

**KEANEKARAGAMAN DAN KEMIRIPAN BENTUK PROFIL TERUMBU  
BERDASARKAN IKAN KARANG DAN LIFEFORM KARANG DI  
TELUK DEPAPRE JAYAPURA, PROVINSI PAPUA, INDONESIA**

***DIVERSITY AND SIMILARITY OF REEF PROFILE FORM BASED ON REEF  
FISHES AND REEF LIFEFORM IN DEPAPRE BAY JAYAPURA,  
PAPUA PROVINCE, INDONESIA***

**Yunus Pajanja Paulangan<sup>1,2\*</sup>, Achmad Fahrudin<sup>3,4</sup>, Dewayany Sutrisno<sup>5</sup>,  
dan Dietriech Geoffrey Bengen<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktor Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan,  
Institut Pertanian Bogor, Bogor

<sup>2</sup>Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Cenderawasih

<sup>3</sup>Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB, Bogor

<sup>4</sup>Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, PKSPL-IPB, Bogor

<sup>5</sup>Badan Informasi Geospasial, Cibinong

<sup>6</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

\*E-mail: [ypaulangan@gmail.com](mailto:ypaulangan@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Understanding of diversity, and associations in it, especially reef fish, is very important in the framework of sustainable management. The purpose of this study is to examine the community structure and its similarity based on family abundance of reef fishes and the lifeform. Retrieval of lifeform data using the Point Intercept Transect method, and collection of reef fishes data using the Underwater Visual Census method. Correspondence Analysis is used to describe the similarity of the abundance of reef fishes families and lifeforms to reef profile. The results showed that the total number of reef fish found for indicator fish and targeted fish at 3,666 individuals consisting of 130 species from 26 families, abundance of individuals of the highest target fishes at Tanah Merah Cape, Harlem Cape, Kwahkeboh Island, Sarebo Cape, Amayepa, Amay Cape and Kuburan Tablasufa Cape. Diversity ( $H'$ ) is relatively high, which is around 2.66-3.63, the Similarity Index ( $E$ ) is quite high, which ranges from 0.55 to 0.76 ( $\rightarrow 1$ ), and the Dominance Index ( $D$ ) is low which ranges 0.03-0.08 ( $\rightarrow 0$ ). The abundance of reef fishes families and lifeform has similarity to reef profiles.*

**Keywords:** *diversity, abundance, reef fishes, lifeform, Depapre Bay*

**ABSTRAK**

Pemahaman tentang keanekaragaman, dan asosiasi di dalamnya khususnya ikan karang sangat penting dalam rangka pengelolaannya secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji struktur komunitas dan kemiripan berdasarkan kelimpahan famili ikan karang dengan bentuk *lifeform*. Pengambilan data *lifeform* menggunakan metode *Point Intercept Transect*, dan pengambilan data ikan karang menggunakan metode *Underwater Visual Census*. Analisis Korespondensi digunakan untuk menggambarkan kemiripan kelimpahan famili ikan karang dan *lifeform* karang dengan bentuk profil terumbu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total ikan karang yang dijumpai untuk ikan indikator dan ikan target sejumlah 3.666 ekor yang terdiri dari 130 spesies dari 26 famili, kelimpahan individu ikan target tertinggi secara berturut-turut Tanjung Tanah Merah, Tanjung Harlem, Pulau Kwahkeboh, Tanjung Sarebo, Amayepa, Tanjung Amay dan Tanjung Kuburan Tablasufa. Keanekaragaman ( $H'$ ) relatif tinggi, yakni berkisar 2,66-3,63, Indeks Keseragaman ( $E$ ) cukup tinggi yakni berkisar 0,55-0,76 ( $\rightarrow 1$ ), dan Indeks Dominansi ( $D$ ) rendah yakni berkisar 0,03-0,08 ( $\rightarrow 0$ ). Kelimpahan famili ikan karang dan *lifeform* memiliki kemiripan pada bentuk profil terumbu.

**Kata kunci:** keragaman hayati, kelimpahan, ikan karang, *lifeform*, Teluk Depapre

## I. PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang merupakan ekosistem kompleks dan produktif (Bengen, 2013; Marshall and Mumby, 2015), yang berperan penting sebagai habitat dari beragam jenis ikan yang menjadi sumber makanan dan mata pencaharian masyarakat di pesisir dan pulau-pulau kecil. Bengen (2013) mencontohkan, ekosistem terumbu karang Indonesia merupakan salah satu penyuplai stok ikan konsumsi yang diperlukan dunia saat ini, dan 80-85% produksi ikan karang Indonesia berasal dari kawasan pulau-pulau kecil. Gangguan dan kerusakan ekosistem terumbu karang akan memberikan dampak terhadap ekosistem dan pada akhirnya berdampak pada kehidupan manusia. Dalam kondisi skenario terburuk tersebut akan membawa perubahan keanekaragaman hayati dalam ekosistem dan pada akhirnya mengarah pada kepunahan (Ambariyanto, 2017).

Keberadaan ekosistem terumbu karang secara ekologis berfungsi sebagai habitat bagi banyak organisme, termasuk ikan karang. Ikan karang memainkan peran utama secara fungsional dalam ekosistem terumbu karang (Mumby *et al.*, 2004). Oleh karena itu, keberadaan komunitas ikan karang menjadi indikator penting bagi tingkat kesehatan ekosistem terumbu karang (Hourigan *et al.*, 1988; Adrim *et al.*, 2012). Perubahan struktur ikan karang menunjukkan terjadi perubahan di ekosistem (Bell and Galzin, 1984).

Pemahaman terhadap pada kondisi ekosistem sangat penting, termasuk pemahaman terhadap proses yang terjadi di dalamnya. Salah satunya proses yang menarik dalam ekosistem terumbu karang, yakni terkait karakterisasi ikan karang (Grenie *et al.*, 2018). Kondisi ekosistem terumbu karang dapat didekati dengan mengkarakterisasi ikan-ikan karang berdasarkan kelimpahan dan keanekaragaman spesies. Keanekaragaman akan membantu mengumpulkan lebih banyak modal jasa ekologi (modal ekoservis), dan juga digunakan untuk mengevaluasi berbagai dampak aktivitas manusia terhadap fungsi

ekosistem (Palumbi *et al.*, 2009), dan sangat penting terutama dalam menentukan kawasan konservasi dan pengelolanya (Eduardo *et al.*, 2018). Beberapa studi mengungkapkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kehadiran ikan (struktur komunitas dan kelimpahan ikan) di suatu komunitas terumbu karang, antara lain tinggi rendahnya persentase tutupan karang hidup (Bell and Galzin, 1984), zona habitat, seperti *inner reef flat*, *outer reef flat*, *crest*, *reef base*, dan *sand flat* (Green, 1996), dan kedalaman (Smallhorn-West *et al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelimpahan ikan karang, dan struktur komunitas ikan karang berdasarkan Indeks Keanekaragaman (H), Indeks Keseragaman (E) dan Indeks Dominansi (D) serta mengkaji kemiripan kelimpahan famili ikan karang dan *lifeform* dengan berbagai tipe profil terumbu di kawasan Teluk Tanah Merah yang juga dikenal dengan Teluk Depapre.

