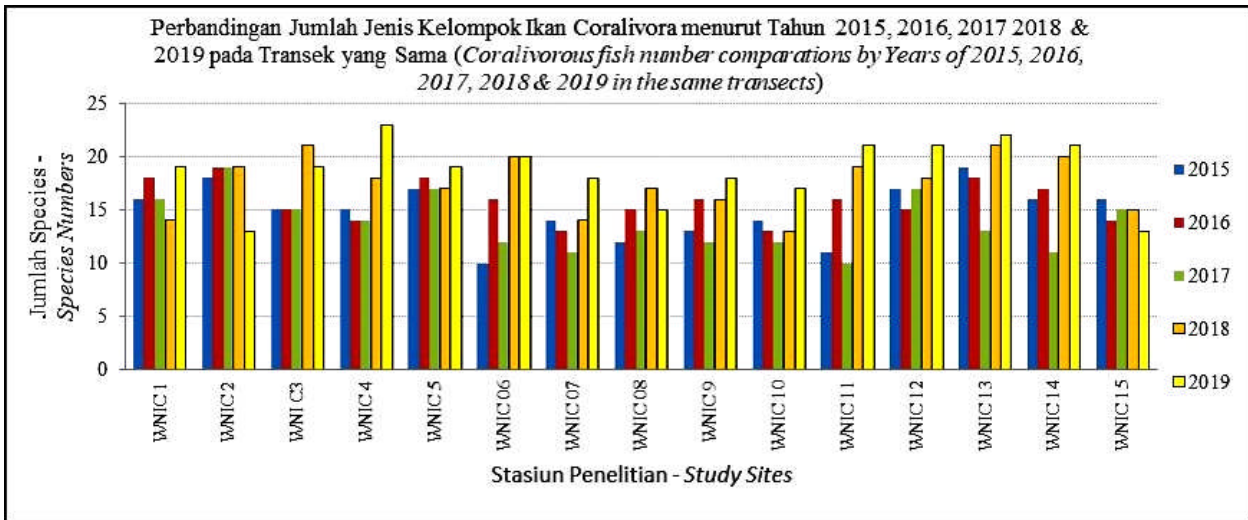
Gambar 5. Perkembangan biomassa ikan karang menurut lokasi penelitian tahun 2015-2019.
Figure 5. Trends of reef fish biomass based on study sites in 2015-2019.

Pola jumlah jenis ikan koralivora (Chaetodontidae) pada skala wilayah dalam 5 tahun terakhir mengalami peningkatan, tetapi rata-rata kepadatan menurun (Tabel 4). Pola jumlah jenis ikan koralivora pada skala lokal di sebelas stasiun terjadi peningkatan jumlah jenis, sebaliknya di 4 stasiun terjadi penurunan jumlah jenis (Gambar 6). Pola kepadatan ikan koralivora

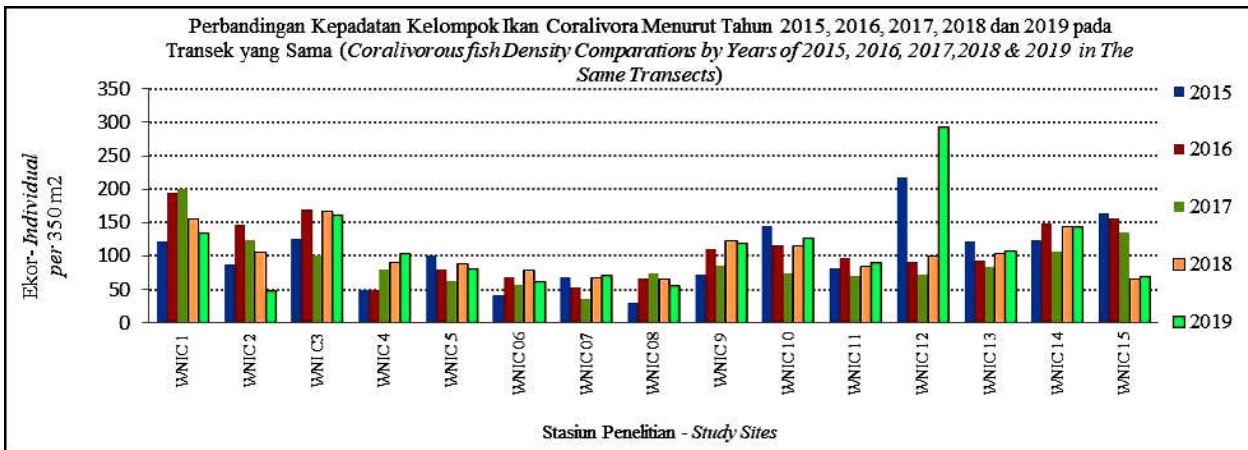
dalam 5 tahun terakhir menurun di 5 stasiun, sebaliknya meningkat di 8 stasiun dan tidak berubah di 2 stasiun (Gambar 7). Dominasi jenis selama 5 tahun terjadi pada jenis *Hemitaenichthys polylepis* dan sepuluh terbesar menurut jumlah individualnya diwakili oleh jenis-jenis yang sama (Tabel 5).

