

**HUBUNGAN KELIMPAHAN IKAN DAN TUTUPAN KARANG LUNAK
DENGAN KEDALAMAN YANG BERBEDA DI PULAU MENJANGAN KECIL
TAMAN NASIONAL KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH**

*Correlations of Fish Abundance and Soft Coral Cover at Different Depth in Menjangan Kecil Island
National Park of Karimunjawa, Central Java*

Aryo Ganesha Putra, Ruswahyuni*), Niniek Widyorini

Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275, Telp/Fax. +6224 7474698
Email : aryoganesha@gmail.com

ABSTRAK

Kedalaman memberikan pengaruh terhadap biodiversitas secara vertikal dan berasosiasi dengan faktor abiotik yang membuat keanekaragaman biota laut memiliki spesialisasi masing-masing. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tutupan dan jenis karang lunak, mengetahui jenis serta kelimpahan ikan dan mengetahui hubungan kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak dengan kedalaman yang berbeda. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2014, lokasi penelitian terbagi menjadi 2 lokasi, yaitu pengamatan lapangan di Pulau Menjangan Kecil dan pengamatan checklist karang lunak dan ikan di Pulau Karimunjawa. Metode penelitian menggunakan metode *line intercept transect* (LIT) dan sensus visual ikan. LIT dilakukan dengan menarik rol meter sepanjang 100 m sebagai lintasan pengamatan karang lunak dengan interval 1 m dan metode sensus visual ikan dengan batas luas pengamatan ke sisi kanan dan kiri *line transect* sepanjang 2,5 m hingga terbentuk kuadran seluas 5 x 5 meter, pengamatan dilakukan sepanjang 100 m dengan total luas pengamatan 500 m². Analisis data yang digunakan yaitu perhitungan indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, Komposisi jenis dan analisis statistik korelasi berganda. Hasil pengamatan kelimpahan ikan terbesar pada kedalaman 3 dan 10 m berasal dari famili Pomacentridae sebesar 60,66 % dan 53,32 %. Indeks keanekaragaman dan keseragaman kelimpahan ikan di kedalaman 3 m sebesar 1,100 dan 0,793 terdiri dari 4 famili ikan, pada kedalaman 10 m yaitu 1,443 dan 0,694 terdiri dari 8 famili ikan. Hasil tutupan karang lunak terbesar di kedalaman 3 dan 10 m yaitu genus *Lobophytum* sebesar 5,29 % dan 3,39 %. Indeks keanekaragaman dan keseragaman karang lunak sebesar 1,238 dan 0,893 pada kedalaman 3 m terdiri dari 4 *genera* dan di kedalaman 10 m tidak dapat dilakukan perhitungan, karena hanya terdapat 1 jenis. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak memiliki hubungan dengan kedalaman yang berbeda.

Kata Kunci: Ikan; Karang lunak; Kelimpahan; Kedalaman; Karimunjawa

ABSTRACT

*Influence of depth on biodiversity vertically associated with abiotic factors that make the diversity of marine life have their respective specialties. This study aims to determine the types and soft corals cover, know the type and abundance of fish and to determine correlations of different depths on the abundance of fish and soft coral cover. The study was conducted in June 2014, the location of study is divided into two locations, namely in the field observation Menjangan Kecil island and observation checklist soft corals and fish on the Karimunjawa island. The research method using line intercept transect (LIT) and visual census technique. LIT is done by pulling roll meters along 100 m as soft coral observation path with intervals of 1 m and visual census methods by a wide margin to the observation on the right and left side of the line transect along 2.5 m to form a quadrant area of 5 x 5 meters, observations were made along 100 m with a total area of 500 m². Data analysis calculation used diversity index (H'), uniformity index (e), species composition (KJ) and statistical analysis multiple correlation. The observation of abundance of the biggest fish at a depth of 3 and 10 m comes from the family Pomacentridae with percentage of 60,66% and 53,32%. Diversity and uniformity index of fish abundance at a depth of 3 m is 1,100 and 0,793 consists of four families of fish, at a depth of 10 m is 1,443 and 0,694 consists of 8 fish families. The results of the largest soft coral cover in depth of 3 and 10 m from genus *Lobophytum* with percentage 5,29% and 3,39%. Diversity and uniformity index of 1,238 and soft corals at a depth 3 m is 0,893 consists of 4 genera and at a depth of 10 m cannot be calculated, cause there is only one kind of soft coral. Based on these results, in conclusion, that the abundance of fish and soft coral cover correlated with difference of depth.*

Keywords: Abundance; Depth; Fish; Karimunjawa; Soft Coral

1. PENDAHULUAN

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di laut yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi. Ekosistem terumbu karang tidak lepas dari keanekaragaman hayati yang tersusun dan saling berkaitan di dalam ekosistem tersebut. Keanekaragaman dalam ekosistem terumbu karang terdiri atas karang, ikan, udang (Crustacea), Moluska, Echinodermata, Polychaeta, Porifera dan jenis Coelenterata lainnya. Terdapat dua jenis karang dalam ekosistem terumbu karang diantaranya yaitu karang keras (*hard coral*) dan karang lunak (*soft coral*) yang termasuk ke dalam filum Coelenterata. Karang lunak merupakan salah satu biota penyusun dalam ekosistem terumbu karang. Karang lunak lebih di kenal dengan istilah *soft coral* atau Alcyonaria. Anggota Alcyonaria sama halnya dengan karang batu, merupakan Coelenterata yang berbentuk polip yaitu bentuk seperti bunga yang berukuran kecil. Secara sepintas, Alcyonaria nampak seperti tumbuhan, karena bentuk koloninya yang bercabang-cabang seperti pohon dan melekat pada substrat yang keras (Manuputty, 1986).