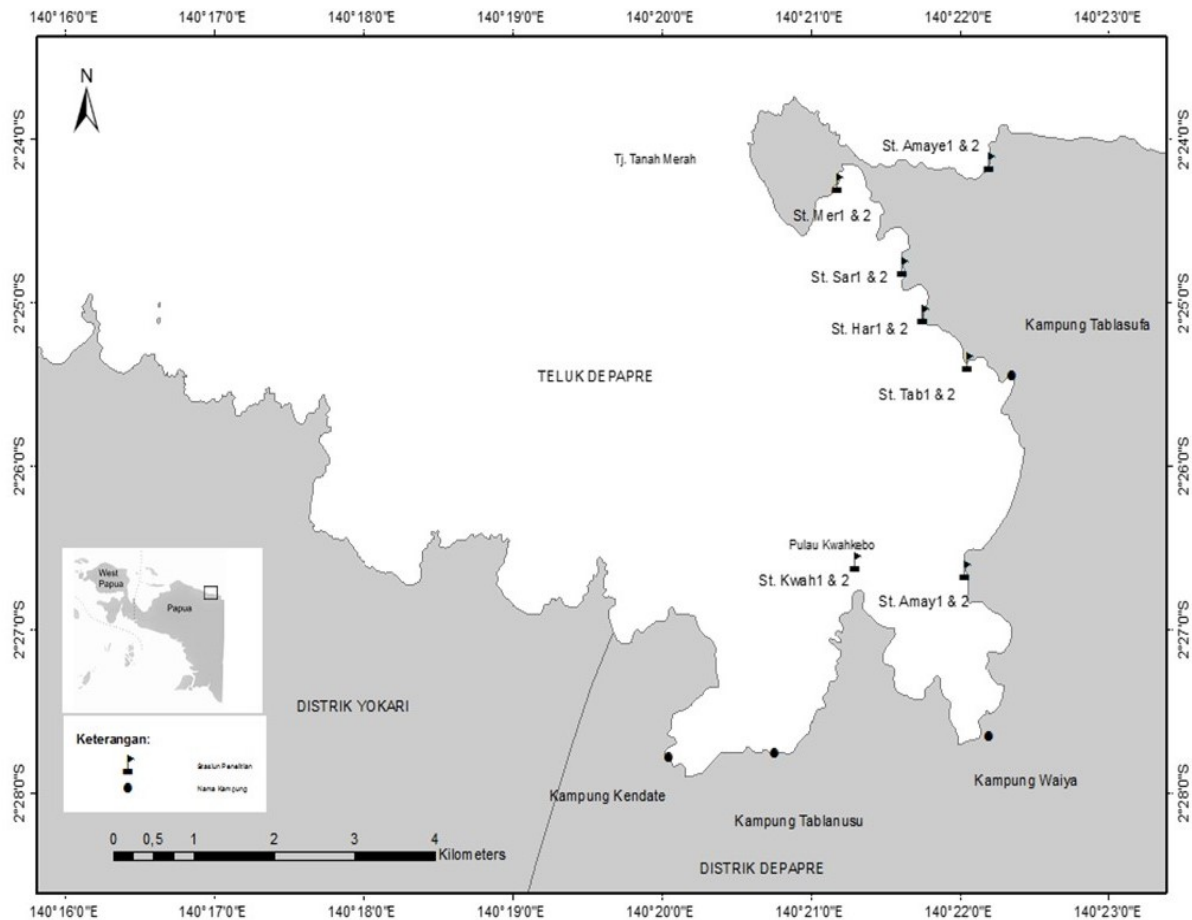
## II. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada 7 (tujuh) stasiun pengambilan data ikan karang yang merepresentasikan bentuk zonasi terumbu karang (Tabel 1), yakni berupa tebing terumbu (*reef crest*), lereng terumbu (*reef slope*) dan rata-rata terumbu (*reef flat*). Pengambilan data persepsi nelayan lokal terkait kategori ikan target dilakukan di 3 (tiga) kampung, yakni Kampung Tablasufa, Tablanusu, dan Waiya yang merupakan suku asli yang mendiami kawasan Teluk Depapre, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua (Gambar 1).

### 2.2. Kategori dan Sumber Data

Kategori data dalam penelitian ini ada dua, yakni data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari survey lapangan dan wawancara. Sedangkan data sekunder dapat diperoleh dari literatur review, dokumen-dokumen dan laporan-laporan dari lembaga yang relevan dengan topik kajian.



Gambar 1. Lokasi Teluk Depapre dan stasiun pengamatan.

### 2.3. Metode Pengumpulan Data

Pengamatan ikan karang dilakukan dengan metode *Underwater Visual Census* (UVC). Pengamatan dilakukan dengan menggunakan meteran sepanjang 10 m sejajar pantai dengan lebar 2,5 m ke kiri dan kanan pada kedalaman sekitar 3-5 m dan 10-13 m dengan 3 kali pengulangan transek yang dimodifikasi dari English *et al.* (1997). Kedalaman ditentukan berdasarkan petunjuk angka kedalaman pada *Depth Gauge* yang terpasang pada *Scuba Diving*.

Metode *Point Intercept Transect* (PIT) digunakan untuk memperkirakan persen tutupan karang dan non-karang, atau karang hidup dengan karang mati. Metode PIT digunakan karena sifatnya cepat, efisien dan memberikan estimasi yang bagus untuk tutupan komunitas bentik (Hill dan Wilkinson, 2004). Data persentase penutupan

karang hidup diperoleh berdasarkan metode PIT melalui persamaan berikut (Facon *et al.*, 2016):

Persentase Tutupan Karang (*life form*)

$$= \frac{\sum T_k}{\sum TT_{tot}} \times 100$$

Keterangan:  $\sum T_k$  = Jumlah Titik Kategori; dan  $\sum TT_{tot}$  = Jumlah Total Titik Transek

Nilai tutupan bentuk pertumbuhan (*life form*) dan kriteria persentase berdasarkan data kondisi penutupan terumbu karang (% cover) yang diperoleh dari persamaan diatas, kemudian dikategorikan dengan mengacu pada Gomez dan Yap (1988), yakni: 0-24,9 (rusak), 25-49,9 (sedang), 50-74,9 (baik), dan 75-100 (sangat baik).

Table 1. Lokasi dan titik koordinat stasiun pengamatan.

Kode	Stasiun	Bentuk Profil Terumbu	Titik Koordinat	
			Bujur Timur	Lintang Selatan
Kwa	Pulau Kwahkebo	Rataan terumbu ( <i>reef flat</i> )	140°21'10.636"	2°26'34.83"
Har	Tanjung Harlem	Tebing terumbu ( <i>reef crest/wall</i> )	140°21'45.734"	2°25'0.163"
Sar	Tanjung Sarebo	Lereng terumbu ( <i>reef slope</i> )	140°21'36.151"	2°24'55.50"
Mer	Tanjung Tanah Merah	Lereng terumbu ( <i>reef slope</i> )	140°21'15.012"	2°24'30.01"
Ayepa	Amayepa	Tebing terumbu ( <i>reef crest/wall</i> )	140°22'5.8335"	2°24'0.902"
Tab	Tanjung Tablasufa	Rataan terumbu ( <i>reef flat</i> )	140°21'47.000"	2°25'23.00"
Amay	Tanjung Amay	Lereng terumbu ( <i>reef slope</i> )	140°21'30.013"	2°26'30.00"