Tabel 4. Perkembangan kepadatan dan jumlah jenis coralivora pada tahun 2015-2019
Table 4. Trends of coralivore density and species numbers in 2015-2019

2015		2016		2017		2018		2019	
Rata-Rata Kepadatan (Density Means) (ekor-ind/350m ²)	Jumlah Jenis (Species Numbers) (Species)	Rata-Rata Kepadatan (Density Means) (ekor-ind/350m ²)	Jumlah Jenis (Species Numbers) (Species)	Rata-Rata Kepadatan (Density Means) (ekor-ind/350m ²)	Jumlah Jenis (Species Numbers) (Species)	Rata-Rata Kepadatan (Density Means) (ekor-ind/350m ²)	Jumlah Jenis (Species Numbers) (Species)	Rata-Rata Kepadatan (Density Means) (ekor-ind/350m ²)	Jumlah Jenis (Species Numbers) (Species)
130	15	109,4	16	90,6	14	104	19	111	32



Gambar 6. Perkembangan keanekaragaman jenis ikan koralivora menurut lokasi penelitian tahun 2015-2019. Figure 6. Trends of coralivorous fish diversity based on study sites in 2015-2019.



Gambar 7. Perkembangan kepadatan ikan koralivora menurut lokasi penelitian tahun 2015-2019. Figure 7. Trends of coralivorous fish density based on study sites in 2015-2019.

Tahun Pemantauan – Monitoring Years				
2015	2016	2017	2018	2019
<i>Hemitaichthys polylepis</i>	<i>Hemitaichthys polylepis</i>	<i>Hemitaichthys polylepis</i>	<i>Hemitaichthys polylepis</i>	<i>Hemitaichthys polylepis</i>
<i>Chaetodon kleinii</i>	<i>Chaetodon kleinii</i>	<i>Chaetodon kleinii</i>	<i>Forcipiger flavissimus</i>	<i>Chaetodon kleinii</i>
<i>Forcipiger flavissimus</i>	<i>Forcipiger flavissimus</i>	<i>Forcipiger flavissimus</i>	<i>Chaetodon kleinii</i>	<i>Forcipiger flavissimus</i>
<i>Chaetodon trifasciatus</i>	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>	<i>Chaetodon melannotus</i>	<i>Heniochus varius</i>	<i>Chaetodon lunulatus</i>
<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>	<i>Chaetodon trifasciatus</i>	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>	<i>Chaetodon melannotus</i>
<i>Chaetodon melannotus</i>	<i>Chaetodon melannotus</i>	<i>Heniochus varius</i>	<i>Chaetodon melannotus</i>	<i>Chaetodon punctatofasciatus</i>
<i>Heniochus varius</i>	<i>Heniochus varius</i>	<i>Chaetodon lunulatus</i>	<i>Heniochus chrysostomus</i>	<i>Heniochus chrysostomus</i>
<i>Chaetodon vagabundus</i>	<i>Chaetodon lunulatus</i>	<i>Heniochus chrysostomus</i>	<i>Chaetodon lunulatus</i>	<i>Heniochus varius</i>
<i>Chaetodon unimaculatus</i>	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	<i>Chaetodon unimaculatus</i>	<i>Heniochus singularis</i>	<i>Chaetodon rafflesii</i>
<i>Heniochus chrysostomus</i>	<i>Heniochus chrysostomus</i>	<i>Chaetodon baronessa</i>	<i>Chaetodon vagabundus</i>	<i>Chaetodon ornatus</i>