Ikan merupakan salah satu biota yang paling menonjol pada ekosistem terumbu karang sehingga dapat dikatakan bahwa keberadaan karang merupakan peranan penting bagi komunitas-komunitas ikan di lautan. Sejumlah besar ikan karang yang ditemukan di terumbu karang, mencerminkan jumlah yang sangat besar dari habitat yang dapat didukung oleh lingkungan terumbu karang. Semakin beraneka ragam jenis karang akan semakin beraneka ragam pula jenis ikan yang hidup di ekosistem terumbu karang. (Supriharyono, 2007).

Bentuk hubungan antar biota yang hidup di dalam ekosistem terumbu karang dapat dijadikan objek penelitian guna memajukan pengetahuan lebih dalam tentang hubungan biota yang terdapat didalamnya yaitu keterkaitan antara faktor fisika perairan yaitu pengaruh kedalaman terhadap kelimpahan ikan karang dan karang lunak. Kedalaman perairan merupakan salah satu faktor pembatas dalam suatu ekosistem, terutama bagi hewan karang. Faktor kedalaman sangat berhubungan dengan cahaya dan tingkat kecerahan perairan, selain itu menyebabkan adanya variasi dalam struktur komunitas karang (Munasik, 2009).

Berdasarkan pernyataan-pernyataan tersebut, maka penelitian Hubungan Kelimpahan Ikan dan Tutupan Karang Lunak dengan Kedalaman yang Berbeda di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah perlu dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan ikan dengan karang lunak pada kedalaman yang berbeda dan menambah pengetahuan tentang jenis-jenis karang lunak dan ikan karang.

Tujuan dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis-jenis dan tutupan karang lunak di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah;
2. Mengetahui jenis-jenis dan kelimpahan ikan di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah; dan
3. Mengetahui hubungan kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak dengan kedalaman yang berbeda di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah.

2. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian yaitu rol meter sepanjang 100 meter (ketelitian 1 cm) yang digunakan sebagai *line transect* sebagai batas garis pengamatan tutupan substrat dasar dan sensus visual ikan. Penggunaan termometer air raksa (ketelitian 1°C) sebagai alat pengukur suhu permukaan laut, kertas pH sebagai alat pengukur derajat keasaman (pH) perairan. *Refraktometer* digunakan sebagai alat pengukur salinitas perairan (‰). *Global Positioning System* (GPS) digunakan sebagai alat untuk menentukan titik koordinat lokasi penelitian. Peralatan SCUBA digunakan sebagai alat selam perairan untuk kedalaman 10 meter. *Underwater camera* digunakan sebagai alat dokumentasi penelitian, sabak dan pensil (alat tulis bawah air) digunakan untuk mencatat data di dalam perairan dan *Stopwatch* sebagai alat penghitung waktu. *Secchi disk* sebagai alat pengukur kecerahan perairan (ketelitian 1 cm). Buku identifikasi ikan karang dan gambar karang lunak sebagai alat bantu *checklist* jenis ikan dan karang lunak. *Hand counter* digunakan untuk sensus jumlah ikan.

Metode Penelitian

Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha mendeskripsikan suatu gejala, peristiwa, kejadian yang terjadi saat sekarang. Penelitian deskriptif memusatkan perhatian kepada masalah-masalah aktual sebagaimana adanya pada saat penelitian berlangsung. Melalui penelitian deskriptif, peneliti berusaha mendeskripsikan peristiwa dan kejadian yang menjadi pusat perhatian tanpa memberikan perlakuan khusus terhadap peristiwa tersebut. Variabel yang diteliti bisa tunggal (satu variabel) bisa juga lebih dari satu variabel (Dharma, 2008).

Metode LIT (*Line Intercept Transect*)

Line intercept transect (LIT) merupakan metode pengamatan *lifeform* (bentuk kehidupan) dengan menggunakan alat bantu berupa rol meter, tali rafia dan lainnya yang dapat dijadikan sebagai garis batas pengukuran sepanjang 100 meter. Pengamatan dilakukan sepanjang 100 meter dengan mengamati ukuran pada rol meter yang telah ditandai dengan tali rafia setiap interval 1 meter dan mencatat panjang dari tutupan substrat dasar perairan.

Metode Sensus Visual Ikan

Sensus visual ikan dilakukan dengan bantuan metode *line intercept transect* (LIT) sepanjang 100 meter, perbedaannya dengan metode LIT yaitu pada pengamatan sensus visual ikan diketahui memiliki luasan

pengamatan dengan besaran 2,5 meter ke sisi kiri dan kanan dari *line transect*. Total luasan pengamatan mencakup 500 m² dan pada setiap interval 5 meter dilakukan perhitungan dengan bantuan *hand counter* dengan maksud untuk menghitung kelimpahan ikan dalam setiap luasan 5 x 5 meter.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian mencakup beberapa bentuk perhitungan diantaranya perhitungan persentase tutupan karang hidup (ni) untuk menentukan kelimpahan karang lunak, komposisi jenis (KJ) untuk menghitung kelimpahan ikan dalam persen, indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (e) dan analisis data statistika korelasi berganda dengan aplikasi komputer SPSS.

Persentase Tutupan Karang Hidup (ni)

Persentase tutupan karang hidup dihitung berdasarkan pada pengamatan dengan metode *line intercept transect* (LIT) yaitu dengan menjumlahkan panjang tutupan dengan kategori yang sama kemudian dibagi dengan panjang total transek dan dikali seratus persen, maka akan didapatkan persentase tutupan karang hidup menurut Odum (1993), yaitu:

$$ni = \frac{li}{L} \times 100 \%$$

Keterangan:

- ni = Persentase tutupan karang hidup (%)
- li = Panjang setiap *lifeform* karang hidup (cm)
- L = Panjang total *line transect* (cm)

Tabel 1. Kriteria penelitian kondisi terumbu karang berdasarkan persentase tutupan karang (SK Meneg. LH No. 04/2001).