English *et al.* (1997) mengelompokkan ikan karang atas 3 (tiga) kelompok, yakni ikan mayor, ikan indikator dan ikan target. Ikan target merupakan ikan ekonomis penting dan merupakan target tangkapan untuk dikonsumsi. Kelompok ikan tersebut menjadikan terumbu karang sebagai tempat pemijahan dan daerah asuhan. Jenis ikan target meliputi famili Serranidae, Lutjanidae, Lethrinidae, Nemipteridae, Caesionidae, Siganidae, Haemulidae, Scaridae dan Acanthuridae. Ikan indikator yaitu jenis ikan karang yang khas mendiami daerah terumbu karang dan menjadi indikator kesuburan ekosistem daerah tersebut meliputi famili *Chaetodontidae*. Ikan mayor merupakan jenis ikan hias yang berukuran kecil, umumnya 5–25 cm, dengan karakteristik warna yang beragam. Kelompok ini umumnya ditemukan melimpah, baik dalam jumlah individu maupun jenisnya, serta cenderung bersifat teritorial. Ikan-ikan ini sepanjang hidupnya berada di perairan terumbu karang, meliputi famili *Pomacentridae*, *Apogonidae*, *Labridae*, dan *Blenniidae*. Pengamatan dalam penelitian ini hanya dilakukan pada ikan indikator dan ikan target. Ikan target menjadi unit analisa karena ikan target merupakan faktor utama dalam mempengaruhi dinamika pemanfaatan sumber daya karang. Ikan indikator

merupakan ikan yang umumnya digunakan sebagai indikator dalam menentukan kondisi kesehatan karang karena secara langsung tergantung pada karang sebagai sumber energi dan merupakan ikan penghuni sejati di terumbu karang (Hourigan *et al.*, 1988; Heenan and Williams, 2013).

Penentuan kelompok ikan target dilakukan dengan pemilahan berdasarkan English *et al.* (1997) dan Adrim *et al.* (2012) dan wawancara dengan nelayan lokal (masyarakat asli di kawasan Teluk Depapre), yakni dengan menunjukkan foto yang dipotret atau video yang direkam sebelumnya. Penentuan responden nelayan dilakukan melalui *purposive sampling* dengan pertimbangan memahami, mengenali dan dapat menjelaskan terkait masalah yang dikaji. Identifikasi ulang ikan karang dari jenis-jenis ikan tertentu dilakukan melalui foto dan video yang mengacu pada Allen *et al.* (2000), dan Allen *et al.* (2003).

#### 2.4. Metode Analisis

Struktur komunitas didasarkan pada jumlah individu, spesies, famili dan kelimpahan. Indeks-indeks ekologi ikan karang menggunakan Indeks Keanekaragaman dan Indeks Keseragaman, serta Indeks Dominansi (Blaber *et al.*, 1992; Santavy *et*

*al.*, 2012). Analisis Koresponden digunakan untuk menggambarkan kemiripan famili ikan karang dan *lifeform* bentuk profil terumbu.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil

##### 3.1.1. Kelimpahan Ikan Karang

Jumlah individu (ekor) ikan yang dijumpai secara keseluruhan mencapai 3.666 ekor, dengan total jumlah ikan target sebanyak 1.848 ekor, ikan mayor sebanyak 1.509 ekor dan ikan indikator 309 ekor (Tabel 2). Total famili yang dijumpai sebanyak 26, dan total spesies yang dijumpai sebanyak 130 spesies. Famili yang terbanyak dijumpai di Stasiun Tanjung Sarebo kedalaman 3-5 m sebanyak 16 famili, dan spesies yang terbanyak dijumpai di Stasiun Tanjung Amay kedalaman 3-5 m sebanyak 48 spesies.

Pengelompokan peranan ikan berdasarkan English *et al.* (1997), Adrim *et al.* (2012), Setiawan *et al.* (2013) kemudian dikompilasikan dengan hasil pengelompokan nelayan lokal, yaitu: 1) ikan indikator, yakni famili Chaetodontidae (323 ekor); 2) ikan

target, yakni Acanthuridae (831 ekor), Scaridae (306 ekor), Labridae (201 ekor), Caesionidae (79 ekor), Mullidae (74 ekor), Balistidae (53 ekor), Serranidae (50 ekor), Lutjanidae (36 ekor), Lethrinidae (9 ekor), Blennidae (7 ekor), Haemullidae (7 ekor); 3) ikan mayor, yakni famili Pomacentridae (1.331 ekor), Pomacanthidae (120 ekor), Zanclidae (99 ekor), Monacanthidae (25 ekor), Amphiprionidae (19 ekor), Pseudochromidae (15 ekor), Scorpaenidae (14 ekor), Ostraciidae (10 ekor), Tetradontidae (10 ekor), Cirrhitidae (8 ekor), Holocentridae (7 ekor), Nemipteridae (4 ekor) dan Scorpaenidae (1 ekor). Hal menarik dalam English *et al.* (1997), famili Labridae dan famili Blennidae diklasifikasikan sebagai ikan mayor, namun di lokasi penelitian menjadi ikan target. Famili Achanturidae dalam Setiawan *et al.* (2013) digolongkan sebagai ikan mayor, sementara dalam English *et al.* (1997) digolongkan sebagai ikan target.

Famili Pomacentridae banyak dijumpai di stasiun Tanjung Tanah Merah, Harlem, Amayepa, Sarebo dan Pulau

Tabel 2. Kondisi kelimpahan berdasarkan kelompok tingkatan trofik, spesies dan famili ikan karang di Teluk Depapre.

Stasiun	Kedalaman (m)	Jumlah (Ekor)			Jumlah		
		Ikan Mayor	Ikan Indikator	Ikan Target	Total	Spesies	Famili
Kwah1	3-5	115	51	212	378	45	11
Kwah2	10-13	28	8	78	114	23	8
Har1	3-5	171	25	183	379	23	13
Har2	10-13	104	9	149	262	28	15
Sar1	3-5	124	22	121	276	48	16
Sar2	10-13	86	30	97	213	25	11
Mer1	3-5	230	30	288	548	32	13
Mer2	10-13	176	25	270	471	37	14
Ayepa1	3-5	141	31	120	292	31	11
Ayepa2	10-13	127	32	115	274	37	12
Tab1	3-5	70	10	14	94	39	13
Tab2	10-13	46	3	4	53	31	10
Amay1	3-5	72	24	123	219	49	12
Amay2	10-13	19	9	74	102	29	8

Kwahkeboh. Famili Achanturidae banyak dijumpai di Tanjung Tanah Merah, Pulau Kwakeboh, Harlem, dan Sarebo.

### 3.1.2. Indeks-Indeks Ekologi Ikan Karang

Keanekaragaman hayati relatif sangat tinggi ( $H' > 3$ ), meskipun pada beberapa stasiun ada yang kurang dari 3 (tiga), yakni stasiun Pulau Kwahkebo pada kedalaman 10-13 m (2,66), stasiun Harlem pada kedalaman 3-5 m (2,82), dan stasiun Sarebo pada kedalaman 10-13 m (2,83) serta stasiun Amay pada kedalaman 10-13 m (2,93). Nilai indeks keseragaman cukup mirip dan umumnya berada dalam kategori tinggi karena nilainya antara 0,55-0,72. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan Indeks Dominansi, dimana didapatkan tidak ada nilai mendekati angka 1 (satu), artinya tidak ada individu yang mendominasi dalam populasi (Tabel 3).

### 3.1.3. Keterkaitan antara Kelimpahan Ikan Karang dengan Tutupan Karang

Kelimpahan ikan merupakan per-

bandingan jumlah ikan yang dijumpai dengan luas area pengamatan (155 m<sup>2</sup>). Kategori tutupan karang didasarkan pada Gomez and Yap (1988), sedangkan kategori kelimpahan diperoleh dari perbandingan relatif dari kelimpahan masing-masing stasiun dengan kelas kategori (tinggi, sedang dan rendah) yang didasarkan pada nilai tertinggi dan nilai terendah (Tabel 3).