Bahasan

Variasi jumlah jenis di setiap lokasi

Komposisi jenis dari 7 suku terpilih yang hampir tidak berubah antara tahun penelitian adalah adanya pola variasi jumlah jenis antara masing-masing stasiun transek (Gambar 3). Sebaliknya total jumlah jenis sebagai pola keragaman wilayah atau regional antar tahun pemantauan terjadi sedikit kenaikan, yang ditandai oleh adanya jenis ikan yang menghilang

dan adanya ikan jenis lain yang baru teridentifikasi di area transek. Jumlah total jenis ikan menurut wilayah yang teridentifikasi pada semua lokasi penelitian di Wakatobi pada 2019 mencapai 95 jenis dari yang seharusnya ditemukan 111 jenis di semua lokasi penelitian sejak tahun basis 2015, namun kehadiran jenis ikan karang target pada masing-masing stasiun transek jauh di bawah nilai total tersebut. Dalam hal ini tidak setiap stasiun menunjukkan pola keragaman wilayah karena setiap stasiun memiliki pola komposisi

jenis secara lokal (tiap transek) yang masing-masing dipengaruhi oleh kompleksitas dasar terumbu dan daya dukung terumbu karang masing-masing (Caley, 1995). Menurut hasil penelitian COREMAP-CTI LIPI (Abrar *et al.*, 2017), status kesehatan terumbu karang di perairan Wakatobi di 15 stasiun penelitian meliputi 8 stasiun dengan kriteria tutupan karang batu cukup baik (26% - 50%) dan 7 stasiun dengan kriteria tutupan karang batu kurang baik (0% - 25%). Kondisi ini kemudian menjadi lebih meningkat pada 2018, yaitu 10 stasiun dengan kriteria tutupan karang batu cukup baik dan 5 stasiun kurang baik. Mengacu pada tutupan karang hidup dari hasil penelitian Tuti *et al.* (2018), maka keragaman ikan karang yang relatif tinggi ditemukan pada 4 stasiun dengan kondisi tutupan karang antara 30,5% dan 46,7% dan 2 stasiun dengan kondisi karang antara 23,3% dan 24,1%.

Gambar 2 menunjukkan peta keanekaragaman ikan karang di perairan Wakatobi. Perbedaan kekayaan jenis tersebut lebih dinilai dari aspek fungsional dari pada aspek filogenetik. Pada aspek fungsional, keanekaragaman yang terbentuk adalah sebagai pengaruh fungsi hubungan organisme dengan masing-masing mikrohabitatnya dimana proses biogeokimiawi terjadi. Sementara keanekaragaman filogenetik lebih menunjukkan perkembangan evolusi dari organisme (Holt *et al.*, 2013). Variasi keanekaragaman di perairan Wakatobi diasumsikan berhubungan dengan aspek fungsional tersebut. Setiap jenis memiliki fungsi atau peran dalam setiap substrat terumbu dalam kaitannya dengan mikro habitat, makanan, kebiasaan makan dan simbiosis.

Perbedaan alamiah atau adanya gangguan pada substrat tersebut akan menyebabkan perbedaan dalam komposisi ikan karang. Dengan demikian, variasi keragaman jenis seperti ini dapat ditemukan di lokasi penelitian lain, karena faktor perbedaan kompleksitas substrat dasar atau rugositas dari topografi substrat perairan karang menciptakan keberagaman dan komposisi jenis ikan karang yang berbeda (Carpenter *et al.* 1981; Gladfelter & Gladfelter, 1978). Hal ini lebih berkaitan dengan tutupan karang dan relung ekologis yang tersedia, sehingga setiap jenis ikan dapat berperan sesuai dengan fungsinya (Gladfelter *et al.*, 1980, Bell & Galzin, 1984, Roberts & Ormond, 1987).

Stasiun penelitian dengan keragaman ikan karang tertinggi dapat dianggap sebagai habitat yang terbaik (Luckhurst & Luckhurst 1978). Komposisi jenis ikan karang dipandang tidak akan berubah karena ikan karang kebanyakan adalah penetap (resident) dan berasosiasi sangat kuat dengan mikro habitatnya, dimana jarak mobilitas ikan karang umumnya rendah

(Komyakova *et al.*, 2013). Untuk alasan ini, jenis-jenis yang sama dan yang mobilitasnya rendah akan selalu dijumpai pada tempat yang sama. Tujuh suku ikan karang yang menjadi parameter pemantauan tersebut umumnya terdiri atas jenis-jenis penetap dengan pergerakan yang terbatas (Allen & Erdmann, 2012). Kehilangan atas jenis-jenis tersebut hanya terjadi jika adanya gangguan fungsi jenis pada relungnya (*niches*) yang berubah atau adanya gangguan pada ekosistem secara fisik dalam jangka waktu yang lama atau kontinyu (Gladfelter & Gladfelter, 1978; Sale, 1980).