Persentase Tutupan Karang Hidup (%)	Kondisi Terumbu Karang	
0 – 24,9	Rusak	Buruk
25 – 49,9		Sedang
50 – 74,9	Baik	Baik
75 – 100		Baik Sekali

Sumber: Supriharyono (2007)

Indeks Keanekaragaman (H')

Perhitungan Indeks Keanekaragaman (H') dilakukan dengan menggunakan formulasi Shannon-Wiener menurut Odum (1971), yaitu:

$$H' = \sum_{i=1}^s -P_i \ln P_i$$

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

- H' = Indeks keanekaragaman
- P_i = Peluang spesies i dari total individu
- S = Jumlah spesies
- n_i = Jumlah individu spesies ke-1
- N = Jumlah total individu spesies

H' > 2	= Keanekaragaman rendah
2 < H' ≤ 3	= Keanekaragaman sedang
H' > 3	= Keanekaragaman tinggi

Indeks Keseragaman (e)

Perhitungan indeks keseragaman menurut Odum (1971), dengan rumus sebagai berikut:

$$e = \frac{H'}{H_{max}}$$

$$H_{max} = \ln S$$

Keterangan:

- e = indeks keseragaman
- H' = indeks keanekaragaman
- S = jumlah spesies

e < 0,4	= Keseragaman kecil
0,4 < e < 0,6	= Keseragaman sedang
e > 0,6	= Keseragaman besar

Kelimpahan ikan

Kelimpahan ikan dihitung dengan menggunakan rumus komposisi jenis menurut Greenberg (1989), yaitu:

$$KJ = \frac{ni}{N} \times 100 \%$$

Keterangan:

- KJ = Komposisi jenis (%)
- ni = Jumlah individu
- N = Jumlah total individu

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

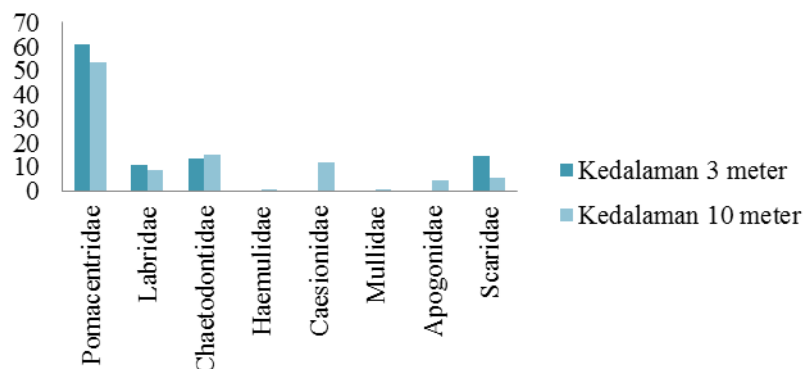
Menurut BTNK (2014), wilayah perairan Pulau Menjangan Kecil masih termasuk dalam bagian kecil dari wilayah Taman Nasional Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Propinsi Jawa Tengah. Secara administratif wilayah ini termasuk dalam Kepulauan Karimunjawa, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. Taman Nasional Karimunjawa secara geografis terletak pada posisi 5° 40' – 5° 57' Lintang Selatan dan 110° 04' – 110° 40' Bujur Timur, yang merupakan kumpulan 27 pulau besar dan kecil, 22 pulau diantaranya termasuk dalam kawasan taman nasional. Salah satu pulauanya yang termasuk dalam zona pemanfaatan yaitu Pulau Menjangan Kecil (Supriharyono, 2007).

Penelitian di wilayah perairan Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa ditentukan menjadi 2 titik penelitian dengan perbedaan kedalaman yaitu pada kedalaman 3 m dan 10 m. Kedua titik sampling tersebut terletak pada titik koordinat 05° 53' 14.1" Lintang Selatan dan 110° 24' 25.8" Bujur Timur pada kedalaman 3 meter dan 05° 53' 15.1" Lintang Selatan dan 110° 24' 22.5" Bujur Timur pada kedalaman 10 m.

Menurut WCS (2003), tutupan karang rata-rata di Pulau Menjangan Kecil yang termasuk dalam zona pemanfaatan di Taman Nasional Karimunjawa, penutupan karang pada kedalaman 2 – 3 meter tercatat hanya sekitar 37 % sedangkan pada kedalaman 8 m sekitar 40 %. Kondisi perairan di kedalaman 3 m didominasi oleh tutupan karang hidup dengan substrat dasar pasir. Terdapat pecahan karang dan karang mati, akan tetapi jauh lebih sedikit jika dibandingkan dengan tutupan karang hidup, sedangkan pada kedalaman 10 m ditemukan hamparan luas pecahan karang, tutupan karang hidup terlihat lebih buruk daripada kondisi tutupan di kedalaman 3 m. Kawasan Taman Nasional Karimunjawa mempunyai potensi yang tinggi, baik ditinjau dari keanekaragaman sumberdaya hayatinya, maupun ekosistem terumbu karang yang tumbuh subur dengan keanekaragaman karang yang relatif tinggi, keanekaragaman ikan di wilayah Taman Nasional Karimunjawa juga diketahui memiliki keanekaragaman yang tinggi dengan tercatatnya 242 jenis ikan-ikan di wilayah perairan Taman Nasional Karimunjawa (Supriharyono, 2007).