Berdasarkan *plotting* analisis koresponden, famili ikan karang dan stasiun dapat dikelompokkan atas 4 (empat) kelompok kemiripan, yakni 1). Har2, Har1, Blennidae, Serranidae, Scorpaenidae, Haemullidae, Lutjanidae, dan Balistidae; 2). Mer1, Sar1, Kwah1, Amay1, Lethrinidae, Mullidae, Zanclidae, Acanthuridae, Scaridae, Amphiprionidae, Scorpaenidae Tetraodontidae, Monachantidae, dan Ostraciidae; 3). Mer2, Kwah2, Amay2, Chaetodontidae, Cirritidae, dan Pomacanthidae; dan 4). Nemipteridae, Scaridae, Holocentridae, Caesionidae, Pomacentridae, Sar2, Tab2, Tab1 dan Ayepa2 (Gambar 3).

Tabel 3. Indeks ekologi di masing-masing stasiun pada kedalaman 3-5 m dan 10-13 m.

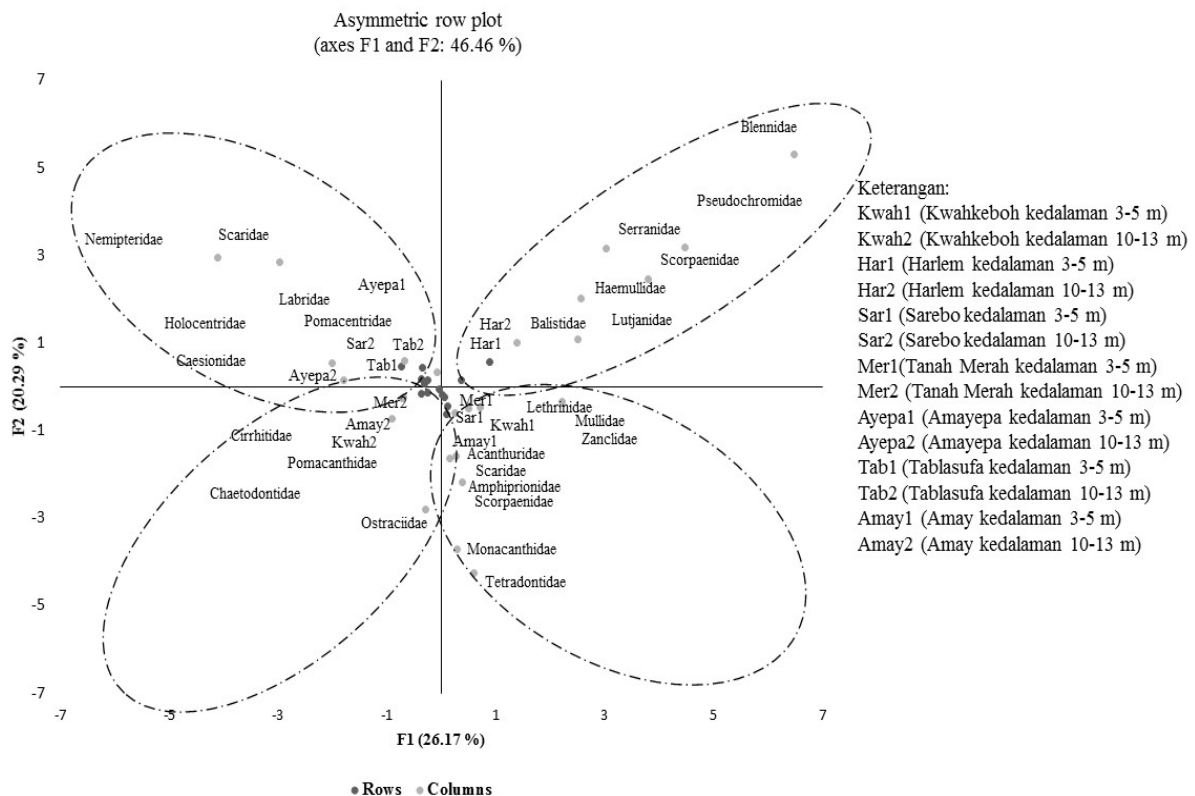
Stasiun	H'	Kategori <sup>1</sup>	E	Kategori <sup>2</sup>	D	Kategori <sup>3</sup>
Kwah1	3,41	Tinggi	0,70	Labil	0,05	Rendah
Kwah2	2,66	Sedang	0,55	Labil	0,09	Rendah
Har1	2,82	Sedang	0,58	Labil	0,08	Rendah
Har2	3,13	Tinggi	0,64	Labil	0,05	Rendah
Sar1	3,42	Tinggi	0,70	Labil	0,05	Rendah
Sar2	2,83	Sedang	0,58	Labil	0,07	Rendah
Mer1	3,10	Tinggi	0,64	Labil	0,06	Rendah
Mer2	3,29	Tinggi	0,68	Labil	0,04	Rendah
Ayepa1	3,14	Tinggi	0,65	Labil	0,06	Rendah
Ayepa2	3,26	Tinggi	0,67	Labil	0,05	Rendah
Tab1	3,50	Tinggi	0,72	Labil	0,03	Rendah
Tab2	3,13	Tinggi	0,64	Labil	0,05	Rendah
Amay1	3,68	Tinggi	0,76	Stabil	0,03	Rendah
Amay2	2,93	Sedang	0,60	Labil	0,06	Rendah

<sup>1</sup>Indeks Shannon-Wiener ( $H' < 1$  rendah;  $1 \leq H' \leq 3$  sedang;  $H' > 3$  tinggi); <sup>2</sup>Indeks Evenness Shannon ( $0,0 < E < 0,5$  tertekan;  $0,5 < E < 0,75$  labil;  $0,75 < 1$  stabil); <sup>3</sup>Indeks Simpson's ( $\approx 0$ , rendah/tidak ada yang mendominasi;  $\approx 1$ , tinggi/ada yang mendominasi).

Tabel 3. Nilai dan kategori kelimpahan ikan karang dan tutupan karang.