Umumnya perubahan antar waktu di setiap stasiun yang dianggap biasa terjadi pada komposisi jenis, kepadatan populasi dan biomassa. Hal ini berhubungan dengan dinamika dari jumlah ikan di antara peristiwa rekrutmen dan pemanfaatan di sektor perikanan (Sadovy, 2103), serta berkaitan dengan sifat asosiasinya pada kompleksitas topografis dan ketersediaan sumber daya penting seperti makanan, pelindung dan ruang hidup (Komyakova *et al.*, 2013), atau adanya kesempatan kehadiran beberapa jenis ikan pada habitat yg sama atau berbeda dan dalam waktu yang berbeda karena dapat diakomodasi dalam interaktif komunitas ikan pada waktu tertentu, seperti adanya beragam faktor kompetisi yang merubah pendudukan ikan dan/atau adanya berbagi sumberdaya yang dengannya individual ikan dapat hidup bersama, sehingga hal ini lebih dianggap sebagai faktor penentu komposisi jenis ikan, meskipun kesesuaian persyaratan lingkungan juga dianggap faktor penting. Oleh karena itu dalam pengulangan sensus ikan pada waktu dan lokasi yang berbeda akan menunjukkan variasi yang tinggi (Smith, 1978).

Kepadatan Ikan

Lokasi terpadat umumnya dihuni oleh populasi ikan-ikan berkoloni besar yang lebih menyukai relif terumbu berupa lereng. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah populasi "*schooling*" di wilayah tubir membuat lokasi terumbu menjadi lebih padat, sementara pada rata-rata terumbu lebih umum dihuni oleh ikan yang bersifat soliter (individual). Kelompok suku dengan kelimpahan dan biomassa yang tinggi adalah Acanthuridae (butana), Scaridae (kakap), dan Lutjanidae (kakap).

Seperti disebutkan di atas, populasi "*schooling*" maupun ukuran tubuh ikan yang besar banyak dijumpai di lokasi penelitian, sehingga kondisi seperti ini memberikan nilai biomassa ikan karang menjadi lebih tinggi dan memiliki kecenderungan meningkat setiap tahun di hampir semua lokasi (Gambar 5). Untuk kelompok ikan target memberikan kontribusi

sediaan rata-rata 1.325 ± 512 kg per hektar. Jika dibandingkan dengan hasil pendataan di perairan Gilimatra Lombok dimana sediaan ikan karang 1,1 ton per ha (Edrus & Suharti, 2016), maka sediaan ikan karang di Wakatobi lebih besar.

Keragaman Ikan Indikator

Jenis ikan kelompok Chaetodontidae meningkat dari 15 jenis menjadi 32 jenis. Hal ini menunjukkan bahwa perairan terumbu karang Wakatobi secara umum tergolong masih baik karena adanya dukungan jenis dan lifeform karang batu yang sesuai atau ketersediaan makanan favorit (diet) bagi banyak jenis Chaetodontidae (Vivien & Navarro. 1983).