Kelimpahan Ikan

Kelimpahan ikan terbesar berasal dari famili Pomacentridae yang diketahui ditemukan pada 2 kedalaman yang berbeda, persentase famili Pomacentridae di kedalaman 3 meter sebesar 60,66 % dan di kedalaman 10 meter sebesar 53,32 %. Kelimpahan terkecil pada kedalaman 3 meter berasal dari famili Labridae dan pada kedalaman 10 meter kelimpahan terkecil berasal dari famili Mullidae. Terdapat 4 famili ikan yang tidak ditemukan di kedalaman 3 meter, tetapi ditemukan di kedalaman 10 meter yaitu famili Haemullidae, Caesionidae, Mullidae dan Apogonidae. Perbandingan kelimpahan famili-famili ikan pada kedalaman 3 meter dan 10 meter dapat dilihat pada Gambar 1.

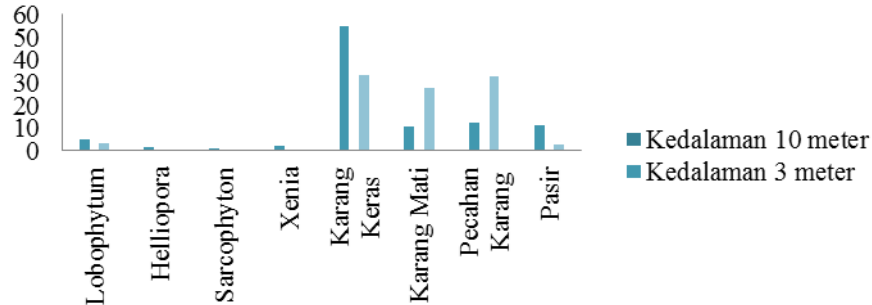


Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Gambar 1. Persentase Kelimpahan Ikan

Tutupan Karang Lunak

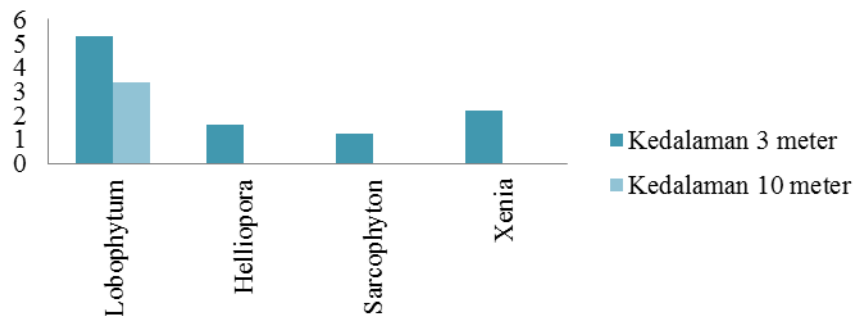
Hasil pengamatan tutupan substrat dasar perairan terbesar yaitu penutupan karang hidup terdiri dari tutupan karang keras sebesar 55,10 % dan tutupan karang lunak 10,29 %. Tutupan substrat dasar perairan lainnya pada kedalaman 3 meter diantaranya yaitu pecahan karang dengan persentase 12,6 %, karang mati 10,97 % dan pasir sebesar 11,04 %, sedangkan pada kedalaman 10 meter diketahui tutupan pecahan karang sebesar 32,67 %, karang mati 27,8 % dan pasir 2,81 % seperti yang tersaji pada Gambar 2.



Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Gambar 2. Histogram persentase tutupan substrat dasar perairan dan tutupan karang Lunak.

Penutupan karang lunak pada kedalaman 3 meter dan 10 meter diketahui terdiri dari 4 *genera* yang terbesar berasal dari genus Lobophytum dengan panjang penutupan masing-masing pada setiap kedalaman dengan persentase sebesar 5,29 % dan 3,39 %. Penutupan lainnya pada kedalaman 3 meter yaitu dari genus Heliopora sebesar 1,59 %, genus Sarcophyton 1,23 % dan genus Xenia sebesar 2,18 %, persentase tutupan karang lunak tersaji pada Gambar 3.

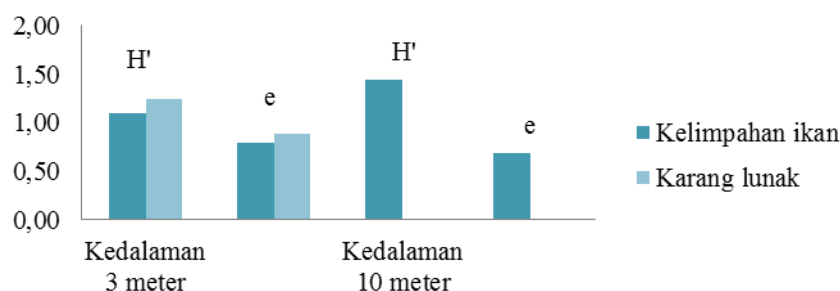


Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Gambar 3. Histogram persentase tutupan karang lunak.

Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (e) Kelimpahan Ikan dan Karang Lunak

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) ikan dan karang lunak tersaji pada Gambar 4.



Sumber : Hasil Penelitian (2014)

Gambar 4. Histogram indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) kelimpahan ikan dan karang lunak.

Berdasarkan Gambar 4. dapat dijelaskan bahwa indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) ikan sebesar 1,100 dan 0,793, sedangkan pada kedalaman 10 meter didapatkan hasil indeks keanekaragaman (H') ikan sebesar 1,443 dan indeks keseragaman (e) sebesar 0,694. Indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) karang lunak yaitu sebesar 1,238 dan 0,893, pada kedalaman 10 meter tidak didapatkan hasil perhitungan karena hanya ditemukan 1 jenis karang yang berasal dari genus *Lobophytum*.