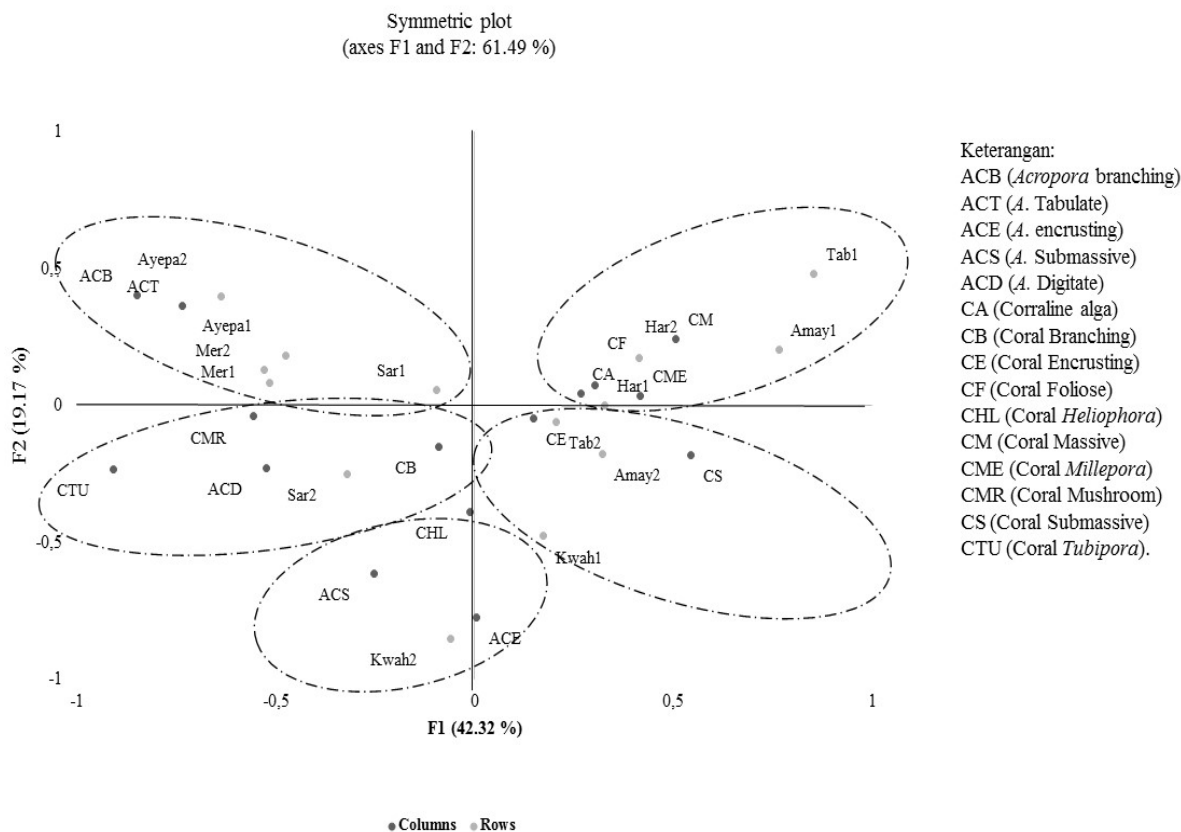
Stasiun	Tutupan Karang (%)	Kategori <sup>1</sup>	Kelimpahan (ekor/m <sup>2</sup> )	Kategori <sup>2</sup>
Kwah1	44,67	Sedang	2,43	Sedang
Kwah2	48,00	Sedang	0,77	Rendah
Har1	49,33	Sedang	2,55	Tinggi
Har2	70,66	Baik	1,81	Sedang
Sar1	64,67	Baik	1,70	Sedang
Sar2	71,33	Baik	1,39	Rendah
Mer1	58,67	Baik	3,51	Tinggi
Mer2	68,67	Baik	2,57	Tinggi
Ayepa1	45,33	Sedang	1,84	Sedang
Ayepa2	69,33	Baik	1,77	Sedang
Tab1	62,67	Baik	0,77	Rendah
Tab2	66,00	Baik	0,63	Rendah
Amay1	36,00	Sedang	1,19	Rendah
Amay2	57,33	Baik	0,55	Rendah

<sup>1</sup>Gomez and Yap (1988); <sup>2</sup>Rendah (0,55-1,54), Sedang (1,55-2,53), Tinggi (2,54-3,53).



Gambar 3. Hasil analisis koresponden famili ikan karang.

Hasil *plotting lifeform* dapat dikelompokkan atas 5 (lima) kelompok kemiripan, yakni a). Tab1, Amay1, Har2, Har1, CM, CF, CME dan CA; 2). Tab2, Amay2, CE, dan CS; 3). Kwah1, Kwah2, ACE, ACS, dan CHL; 4). CTU, CMR, ACD, Sar2, CB; dan 5). ACB, ACT, Ayepa2, Ayepa1, Mer1, Mer2, Sar1 (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil analisis koresponden tutupan karang berdasarkan *lifeform*.

### 3.2. Pembahasan

#### 3.2.1. Kelimpahan Ikan Karang

Ikan indikator lebih banyak dijumpai daripada ikan target. Ikan indikator umumnya dijumpai famili Pomacentridae (*Acanthochromis polyacantus*, *Chromis caudalis*, *Dascyllus trimaculatus*, dan *Stegastes aureus*). Sedangkan ikan target umumnya dari famili Acanthuridae (*Acanthurus grammoptilus*, *Ctenochaetus striatus*, dan *Zebрасoma scopas*), famili Caesionidae (*Pterocaesio tile*), dan famili Lutjanidae (*Lutjanus semicinctus*, dan *Macolor macularis*). Berdasarkan kedalaman, kelimpahan individu lebih banyak dijumpai pada kedalaman 3-5 m, namun berbeda dengan kelimpahan berdasarkan spesies maupun famili. Kelimpahan baik ikan indikator maupun ikan target pada setiap stasiun umumnya lebih tinggi dijumpai pada kedalaman 3-5 m. Hal ini menunjukkan bahwa habitat ikan yang dijumpai lebih

sesuai pada kedalaman tersebut. Tingginya kelimpahan ikan target di tanjung Merah, tanjung Harlem, dan tanjung Sarebo menunjukkan bahwa kawasan tersebut merupakan kawasan *fishing ground* ikan-ikan target, sehingga kepentingan konservasi ke depan kawasan tersebut dapat dipertimbangkan dalam penentuan zonasi.

Tingginya keanekaragaman di kawasan Teluk Depapre diduga karena memiliki habitat dan kondisi perairan yang masih baik. Hal ini ditunjukkan oleh kondisi tutupan karang yang masih relatif sedang-baik. Sejalan dengan Carpenter *et al.* (1981), menyebutkan bahwa faktor utama pengendali pembentukan struktur komunitas ikan karang terutama ikan target yakni faktor kondisi terumbu karang. Selain itu, struktur komunitas ikan karang juga dipengaruhi oleh pola distribusi ikan akibat gerakan air (hidrodinamika perairan), sedimentasi dan predasi (Sheppard, 1982; Fatimah *et al.*,



2018). Tingginya jumlah spesies di Tanjung Amay yakni 49 spesies dan di Tanjung Sarebo yakni 48 spesies, serta di pulau Kwahkeboh yakni 45 spesies diduga karena kompleksitas jenis substrat. Dalam Carpenter *et al.* (1981), korelasi kelimpahan ikan meningkat dengan tingkat kompleksitas tipe substrat. Sedangkan rendahnya spesies yang dijumpai di tanjung Harlem yakni 28 spesies, diduga karena faktor dinamika perairan yang membentuk profil habitat berupa tebing. Bentuk zona terumbu berupa *reef crest (wall)*, dinamika tekanan relatif tinggi karena variasi kedalaman meningkat. Hanya spesies tertentu yang mampu beradaptasi pada berbagai kondisi demikian.