Kehadiran jenis kelompok ikan koralivora bervariasi dalam setiap tahun monitoring, yaitu antara 14 jenis pada 2015 sampai 32 jenis pada 2019 dan hanya 9 jenis yang selalu muncul pada setiap stasiun (Tabel 5). Ikan koralivora berenang dari satu bagian karang ke bagian yang lain untuk alasan makanan kesukaannya, tetapi tidak keluar dari teritorial dan rentang kediamannya (Reese, 1989). Oleh karena itu jenis-jenis yang sama selalu muncul di wilayah yang sama pada waktu yang berbeda (Tabel 5). Variasi kehadiran jenis dan variasi jumlah ikan kepe-kepe tersebut mungkin dapat dipertimbangkan dari beberapa faktor, seperti keterkaitannya dengan kondisi karang batu, kebiasaan makan atau diet, relief terumbu atau kedalaman perairan. Adapun jenis *Chaetodon klenii*, *Chaetodon vagabundus* dan *Heniochus varius* dapat hidup pada rentang kondisi substrat karang yang luas, baik kondisi rusak maupun sehat karena makanannya (diet) yang lebih bervariasi (*omnivora*). Sebaliknya jenis *Hemitaurichthys polylepis* tidak muncul di setiap stasiun, tetapi kemunculannya pada suatu stasiun selalu dalam jumlah yang banyak atau bergerombol. Jenis *Hemitaurichthys polylepis* mendominasi kelompok Chaetodontidae karena selalu hadir dalam jumlah individu yang terbanyak, khususnya pada kondisi lereng terumbu karang. Kecuali itu, *lifeform* karang dan jenis karang batu tertentu, seperti karang tabulet dan acropora, menentukan kehadiran ikan dari jenis *Chaetodon trifasciatus*, *Chaetodon punctatofasciatus*, dan *Chaetodon melannotus* (Reese. 1977; 1981; Edrus & Syam. 1998; Vivien & Navarro. 1983). Menurut Suryanti (2011) yang berhasil mengidentifikasi 17 jenis kepe-kepe di Pulau Sambangan Kepulauan Karimun Jawa, Jepara, Jawa Tengah, menjelaskan bahwa kehadiran ikan kelompok Chaetodontidae memiliki hubungan kuat (signifikan) dan positif pada tutupan karang batu di kedalaman 3 meter, sebaliknya kurang kuat pada kedalaman lebih dari 10 meter. Menurut Suharti (2012) yang berhasil mengidentifikasi 12 jenis

kepe-kepe di karang Bongkok Kepulauan Seribu, bahwa kelimpahan individu berkorelasi positif pada kondisi tutupan karang batu. Jadi kedalaman atau relief terumbu perairan juga berpengaruh pada jumlah jenis yang hadir di suatu perairan dan pola keberadaan juga akan menurut kedalaman.

Ikan kepe-kepe memiliki kebiasaan makan yang sangat beragam. Ikan ini mendapat makanan pada karang (karang keras atau lunak), alga, invertebrata benthik (bergerak atau menetap, termasuk cacing polichaeta dan krustacea) dan/ atau plankton (Reese 1977; Sano 1989). Menurut Gregson *et al.* (2008), semua jenis Chaetodontidae aktif sepanjang hari mencari makan, yang mana tipe *corallivora obligate* memiliki laju makan pada setiap waktu dari pada tipe *corallivora facultatif* atau *non-corallivora*. Untuk suatu perkecualian adalah jenis *Chaetodon ephippium* pada saat berpasangan memiliki laju makan lebih dibandingkan pada saat sendiri-sendiri. Koralivora *obligate* memiliki kompensasi karena mangsa yang berkualitas rendah sehingga porsi makannya lebih banyak setiap hari (Zekeria *et al.*, 2002). Gregson *et al.* (2008) menggolongkan *Chaetodon baronessa* dan *Chaetodon trifascialis* sebagai *corallivora obligate*, sedangkan *Chaetodon citrinellus*, *Chaetodon rafflesii*, *Chaetodon kleinii*, *Chaetodon speculum*, *Chaetodon unimaculatus*, *Chaetodon melannotus*, *Chaetodon ulietensis*, dan *Chaetodon lunula* sebagai *corallivora fakultatif*, sementara *Chaetodon ephippium*, *Chaetodon vagabundus*, *Chaetodon semeion*, dan *Chaetodon auriga* sebagai *non-corallivora*. Jadi pola diet makanan juga menentukan dimana biasanya ikan kepe-kepe dapat ditemukan.

Dari segi dominasi individu, sepuluh besar terbanyak yang dijumpai di area transek umumnya adalah tergolong koralivora *fakultatif* dan hanya sedikit dari golongan koralivora *obligate* dan *non-corallivora*. Kelompok sepuluh besar tersebut hampir mendiami seluruh lokasi penelitian, seperti dijelaskan di atas bahwa 9 jenis yang mendominasi terdapat pada semua stasiun (Tabel 8).