Faktor Fisika dan Kimia Perairan

Pengamatan pada kondisi perairan terhadap faktor abiotik perairan khususnya faktor fisika dan kimia tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran faktor fisika dan kimia perairan.

No.	Parameter	Kedalaman		Pustaka
		3 meter	10 meter	
1.	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	29	29	23 – 25 (Tuwo, 2011)
2.	Kecerahan (m)	∞	∞	-
3.	Salinitas ($^{\circ}/_{00}$)	35	35	32 – 35 (Munasik, 2009)
4.	pH	8	8	6,5–8,5 (Supriharyono, 2007)
5.	Kedalaman (m)	3	10	< 25 meter (Tuwo, 2011)
6.	Substrat	Karang hidup, Pecahan karang, Karang mati, Pasir		-

Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Berdasarkan hasil pada Tabel 2. diketahui bahwa hasil pengamatan suhu pada kedalaman 3 meter dan 10 meter memiliki kondisi suhu yang sama yaitu 29°C dan kecerahan perairan berada pada kondisi tak terhingga atau penetrasi cahaya masih menembus sampai ke dasar perairan. Kondisi salinitas berada di kisaran $35^{\circ}/_{00}$ dan pH perairan masih dalam kondisi basa yaitu menunjukkan nilai 8. Pengukuran dilakukan di permukaan perairan.

Analisis Hubungan Kedalaman yang Berbeda terhadap Kelimpahan Ikan dan Karang Lunak

Hasil analisis berdasarkan perhitungan statistika dengan menggunakan metode korelasi berganda SPSS 16.0 tersaji pada Gambar 5.

Descriptive Statistics			
	Mean	Std. Deviation	N
Ikan	30.93	15.970	40
Karang Lunak	68.12	38.926	293
meter	1.45	.498	293

Correlations			
	Ikan	Karang Lunak	meter
Ikan	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) Sum of Squares and Cross-products Covariance N	1 .181 .264 9.947E3 265.046 40	.430** .006 135.500 3.474 40
Karang Lunak	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) Sum of Squares and Cross-products Covariance N	.181 .264 4.608E3 118.151 40	1 .190** .001 1.076E3 3.685 293
meter	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) Sum of Squares and Cross-products Covariance N	.430** .006 135.500 3.474 40	.190** .001 1075.904 3.685 293

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Gambar 5. Korelasi kelimpahan ikan, tutupan karang lunak dan kedalaman yang berbeda.

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.439 ^a	.192	.149	.467	.192	4.404	2	37	.019

a. Predictors: (Constant), Karang Lunak, Ikan

Sumber: Hasil Penelitian (2014)

Gambar 6. Regresi kedalaman yang berbeda dengan kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak.

Berdasarkan Gambar 5. dapat dijelaskan bahwa pada tabel 'Correlations' merupakan hasil perhitungan statistika yang menghasilkan data timbal balik atau dua arah antara variabel bebas dengan variabel terikat. Nilai korelasi antara karang lunak dan ikan ditunjukkan oleh *Pearson Correlation* sebesar 0,181 dengan hasil F hitung atau *Sig. (2-tailed)* sebesar 0,264 dan nilai *Pearson Correlation* kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak dengan kedalaman yang berbeda ditunjukkan oleh *output* tabel 'Model Summary' pada gambar 6., dijelaskan bahwa untuk mengetahui hubungan kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak dengan kedalaman yang berbeda ditentukan oleh hasil nilai korelasi 'R' untuk mengetahui arah dan kuat lemahnya hubungan yang terjadi dan 'Sig. F Change' sebagai nilai perbandingan pengambilan keputusan hipotesis yang masing-masing kategori mengeluarkan nilai 0,439 dan 0,19.

Pembahasan

Kelimpahan Ikan

Kelimpahan ikan yang terbesar pada kedalaman 3 m diketahui berasal dari famili Pomacentridae dengan kelimpahan individu sebanyak 293 individu dalam luasan 500 m² atau sama dengan persentase sebesar 60,66 %. Tingginya kelimpahan ikan dari famili Pomacentridae dapat diduga akibat pola aktivitas ikan dari famili Pomacentridae yang sebagian besar merupakan ikan *diurnal* (aktif pada siang hari). Menurut Setiawan (2011), ikan dari famili Pomacentridae sebagian besar merupakan ikan herbivora. Akibat dari pola aktivitasnya maka dapat diduga bahwa kelimpahan ikan famili Pomacentridae disebabkan oleh distribusi plankton secara vertikal, khususnya *phytoplankton* yang banyak tersebar pada waktu siang hari karena melakukan aktivitas fotosintesis yang berperan sebagai makanan utama ikan famili Pomacentridae.

Kelimpahan ikan terkecil pada kedalaman 3 m yaitu berasal dari famili Labridae. Kelimpahan ikan famili Labridae diketahui sebesar 10,97 % atau sebanyak 53 individu dalam 500 m² luasan pengamatan. Menurut Setiawan (2011), ikan famili Labridae terdistribusi dari kedalaman 1 – 30 meter pada area terumbu karang dangkal, dalam dan di laguna. Famili Labridae memiliki ciri – ciri panjang tubuh maksimal mencapai 27 cm. Kelimpahan ikan famili Labridae pada kedalaman 3 m menjadi kelimpahan terkecil, dapat diduga karena pola makan ikan famili Labridae yang diketahui memiliki kebiasaan memakan biota benthik, sehingga terdistribusi pada dasar perairan. Beberapa famili Labridae merupakan pemakan Moluska, Crustacea, *zoobenthos* dan bulu babi (Setiawan, 2011).