Famili yang dominan dijumpai di semua lokasi yakni famili famili Pomacentridae dan Acanthuridae. Famili Pomacentridae (*damsel-fishes*) merupakan salah satu penghuni terumbu karang yang paling umum dan menjadi spesies kunci di ekosistem terumbu karang (Hixon and Brostoff, 1996). Ikan *damsel-fishes* terwakili dengan sangat baik di Kepulauan Indian Timur, di mana setidaknya terdapat 187 spesies diketahui (Allen and Erdmann, 2012). *Damsel-fishes* adalah salah satu dari sedikit famili ikan karang yang *brood benthic eggs* dan cenderung memiliki jangka waktu larva pelagis yang relatif singkat (Wellington and Victor, 1989). *Damsel-fishes* umumnya sebagai ikan herbivora yang berperan penting dalam memelihara sistem terumbu karang, karena mempengaruhi pertumbuhan dan keragaman alga dan mengubah struktur komunitas karang (Thacker *et al.*, 2000; Gobler *et al.*, 2006; Edwards *et al.*, 2014; Putra *et al.*, 2015). Ikan herbivora mengkonsumsi alga yang mendominasi, dan dengan menyuburkan area *feeding* mereka material fecal (Thacker *et al.*, 2000). Herbivora sudah lama diakui memiliki efek mitigasi alga di terumbu karang (Carpenter, 1986). Selain itu, herbivora juga mempengaruhi perubahan bentuk, keanekaragaman herbivora dan pemulihan terumbu karang (Eynaud *et al.*, 2016). Oleh karena itu, para

ahli menjadikan keberadaan ikan *damsel-fishes* sebagai salah satu indikator kesehatan ekosistem terumbu karang. Rendahnya ikan indikator di beberapa stasiun seperti Tanjung Amay dan Tanjung kuburan Tablasufa diduga karena faktor hidro-oseanografi air menyebabkan ketidakstabilan keseimbangan air. Tingginya ikan *damsel-fish* sebagai ikan herbivor di *reef slope* tanjung Tanah Merah, *reef crest* Amayepa dan daerah *reef crest* tanjung Harlem menunjukkan bahwa kondisi ekosistem terumbu karang di lokasi tersebut masih dalam kondisi stabil.

Ikan-ikan target yang dijumpai di lokasi penelitian diantaranya famili Acanthuridae (ikan bubar), Labridae (*Wrasse*), Caesionidae, Lutjanidae (*Snapper*), Lethrinidae, Blennidae, Zaclidae, Mullidae (*Goatfishes*), Neptiridae, Haemullidae, dan Scaridae. Jenis-jenis yang dominan dijumpai dari famili Acanthuridae (ikan bubar), yakni *Acanthurus albipectoralis*, *A. grammoptilus*, *A. lineatus*, *A. mata*, *A. nigricans*, *a. striatus*, dan *Zebbrasoma scopas*. Famili Acanthuridae dan Scaridae merupakan ikan omnivora yang mencabut polip karang untuk mendapatkan alga yang berlindung di dalam rangka karang. Ikan *surgeonfishes* (detrivora maupun herbivora) berperan dalam menjaga perubahan dominansi karang ke alga (Marshall and Mumby, 2015). Ikan target tertinggi dijumpai di Tanjung Tanah Merah dan terendah (tidak dijumpai) di tanjung kuburan Tablasufa. Rendahnya ikan target di tanjung Kuburan Tablasufa diduga karena kegiatan penangkapan intensif di lokasi ini serta memiliki tutupan karang yang rendah karena maraknya penangkapan ikan yang menggunakan bahan peledak di kawasan Teluk Tanah Merah (Paulangan, 2018). Hal ini sesuai dengan hasil temuan Campbell and Pardede (2006), dan Yuliana *et al.* (2017), bahwa aktivitas penangkapan mempengaruhi kelimpahan ikan, terutama penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan.

Kelimpahan tertinggi secara berturut-turut dijumpai di Tanjung Tanah Merah pada kedalaman 3-5 m (3,51 ekor/m<sup>2</sup>), dan kedalaman 10-13 m (2,57 ekor/m<sup>2</sup>), Tanjung Harlem pada kedalaman 3-5 m (2,55 ekor/m<sup>2</sup>), dan Pulau Kwahkeboh pada kedalaman 3-5 m (2,43 ekor/m<sup>2</sup>). Tingginya kelimpahan di stasiun Tanjung Tanah Merah diduga selain karena tutupan karangnya relatif baik, juga diduga karena posisinya agak terlindung dari arah datangnya gelombang sehingga sangat baik sebagai daerah perlindungan (*shelter*) bagi ikan-ikan tertentu. Selain itu, dalam Paulangan (2018), daerah Tanjung Tanah Merah juga merupakan salah satu kawasan yang dilindungi secara tradisional oleh masyarakat pemilik hak ulayat setempat, yakni dengan sistem *Tiaitiki*. Pulau Kwahkeboh meskipun dekat dengan pemukiman, namun Pulau Kwahkeboh relatif dengan ekosistem pendukung, yakni ekosistem mangrove dan lamun. Selain itu, dari wawancara dengan masyarakat lokal pulau Kwahkeboh termasuk daerah yang keramatkan. Kondisi tersebut diduga memberikan kontribusi terhadap tingginya kelimpahan dan tingginya spesies di daerah tersebut karena dapat berkembang dengan baik. Sandin *et al.* (2008) menemukan bahwa keragaman ikan karang meningkat dengan di wilayah pulau dan keterisolasian rendah di Caribia. Keragaman dan kelimpahan spesies ikan karang telah terbukti meningkat dengan peningkatan luasan daerah perlindungan (Caley and St. John, 1996; Gratwicke and Speight, 2005), kedekatan dengan habitat nursery (Nagelkerken *et al.*, 2001; Mumby *et al.*, 2004) dan kedekatan dengan ekosistem mangrove dan lamun (Olds *et al.*, 2012). Distribusi biogeografis spesies juga dapat dipengaruhi oleh pola penyebaran ruang (zonasi). Hal ini sesuai dengan teori biogeografi pulau (Molles (1978) menunjukkan bahwa pada habitat *patch reef*, kekayaan ikan menurun dengan meningkatnya jarak dari ‘sumber’ terumbu karang yang lebih besar dan kekayaan ikan karang meningkat

seiring dengan meningkatnya terumbu karang lokal. Pada skala spasial yang jauh lebih besar, kekayaan spesies terumbu karang telah terjadi ditunjukkan menurun dengan meningkatnya jarak dari sumber keanekaragaman hayati (Mora *et al.*, 2003). Stasiun yang memiliki kelimpahan yang rendah, yakni stasiun Tanjung Tablanusu dan Tanjung Amay pada semua kedalaman serta di pulau Kwahkeboh pada kedalaman 10-13 m. Rendahnya kelimpahan di stasiun tersebut diduga karena kedekatan dengan pemukiman sehingga relatif tereksploitasi.

### 3.2.2. Indeks Ekologi Ikan Karang

Berdasarkan indeks keanekaragaman hayati ( $H'$ ), dijumpai umumnya dikategorikan memiliki keanekaragaman yang tinggi, yakni  $H' > 3$ , kecuali di stasiun Pulau Kwahkeboh pada kedalaman 10-13 m, dan Tanjung Amay pada kedalaman 10-13 m (Tabel 4). Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi ikan karang di ekosistem terumbu karang masih stabil jika memiliki keanekaragaman spesies yang tinggi (Tabel 3). Indeks keseragaman ( $E$ ) di setiap stasiun cukup tinggi, yakni berkisar 0,86-0,94 ( $\rightarrow 0$ ). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah individu tiap spesies sama (seragam) atau dengan kata lain tidak ada spesies yang mendominasi. Nilai keanekaragaman dan keseragaman dapat menunjukkan keseimbangan dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Keseragaman mempunyai nilai yang besar jika individu ditemukan berasal dari spesies atau genera yang berbeda-beda, sedangkan keanekaragaman mempunyai nilai yang kecil atau sama dengan 0 (nol) jika semua individu berasal dari satu spesies. Pengetahuan tentang keragaman dan struktur komunitas ikan karang penting untuk memprioritaskan area konservasi. Indeks dominansi ( $D$ ), menggambarkan ada tidaknya spesies yang mendominasi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai dominansi lebih mendekati 0 (nol) dari pada 1 (satu) yakni berkisar 0,03-0,09. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa secara umum tidak ada spesies yang

mendominasi ekosistem terumbu karang di kawasan Teluk Depapre dan dikategorikan rendah.