KESIMPULAN

Secara umum struktur komunitas ikan karang di perairan Wakatobi mengalami peningkatan dan masih cukup baik dari aspek keragaman dan biomassa ikan karang. Untuk kategori wilayah, dalam lima tahun terakhir sedikit mengalami peningkatan pada ketiga aspek tersebut, baik untuk ikan karnivora dan herbivora. Keragaman jenis ikan karang 7 suku terpilih di tingkat lokal, seperti juga kepadatan dan biomasnya, meningkat di masing-masing stasiun penelitian sejak tahun 2015. Sebaliknya, untuk

kelompok ikan koralivora mayoritas keragaman di tingkat wilayah meningkat tajam, tetapi kepadatan menurun. Keragaman koralivora ditingkat lokal mayoritas meningkat dan kepadatan di tingkat lokal hanya beberapa stasiun yang meningkat, selebihnya sama atau menurun jika dibandingkan dengan tahun 2015.

PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang Tahun Anggaran 2015 s/d 2019 di Kabupaten Wakatobi yang terselenggara atas kerjasama COREMAP – CTI dan Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrar, M., Hadi, T.A., & Budianto, A. (2017). *Status Terumbu Karang Indonesia 2017*. COREMAP-CTI, Pusat Penelitian Oseanografi- LIPI. 42 hal.
- Allen, G.R., & Erdmann, M.V. (2012). *Reef Fishes of the East Indies. 1st Vol to 3rd Vol.* (p. 1.260). Perth, Australia: Tropical Reef Research.
- Badrudin, Aisyah., & Wiadnyana. N.N. (2010). *Indeks Kelimpahan Stok dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Demersal di WPP Laut Jawa. Laporan Akhir untuk Program Insentif PKPP Ristek.* (71 hal.). Jakarta: Balai Penelitian Perikanan Laut.
- Bell, J.D., & Galzin, R. (1984). Influence of live coral cover on coral reef fish communities. *Mar Ecol. Prog. Ser.* 15, 265-274.
- Berkepile, D.E., & Hay, M.E. (2008). Herbivore species richness and feeding complementarity affect community structure and function on a coral reef. *PNAS* 105: 16201–16206.
- Bruno, J. (2008). Grazer composition an important factor in controlling macroalgae. <http://www.climateshifts.org/?p=597>. Accessed On October 20, 2008.
- Bruno, J.F. & Selig, E.R. (2007). Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons. *PLoS One* 2, e711.
- Burke, L., Reynter, K., Spalding, M., & Perry, A. (2012). Reefs at risk revisited in the Coral Triangle. (86 pp.) Washington D.C.: World Resources Institute, <http://www.wri.org/publication/reefs-at-risk-revisited-coral-triangle>. Accessed 21 December 2013.
- Caley, M. J. (1993). Predation, recruitment and the dynamics of communities of coral-reef fishes. *Marine Biology*, 117, 33-43.
- Carpenter, K.E., Micalot, R.I., Albaladejo, V.D., & Corpuz, V.T. (1981). The influence of substrate structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp., Manila 2*, 497-502.
- Cesar, H. , Burke, L., & Pet-Soede, L. (2003). *The Economics of Worldwide Coral Reef Degradation.* (24 pp.). Arnhem, Netherlands : Cesar Environmental Economics Consulting (CEEC) Publ.
- Cheney, K.L., & Côté, I.M. (2003). Habitat choice in adult longfin damselfish: territory characteristics and relocation times. *J. of Exp. Mar. Biol. and Ecol.* 287, 1-12. [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(02\)00500-2](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(02)00500-2)
- Edrus, I.N., & Syam, A.R. (1998). Sebaran Ikan Hias Suku Chaetodontidae di Perairan Karang Pulau Ambon dan Peranannya dalam Penentuan Kondisi Terumbu Karang. *J. Lit. Perikan. Ind.* 4 (3), 1 – 9. DOI:<http://dx.doi.org/10.15578/jppi.4.3.1998.1-10>
- Edrus, I.N. & Suharti, S.R. (2016). Sumberdaya Ikan Karang di Taman Wisata Alam Gili Matra, Lombok Barat. *J. Lit. Perikan. Ind.* Vol 22 (4), 225 – 242. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jppi.22.4.2016.225-242>
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1994). *Survei manual for Tropical marine Resources.* Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science.
- Fidelman, P., Evans, L., Fabinyi, M., Foale, S., Cinner, J., & Rosen, F. (2012). Governing large-scale marine commons: contextual challenges in the Coral Triangle. *Mar Policy* 36, 42–53 <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.03.007>
- Froese, R., & D. Pauly. Editors. 2014. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (04/2014).
- Gladfelter, W. B. & Gladfelter, E. H. (1978). Fish community structure as a function of habitat structure on West Indian patch reefs. *Rev. Biol. Trop.* 26 (Suppl. 1), 65-84.
- Gladfelter, W.B., Ogden, J.C. & Gladfelter, E.H. (1980). Similarity and Diversity Among Coral Reef Fish Communities: A Comparison between Tropical Western Atlantic (Virgin Islands) and Tropical Cen-