Kelimpahan ikan terbesar pada kedalaman 10 m diketahui berasal dari famili Pomacentridae dengan kelimpahan individu sebanyak 402 individu dalam luasan 500 m² atau sama dengan persentase sebesar 53,32 %. Dugaan kelimpahan ikan famili Pomacentridae menjadi yang terbesar pada kedalaman 10 meter selain disebabkan oleh pola aktivitas ikan famili Pomacentridae yang termasuk ikan *diurnal* (aktif pada siang hari) juga dapat diduga karena distribusi ikan famili Pomacentridae yang termasuk luas yaitu berkisar dari kedalaman 2 – 45 meter (Setiawan, 2011). Distribusi ikan jenis famili Pomacentridae disebabkan oleh kebiasaan ikan famili Pomacentridae yang membutuhkan *plankton* sebagai makanan sehari – harinya, sehingga dapat diasumsikan bahwa kondisi perairan yang berkaitan dengan cahaya dan kondisi fisik perairan menjadikan famili Pomacentridae melimpah.

Kelimpahan ikan paling kecil pada kedalaman 10 m yaitu berasal dari famili Mullidae. Famili Mullidae pada kedalaman 3 m diketahui memiliki kelimpahan sebesar 0,40 % atau berjumlah 3 individu dalam luasan pengamatan 500 m². Distribusi kelimpahan famili Mullidae tidak sebanyak seperti famili ikan lainnya, biasanya hanya ditemukan beberapa individu saja (Setiawan, 2011).

Berdasarkan data pada Gambar 1. diketahui bahwa terdapat 4 jenis famili ikan yang tidak ditemukan pada kedalaman 3 m diantaranya berasal dari famili Haemulidae, Caesionidae, Mullidae dan Apogonidae, sedangkan pada kedalaman 10 m famili ikan tersebut dapat teramati. Salah satu jenis ikan yang tidak ditemukan di kedalaman 3 m tersebut berasal dari famili Haemulidae. Famili Haemulidae (*sweetlips, tiger, grunts*, bibir tebal) mempunyai ciri – ciri dapat ditemukan pada gua – gua karang, memiliki kulit halus dan licin serta ukuran tubuh medium (dapat mencapai 90 cm). Makanan dari jenis famili Haemulidae merupakan benthik invertebrata dan memiliki pola aktivitas *nocturnal* (aktif pada malam hari), pada siang hari biasanya famili ikan famili Haemulidae lebih menyukai untuk bersembunyi. Pengamatan pada kedalaman 10 m dapat ditemukan famili Haemulidae diduga karena kondisi penetrasi cahaya yang tidak terlalu cerah pada permukaan atau kedalaman 3 m dan pada kedalaman 10 m terdapat gua – gua karang yang merupakan habitat utama dari ikan famili Haemulidae (Setiawan, 2011).

Jenis ikan yang tidak ditemukan pada kedalaman 3 m selain famili Haemulidae berasal dari famili Caesionidae. Famili Caesionidae tidak ditemukan pada kedalaman 3 m, tetapi pada kedalaman 10 m teramati dengan kelimpahan individu sebanyak 88 individu dengan luasan pengamatan 500 m² atau dengan persentase sebesar 11,67 %. Famili Caesionidae merupakan ikan yang dikenal dengan nama ekor kuning, ikan jenis ini banyak ditemukan di lereng terumbu dengan ukuran yang tidak terlalu besar (sekitar 20 – 30 cm) dan suka bergerombol. Ikan famili Caesionidae menyukai area terumbu karang (umumnya berada pada kolom perairan), biasa ditemukan dalam kondisi (*schooling*) atau bergerombol dalam jumlah besar. Makanan utama famili Caesionidae yaitu *zooplankton* dan ditemukan di kedalaman 0 – 50 meter (Setiawan, 2011).

Famili Mullidae merupakan salah satu dari jenis ikan yang tidak ditemukan di kedalaman 3 m dan pada kedalaman 10 m diketahui memiliki kelimpahan individu paling sedikit yaitu sebanyak 3 individu dalam luasan pengamatan 500 m². Tidak teramatinya ikan famili Mullidae pada kedalaman 3 meter dapat diduga karena kondisi habitat yang kurang sesuai dengan habitat ikan famili Mullidae. Famili Mullidae merupakan ikan yang memiliki habitat di daerah berpasir dan *rubble* (pecahan karang) (Setiawan, 2011).

Famili Apogonidae merupakan jenis ikan keempat yang tidak dapat ditemukan pada kedalaman 3 m, sedangkan pada kedalaman 10 m ditemukan dengan kelimpahan individu sebanyak 35 individu dalam luasan pengamatan 500 m² atau dengan persentase sebesar 4,64 %. Menurut TERANGI (2004), ikan famili Apogonidae merupakan ikan yang memiliki habitat pada ranting karang dan bulu babi dengan ukuran kecil sekitar 5 – 15 cm dengan sirip – sirip transparan. Keberadaan ikan famili Apogonidae tidak ditemukan pada kedalaman 3 meter dapat diduga karena pola aktivitas ikan famili Apogonidae yang merupakan hewan *nocturnal* (aktif pada malam

hari) dan kebiasaannya yang berlingkang disela – sela maupun di ranting karang, sehingga ada kemungkinan tidak teramati karena ukuran yang kecil. Famili Apogonidae merupakan ikan *nocturnal* (aktif pada malam hari) dan memiliki habitat di sela – sela karang, karang bercabang, *sponge*, *crinoids*, bulu babi dan substrat berlumpur, distribusi pada kedalaman 1 – 40 meter (Setiawan, 2011).