### 3.2.3. Kemiripan Ikan Karang dan *Lifeform*

Stasiun tanjung Harlem yang memiliki bentuk zonasi berupa *reef crest/wall* pada kedalaman 3-5 m dan 10-13 m dicirikan oleh kelimpahan famili Blennidae, Serranidae, Scorpaenidae, Haemullidae, Lutjanidae, dan Balistidae. Stasiun Tanjung Tanah Merah kedalaman 3-5 m, tanjung Sarebo kedalaman 3-5 m, Pulau Kwahkeboh kedalaman 3-5 m, tanjung Amay kedalaman 3-5 m dicirikan oleh Lethrinidae, Mullidae, Zanclidae, Acanthuridae, Scaridae, Amphiprionidae, Scorpaenidae, Tetraodontidae, dan Monacanthidae. Stasiun tanjung tanah Merah kedalaman 10-13 m, pulau Kwahkeboh kedalaman 10-13 m, tanjung Amay kedalaman 10-13 m dicirikan oleh famili Chaetodontidae, Cirritidae, dan Pomacanthidae. Stasiun Tanjung Sarebo kedalaman 10-13 m, Tanjung Tablasufa kedalaman 3-5 m dan kedalaman 10-13 m, dan tanjung Amayepa kedalaman 10-13 m dicirikan oleh famili Ostraciidae, Nemipteridae, Scaridae, Holocentridae, Caesionidae, dan Pomacentridae. Berdasarkan pengelompokan di atas, dapat disimpulkan bahwa famili Blennidae, Serranidae, Scorpaenidae, Haemullidae, Lutjanidae, dan Balistidae melimpah dijumpai pada bentuk *reef crest*, famili Lethrinidae, Mullidae, Zanclidae, Acanthuridae, Scaridae, Amphiprionidae, Scorpaenidae Tetraodontidae, dan Monacanthidae melimpah pada bentuk *reef slope* dan *reef flat*. Famili Chaetodontidae, Cirritidae, Pomacanthidae, dan Ostraciidae melimpah pada bentuk *reef slope* dan *reef flat*. Famili Nemipteridae, Scaridae, Holocentridae, Caesionidae, Pomacentridae melimpah pada bentuk terumbu *reef slope* dan *reef crest*.

*Lifeform* CM, CF, CME dan CA dominan ditemukan pada bentuk *reef flat*, *reef slope* dan *reef crest*. CE dan CS

ditemukan dominan pada bentuk terumbu *reef flat* dan *reef slope*. ACE, ACS, dan CHL ditemukan dominan pada bentuk terumbu *reef flat*. CTU, CMR, dan ACD dominan ditemukan pada bentuk terumbu *reef slope*. ACB, dan ACT dominan dijumpai pada bentuk terumbu *reef crest* dan *reef slope*.

## IV. KESIMPULAN

Keanekaragaman ikan karang di kawasan Teluk Depapre relatif tinggi, stabil dan seimbang. Kelimpahan famili ikan karang, dan bentuk *lifeform* memiliki keterkaitan dengan berbagai tipe profil terumbu karang, yakni bentuk *reef flat*, *reef slope* dan *reef crest*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adrim, M., S.A. Harahap, dan K. Wibowo. 2012. Struktur komunitas ikan karang di perairan Kendari. *Ilmu Kelautan*, 17(3):154-163. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.17.3.154-163>.
- Allen, G., R. Swainston, and J. Ruse. 2000. Marine fishes of south-east asia. Periplus Editions (HK) Ltd. Western Australia Museum. Australia. 293 p. ISBN 962-953-267-4.
- Allen, G., R. Stenee, P. Humann, and N. Deloach. 2003. Reef fish identification tropical pasific. New World Publication Inc. US. 484p.
- Allen, G.R. and M.V. Erdmann. 2012. Reef fishes of the east indies (2<sup>nd</sup> ed.). Tropical Reef Research. Perth, Australia. 856 p. <https://doi.org/9780987260000>.
- Ambariyanto. 2017. Conserving endangered marine organisms: causes, trends and challenges in: Hadiyanto *et al.* (eds.). 2<sup>nd</sup> International Conference on Tropical and Coastal Region Eco Development 2016, Proceeding of IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Bali, Indonesia, 25–27 October 2016,

- 55(1):012002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/55/1/012002>.
- Bell, J.D. and R. Galzin. 1984. Influence of live coral cover on coral-reef fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 5:265-274. <https://pdfs.semanticscholar.org/3327/7427c90b72e08d614814e529390bf5dfd481>.
- Bengen, D.G. 2013. Bioekologi terumbu karang status dan tantangan pengelolaan. *Dalam: Nikijuluw, et al. (eds.)*. Coral governance. IPB Press. Bogor. Hlm.: 62-74.
- Blaber, S.J.M., D.T. Brewer, J.P. Salini, J.D. Kerr, and C. Conacher. 1992. Species composition and biomasses of fishes in tropical seagrasses at Groote Eylandt, Northern Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 35:605-620. [https://doi.org/10.1016/S0272-7714\(05\)80042-3](https://doi.org/10.1016/S0272-7714(05)80042-3).
- Caley, M.J. and J. St John. 1996. Refuge availability structures assemblages of tropical reef fishes. *J. of Animal Ecology*, 65:414-428. <https://doi.org/10.2307/5777>.
- Campbell, S.J. and S.T. Pardede. 2006. Reef fish structure and cascading effects in response to artisanal fishing pressure. *Fisheries Research*, 79:75-83. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2005.12.015>
- Carpenter, K.E., R.I. Micala, V.D. Albaladejo, and V.T. Corpuz. 1981. The Influence of substrat structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes. In: Dogma *et al.* (eds). Proceeding of the 4<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium, Manila, Philippines, 18-22 May 1981. 2:497-502. [http://www.reefbase.org/resource\\_center/publication/pub\\_39.a.spx](http://www.reefbase.org/resource_center/publication/pub_39.a.spx).
- Carpenter, R.C. 1986. Partitioning herbivory and its effects on coral algal communities. *Ecol. Monogr.*, 56(4):345–363. <https://doi.org/10.2307/1942551>.
- Eduardo, L.N., T. Frédou, A.S. Lira, B.P. Ferreira, A. Bertrand, F. Ménard, and F.L. Frédou. 2018. Identifying key habitat and spatial patterns of fish biodiversity in the tropical Brazilian continental shelf, *Continental Shelf Research*. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.07.002>.
- Edwards, C.B., A. M. Friedlander, A.G. Green, M.J. Hardt, E. Sala, H.P. Sweatman, I.D. Williams, B. Zgliczynski, S.A. Sandin, and J.E. Smith. 2014. Global assessment of the status of coral reef herbivorous fishes: evidence for fishing effects. *Proceeding Royal Society B*, 281: 20131835. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2013.1835>
- English, S., C. Wilkinson, and V. Baker. 1997. Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science. Townsville, Australia. 390 p. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Eyraud, Y., D.E. McNamara, and S.A. Sandin. 2016 Herbivore space use influences coral reef recovery. *Royal Society Open Science*, 3 : 160262. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.160262>
- Facon, M., M. Pinault., D. Obura., S. Pioch, K. Pothin, L. Bigot, and J.P. Quod. 2016. A comparative study of the accuracy and effectiveness of line and point intercept transect methods for coral reef monitoring in the southwestern Indian Ocean islands. *Eco. Indi.*, 60:1045–1055. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.005>.
- Fatimah, S., T.W.L. Putra, P. Kondang, Suratman, L. Gamelia, H. Syahputra, Rahmayanti, M. Rizmaadi, and A. Ambariyanto. 2018. Diversity of coral fish at Saebus Island, East Java, Indonesia. In: Hadiyanto *et al.* (eds.). The 2<sup>nd</sup> International Conference on Energy, Environmental and Information System (ICENIS) 2017. Semarang, Indonesia, August 15-16. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183108021>.