- tral Pacific (Marshall Islands) Patch Reefs. *Ecology* 61, 1156–1168.
- Gomez, E.D., & Yap, H.T. (1988). Monitoring Reef Condition. In: *Coral Reef Management Handbook*. R.A. Kenchington and B.E.T. Hudson (Eds). (p. 171). Jakarta, Indonesia: Unesco Publisher.
- Gregson, M.A., Pratchett, M.S., Berumen, M. L., & Goodman, B.A. (2008). Relationships between butterflyfish (Chaetodontidae) feeding rates and coral consumption on the Great Barrier Reef. *Coral Reefs*. 27, 583–591 Springer-Verla; DOI 10.1007/s00338-008-0366-7.
- Holt, B.G., Nieto, R.R., MacNeil, M.A., Lupton, J., & Rahbek, C. (2013). Comparing diversity data collected using a protocol designed for volunteers with results from a professional alternative. *Methods in Ecology and Evolution*. 4, : 383–392. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12031>
- Kawasaki, H., Sano, M. & Shibuno, T. (2003). The relationship between habitat physical complexity and recruitment of the coral reef damselfish, *Pomacentrus amboinensis*: an experimental study using small-scale artificial reefs. *Ichthyology Research*. 50, 73-77. <https://doi.org/10.1007/s102280300010>
- Komyakova, V., Munday, P.L. & Jones, G.P. (2013). Relative Importance of Coral Cover, Habitat Complexity and Diversity in Determining the Structure of Reef Fish Communities. *PLoS ONE* 8 (12), e83178.
- Kuiter, R.H., & Tonozuka, T. (2001). Pictorial Guide to : Indonesian Reef Fishes. Australia: Zoonetics Publ. Seaford VIC 3198.
- Luckhurst, B. E., & Luckhurst, K. (1978). Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Mar. Biol.* 49, 317-323.
- McManus, J. W., Miclat, R.I., & Palaganas, V.P. (1981). Coral and fish community structure of Sombrero Island. Batangas. Philippines. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp., Manila 2*, 271-280.
- Obura, D.O., & Grimsdith, G. (2009). Resilience Assessment of coral reefs – Assessment protocol for coral reefs focusing on coral bleaching and thermal stress. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs. (70 pp.). Gland. Switzerland: IUCN.
- Pet-Soede, L., Cesar, H., & Pet, J. (1996). “Blasting Away: The Economics of Blast Fishing on Indonesian Coral Reefs,” in: *Collected Essays on the Economics of Coral Reefs*. (pp. 77-84). H. Cesar (ed). Washington, DC: World Bank.
- Pratchett, M. S., Graham, N.A.J., & Cole, A.J. (2013). Specialist corallivores dominate butterflyfish assemblages in coral dominated reef habitats. *Journal of Fish Biology*. 82 (4), 1177-1191. doi: 10.1111/jfb.12056
- Radu, L., Prianto, A.L., & Tahir, M.M. (2012). Good Coral Governance (Inovasi Pengelolaan Terumbu Karang) Kabupaten Wakatobi. *Jurnal Ororitas*. Vol. II (2), 165 – 179. DOI: <https://doi.org/10.26618/ojip.v2i2.50>
- Ramadhan, A., Lindawati, & Kurniasari, N. (2016). Nilai Ekonomi Eksistem Terumbu Karang di Kabupaten Wakatobi. *J. Sosek Kelautan dan Perikanan*, 11 (2), 133-146. DOI: <http://dx.doi.org/10.15578/jsekp.v11i2.3834>
- Reese, E. (1977). Coevolution of Coral and Coral Feeding Fishes of Family Chaetodontidae. *Proceeding of the third International Coral Reef Symposium* 1, 267-274.
- Reese, E. (1981). Predation on corals by fishes of the family Chaetodontidae: implication for conservation and management of coral reef ecosystem. *Bulletin of Marine Science* 31 (3): 594-604.
- Reese, E.S. (1989). Orientation behavior of butterflyfishes (family Chaetodontidae) on coral reefs: spatial learning of route specific landmarks and cognitive maps. In: *The butterflyfishes: success on the coral reef*. Series of Developments in environmental biology of fishes. (Vol. 9 pp 79-86). Netherlands: Springer Publ.
- Risk, M. J. (1972). Fish diversity on a coral reef in the Virgin Islands. *Atoll Res. Bull.* 193, 1-6.
- Roberts, C.M., & Ormond, R.F.G. (1987). Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 41, 1-8. <http://www.ejmanager.com/mnstemps/3/3-1430576594.pdf>
- Sale, P. F. (1980). The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.* 18, 367-421.