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diasumsikan bahwa dengan bertambahnya kedalaman maka mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan suatu biota. Beragamnya jenis ikan dan kelimpahan ikan tidak lepas dari pengaruh kedalaman yang mendistribusikan cahaya yang mempengaruhi ketersediaan nutrisi dan pangan, sehingga ikan karang beradaptasi dengan mengoptimalkan ruang dengan aktif secara bergantian pada waktu siang dan malam (Tuwo, 2011).

Tutupan Karang Lunak

Tutupan karang hidup diwakili oleh 2 jenis biota karang diantaranya karang keras dan karang lunak. Persentase tutupan karang keras sebesar 55,10 % dan karang lunak sebesar 10,29 % pada kedalaman 3 m, sedangkan pada kedalaman 10 m diketahui tutupan karang keras sebesar 33,33 % dan tutupan karang lunak sebesar 3,39 %. Jenis karang lunak yang diketahui melalui metode *checklist* diantaranya berasal dari genus Lobophytum, Helliopora, Sarcophyton dan Xenia, sedangkan pada kedalaman 10 m hanya ditemukan 1 jenis karang lunak yang berasal dari genus Lobophytum.

Tutupan karang lunak terbesar pada kedalaman 3 m diwakili oleh kehadiran karang lunak genus Lobophytum dengan persentase tutupan sebesar 5,29 % dan genus Lobophytum juga ditemukan di kedalaman 10 m dengan persentase sebesar 3,39 %. Genus Lobophytum dapat ditemukan dari rata-rata terumbu hingga kedalaman 7 m, dengan ciri-ciri kapitulium lebar, permukaan atas berbentuk jari (*digitata*) dan mempunyai pematang-pematang. Warna koloni berwarna kuning dan kuning kehijauan. Sebaran karang lunak genus Lobophytum terdapat di perairan Indo-Pasifik, khususnya perairan Indonesia (Manuputty, 1996).

Jenis karang lunak lainnya yang teramati di kedalaman 3 m berasal dari genus Sarcophyton. Persentase tutupan genus Sarcophyton sebesar 1,23 % dalam 100 meter panjang *line transect*. Genus Sarcophyton memiliki koloni yang biasanya berukuran besar, mempunyai tangkai berwarna putih atau senada dengan kapitulium. Koloni muda dan baru tumbuh berbentuk jamur. Warna koloni krem atau krem keabu-abuan. Distribusinya ditemukan dari rata-rata terumbu sampai ke kedalaman 15 m dengan konsentrasi pada kedalaman 3 – 10 meter. Genus Sarcophyton merupakan jenis karang lunak yang dapat dijadikan indikator arus deras, karena pada waktu arus deras polipnya lebih aktif menangkap makanan (Manuputty, 1996).

Menurut Verseveldt (1977), genus Xenia biasanya berkoloni kecil, tangkai pendek dan *kolumnar*, *umbellata* dengan percabangan yang jarang. Warna koloni abu – abu, krem sampai coklat muda dan biasa ditemukan di rata-rata terumbu sampai ke kedalaman 10 m. Genus Xenia ditemukan dalam pengamatan lapangan di kedalaman 3 m, akan tetapi tidak ditemukan pada kedalaman 10 m.

Tutupan karang lunak genus Helliopora ditemukan pada pengamatan lapangan di kedalaman 3 m dengan persentase sebesar 1,59 %, sedangkan pada kedalaman 10 m tidak ditemukan. Helliopora atau dikenal dengan karang biru termasuk dalam *phylum* Cnidaria, walaupun berstruktur keras genus Helliopora tidak termasuk dalam jenis karang keras, genus Helliopora dekat hubungannya dengan karang lunak (WFS, 2008).

Berdasarkan hasil pengamatan, dapat diketahui hanya 1 genus yang terdapat di kedalaman 3 m dan 10 m, yaitu genus Lobophytum, sedangkan 3 *genera* lainnya tidak ditemukan di kedalaman 10 m. Ditemukannya bermacam-macam jenis karang lunak pada kedalaman 3 m dapat diduga karena faktor kedalaman, pertumbuhan optimum karang terjadi pada kedalaman di bawah permukaan air (perairan dangkal), hal tersebut berkaitan dengan cahaya dan *zooxanthellae* dalam jaringannya. Setiap jenis karang memiliki batasan toleransi yang berbeda terhadap kedalaman dan kebutuhan akan cahaya yang menyebabkan, adanya variasi dalam struktur komunitas terumbu karang, maka dapat diduga kondisi penutupan karang lunak dipengaruhi oleh faktor kedalaman. Kedalaman merupakan faktor yang mempengaruhi dalam distribusi vertikal dan keanekaragaman jenis biota laut (Supriharyono, 2000).

Persentase penutupan pecahan karang yang cukup tinggi mencapai 32,67 % ditemukan pada kedalaman 10 m. Tingginya persentase tersebut dapat diduga karena wilayah perairan Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa merupakan zona pemanfaatan (Supriharyono, 2007). Kondisi persentase tutupan karang mati pada kedalaman 10 meter juga berada pada persentase yang cukup tinggi yaitu sebesar 27,80 %. Timbulnya pecahan karang dan kematian pada karang, dapat disebabkan oleh aktivitas manusia seperti pariwisata, lalu-lalang kapal, penelitian, hingga penangkapan ikan dengan menggunakan alat tangkap dan metode penangkapan yang tidak ramah lingkungan (Supriharyono, 2007).