- Gobler, C.J., D.B. Thibault, T.W. Davis, P.B. Curran, B.J. Peterson, and L.B. Liddle. 2006. Algal assemblages associated with *Stegastes* sp. territories on Indo-Pacific coral reefs: Characterization of diversity and controls on growth. *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*, 336:135-145. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2006.04.012>.
- Gomez, E.D., and H.T. Yap. 1988. Monitoring reef condition. *In*:: Kenchington, R.A., and B.E.T. Hudson. (eds.) UNESCO. Jakarta. 187-195 pp.
- Gratwicke, B. and M.R. Speight. 2005. Effects of habitat complexity on Caribbean marine fish assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 292:301-310. <https://doi.org/10.3354/meps292301>.
- Green, L. 1996. Spatial, temporal and ontogenetic pattern of habitat use coral reef fishes (Family Labridae). *Marine Eco. Pro. Series*, 133:1-11.
- Grenié, M., D. Mouillot, S. Villéger, P. Denelle, C.M. Tucker, F. Munoz, and C. Violle. 2018. Functional rarity of coral reef fishes at the global scale: Hotspots and challenges for conservation. *Bio. Conservation*, 226:288–299. <https://www.intres.com/articles/meps2005/292/m292p301.pdf>.
- Heenan, A. and I.D. Williams. 2013. Monitoring herbivorous fishes as indicators of coral reef resilience in American Samoa. *PLoS One*, 8(11):e79604. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0079604>.
- Hill, J., and C. Wilkinson. 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. Version 116 p. <https://www.cbd.int/doc/case-studies/tttc/tttc-00197-en>.
- Hixon, M.A. and W.N. Brostoff. 1996. Succession and Herbivory: Effects of Differential Fish Grazing on Hawaiian Coral-Reef Algae. *Eco. Society of America*, 66(1):67-90. <https://doi.org/10.2307/2963481>.
- Hourigan, T.F., Timothy, C. Tricas, and E.S. Resee. 1988. Coral reef fishes as indicators of environmental stress in coral reefs. *In*: Soule, D. F and Kleppel, D.S (eds.). Marine Organisms as Indicator. Springer-Verlag, New York, 107-133. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3752-5>.
- Marshel, A. and P.J. Mumby. 2015. The role of surgeonfish (Acanthuridae) in maintaining algal turf biomass on coral reef. *J. of Experimental Marine Biologi and Ecology*, 473:152-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2015.09.002>.
- Molles, M.C. 1978. Fish species diversity on model and natural reef patches: experimental insular biogeography. *Ecological Monographs*, 48:289-305. <https://doi.org/10.2307/2937232>.
- Mora, C., P.M. Chittaro, P.F. Sale, J.P. Kritzer, and S.A. Ludsin. 2003. Patterns and processes in reef fish diversity. *Nature*, 421:933-936. <https://doi.org/10.1038/nature01393>.
- Mumby, P.J., A.J. Edwards, J.E. Arias-González, K.C. Lindeman, P.G. Blackwel, A. Gall, M.I. Gorczyńska, A.R. Harborne, C.L. Pescod, H. Renken, C.C.C. Wabnitz, and G. Llewellyn. 2004. Mangroves enhance the biomass of coral reef fish communities in the Caribbean. *Nature*, 427:533-536. <https://doi.org/10.1038/nature02286>.
- Nagelkerken, I., S. Kleijnen, T. Klop, R.A.C.J. van den Brand, E. Cocheret de la Morinière, and G. van der Velde. 2001. Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without

- mangroves/seagrass beds. *Marine Ecology Progress Series*, 214:225-235. <https://doi.org/10.3354/meps214225>.
- Olds, A. D., R.M. Connolly, K.A. Pitt, and P.S. Maxwell. 2012. Primacy of seascape connectivity effects in structuring coral reef fish assemblages. *Mar Ecol Prog Ser.*, 462:191-203. <https://doi.org/10.3354/meps09849>.
- Palumbi, S. R., P.A. Sandifer., J.D. Allan., M.W. Beck., D.G. Fautin., M. Fogarty., B.S. Halpern., L.S. Incze., J. Leong., E. Norse., Stachowicz, and D.H. Wall. 2009. Managing for ocean biodiversity to sustain marine ecosystem services. *Front. Ecol. Environ.* 7:12-23. <https://doi.org/10.1890/070135>.
- Paulangan, Y.P. 2018. Kondisi ekosistem terumbu karang di lokasi Tiatiki dan non-Tiatiki, kampung Tablanusu Distrik Depapre Kabupaten Jayapura. *Scripta Bio.*, 5(5):55-59 <https://doi.org/10.20884/1.sb.2018.5.3.688>.
- Putra, M.I.H., S. Afatta., J. Wilson., A. Muljadi., and I. Yusidarta. 2015. Coral reef resilience in 17 islands marine recreation Park, Riung-An assessment of functional groups of herbivorous fish and benthic substrate. *Procedia Environmental Sciences*, 23:230-239. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.035>.
- Santavy, D.L., W.S. Fisher, J.G. Campbell, and R.L. Quarles. 2012. EPA field manual for coral reef assessments. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/R-12/029. <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockkey=P100EU8S.txt>
- Salo, T. and C. Gustafsson. 2016. The effect of genetic diversity on ecosystem functioning in vegetated coastal ecosystems. *Ecosystems*, 19(8):1429-1444. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-0014-y>.
- Sandin, S.A., M.J.A. Vermeij, and A.H. Hurlbert. 2008. Island biogeography of Caribbean coral reef fish. *Global Ecology and Biogeography*, 17:770-777. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2008.00418.x>.
- Sheppard, C.R.C. 1982. Coral populations on reef slopes and their major controls (review). *Marine Ecology Progress Series*, 7:83-115. [https://doi.org/171-8630/82/0007/0083/\\$02.00](https://doi.org/10.1007/171-8630/82/0007/0083/$02.00).
- Smallhorn-West, P. F., T.C.L. Bridge., P.L. Munday, and G.P. Jones. Depth distribution and abundance of a coral-associated reef fish: roles of recruitment and post-recruitment processes. *Coral Reefs: J. of the International Society for Reef Studies*, <https://doi.org/10.1007/s00338-016-1509-x>.
- Thacker, R.W., D.W. Ginsburg, and V.J. Paul. 2000. Effects of herbivore exclusion and nutrient enrichment on coral reef macroalgae and cyanobacteria. *Coral Reefs*, 19(4):318-329. <http://doi.org/10.1007/s003380000122>.
- Wellington, G.M. and B.C. Victor. 1989. Planktonic larval duration of one hundred species of Pacific and Atlantic damselfishes (*Pomacentridae*). *Marine Bio.*, 101:557-567. <https://doi.org/10.1007/BF00541659>.
- Yuliana, E., M. Boer., A. Fahrudin, and M.M. Kamal. 2017. Biodiversity of reef fishes in marine protected area of Karimunjawa National Park. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1):29-43. <http://doi.org/10.28930/ji.tkt.v9i1.17915>.

Received : 15 January 2019

Reviewed : 12 February 2019

Accepted : 27 May 2019