- Sano, M. (1989). Feeding habits of Japanese butterflyfishes (Chaetodontidae). *Env. Biol. Fish* 25, 195–203
- Sano, M., Shimizu, M., & Nose, Y. (1984). Changes in the structure of coral reef fish communities by destruction of hermatypic corals: observational and experimental views. *Pacif. Sci.* 38, 51-79.
- Santoso, B. (2009). Memilih Alternatif Pengelolaan Taman Nasional Wakatobi yang efektif. Diakses dari <http://www.dosctoc.com> pada 26 Oktober 2012.
- Smith, C. L. (1978). Coral reef fish communities: a compromise view. *Environ. Biol. Fish.* 3, 109-128 <https://doi.org/10.1007/BF00006312>
- Setiawan, F., Santoso, G., Handoyo, E.W., Setiyawati, T., & Uyun, Y.S. (2013). Kajian Keefektifan Zonasi Berdasarkan Komunitas Ikan Karang di Taman Nasional Bunaken, Sulawesi Utara. (12 hal.). Manado, Indonesia: Balai Taman Nasional Bunaken.
- Suharti, R. (2012). Hubungan kondisi Terumbu Karang dengan Kelimpahan Ikan Chaetodontidae di Pulau Karang Bongkok Kepulauan Seribu. *Thesis Program Pasca Sarjana* (180 hal.). Universitas Terbuka.
- Supriyatna, A. (2018). Ikan Laut ekonomis penting. Blog Informasi dunia kelautan dan perikanan serta kegiatan penyuluhan perikanan, LALUKAN. <https://www.lalukan.com/2018/04/ikan-laut-ekonomis-penting.html>. Accessed April 06, 2018
- Suryanti. (2011). Kondisi Terumbu Karang dengan Indikator Ikan Chaetodontidae di Pulau Sambangan Kepulauan Karimun Jawa. Jepara. Jawa Tengah.
- Buletin Oseanografi Marina*. 2011. (1), 106 -119. DOI: 10.14710/buloma.v1i1.2988
- Talbot, F. H. & Gillbert, A.J. (1981). A comparison of quantitative samples of coral reef fishes latitudinally and longitudinally. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp.*, Manila 2, 485 – 490.
- Tuti, M.I.Y., Suharsono, Suharti, S.R., Cappenberg, H.A.W., Edrus, I.N., Hadi, T.A., Utama, R.S., Rachmawati, S., Darmawan, I.W.E., Sulha, S., Budianto, A., Salatalohi, A., & Hadiyanto, M. (2018). Monitoring Kesehatan Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait di Kabupaten Wakatobi 2018. (89 hal). Jakarta, Indonesia: COREMAP-CTI, P20-LIPI Publ.
- Vivien, H.M.L., & Navarro, Y.B. (1983). Feeding diets and significance of coral feeding among chaetodontidae fishes in Moorea (French Polynesia). *Coral Reefs* 2, 119-127.
- Wikipedia. (2015). Taman Nasional Wakatobi. Diakses dari https://id.wikipedia.org/wiki/Taman_Nasional_Wakatobi. Terakhir diubah pada 4 Juni 2015. pukul 02.55.
- Wilson, J.R. & Green, A.L. 2009. Metode Pemantauan Biologi Untuk Menilai Kesehatan Terumbu Karang dan Efektivitas Pengelolaan Kawasan Konservasi Laut di Indonesia (Terjemahan). Versi 1.0. (46 hal.). Laporan TNC Indonesia MarineProgram No 1/09.
- Zekeria, Z.A., Dawit, Y., Ghebremedhin, S., Naser, M., & Videler, J.J. (2002). Resource partitioning among four butterflyfish species in the Red Sea. *Mar Freshw Res* 53, 163–168.