Menurut Bayer (1956), interaksi kompetitif dengan organisme karang lainnya jelas memegang peranan penting dalam menentukan penyebaran karang lunak. Penutupan karang keras sebesar 55,10 % termasuk dalam kategori yang baik berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001. Umumnya pertumbuhan karang lunak melimpah apabila terjadi kerusakan dan kematian pada karang keras, beberapa penelitian telah membuktikan bahwa asosiasi karang lunak bertolak belakang dengan asosiasi karang keras, apabila suatu perairan didominasi oleh karang lunak, maka kondisi penutupan karang keras akan sedikit, begitu pula dalam kondisi sebaliknya (Benayahu, 1985).

Indeks Keanekaragaman (H') dan Indeks Keseragaman (e) Kelimpahan Ikan dan Karang Lunak

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) kelimpahan ikan di kedalaman 3 m yaitu 1,100 dan 0,793. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka dapat dijelaskan bahwa keanekaragaman jenis ikan di kedalaman 3 m berada dalam kondisi yang rendah dengan kondisi komunitas yang hampir sama. Kelimpahan ikan di kedalaman 10 m memiliki nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 1,443 dan indeks keseragaman (e) sebesar 0,694 yang memberikan penjelasan bahwa kondisi keanekaragaman biota ikan di kedalaman 10 m termasuk rendah dengan komunitas yang hampir sama atau seragam. Berdasarkan hasil kelimpahan ikan tersebut maka dapat diasumsikan bahwa tingkat keanekaragaman ikan dalam kondisi yang rendah, tetapi perbedaan kedalaman memberikan pengaruh terhadap keanekaragaman biota, khususnya ikan yang dapat dilihat pada Gambar 4. bahwa terdapatnya perbedaan jenis ikan pada kedalaman 3 m yang hanya ditemukan sebanyak 4 famili dan bertambah menjadi 8 famili pada kedalaman 10 m.

Berdasarkan hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) tutupan karang lunak pada Gambar 4., dijelaskan bahwa hasil indeks keanekaragaman (H') sebesar 1,238 pada kedalaman 3 m menandakan bahwa tingkat keanekaragaman karang lunak pada kedalaman 3 m termasuk rendah dengan nilai indeks keseragaman (e) sebesar 0,893 yang menyatakan bahwa jumlah komunitas karang lunak hampir sama. Perhitungan indeks keanekaragaman (H') dan indeks keseragaman (e) karang lunak pada kedalaman 10 m tidak dapat dilakukan perhitungan, karena hanya ditemukan 1 jenis karang pada kedalaman 10 m yaitu berasal dari genus Lobophytum. Tingkat keanekaragaman kelimpahan ikan dan karang lunak yang rendah dapat diasumsikan berdasarkan pernyataan menurut Tuwo (2011), yaitu indikator keseimbangan dinamis yang dapat dilihat dari besarnya keanekaragaman hayati atau biodiversitas dari unsur biotik dalam ekosistem terumbu karang. Pada ekosistem yang stabil terjadi interaksi yang konsisten antar spesies dan populasi, terutama dalam hal jaring makanan, sehingga keanekaragamannya tinggi. Ekosistem yang labil terjadi karena ketidakseimbangan rantai makanan yang terputus (*missing link*). Jaring makanan yang sederhana menyebabkan penurunan pada biodiversitas atau keanekaragaman biota, rendahnya keanekaragaman biota menandakan adanya ketidakseimbangan pada ekosistem (Tuwo, 2011).

Parameter Fisika dan Kimia perairan

Hasil yang didapatkan dari pengukuran kondisi fisika dan kimia perairan pada pengukuran suhu permukaan laut yaitu kondisi suhu rata-rata pada 2 titik lokasi penelitian yaitu kedalaman 3 m dan 10 m berada pada kisaran 29°C. Perkembangan terumbu yang paling optimal terjadi di perairan dengan kisaran suhu 23 – 25°C, sedangkan kisaran suhu yang baik untuk ikan adalah antara 25 – 32°C, umumnya kondisi suhu perairan yang dibutuhkan oleh setiap jenis karang lunak dan ikan berbeda – beda (Nybakken, 1988).

Menurut Neudecker (1981) dalam Supriharyono (2000), perubahan suhu secara mendadak yang berkisar antara 4 – 6°C di bawah atau di atas ambang batas suhu alami (*ambient level*) dapat menyebabkan berkurangnya kemampuan pertumbuhan karang maupun menyebabkan kematian pada karang, oleh karena itu, suhu merupakan salah satu faktor penghambat yang menentukan pertumbuhan karang dan suhu juga berkaitan dengan faktor makanan, karena suhu air diketahui mempengaruhi tingkah laku makan binatang karang (Supriharyono, 2000).

Salinitas yang didapatkan dari hasil pengukuran dengan menggunakan *refraktometer* sebesar 35 ‰. Menurut Dahuri *et al.* (2001), banyak spesies terumbu karang yang peka terhadap perubahan salinitas (naik turun) yang besar, umumnya terumbu karang tumbuh dengan baik di kisaran salinitas 30 – 35‰. Pengaruh salinitas terhadap kehidupan hewan karang sangat bervariasi tergantung dengan kondisi perairan laut setempat, terkadang perubahan kisaran salinitas di atas dan di bawah nilai optimum masih dapat ditoleransi oleh karang untuk tetap hidup, sama halnya dengan pengaruh salinitas pada setiap jenis – jenis karang (Supriharyono, 2000).

Menurut Supriharyono (2000), pengaruh kedalaman biasanya berhubungan dengan faktor lingkungan lain seperti cahaya, pergerakan air dan bahkan di beberapa tempat lainnya dengan suhu dan atau salinitas. Perubahan yang terjadi pada tingkat kecerahan suatu perairan menyebabkan pertumbuhan jenis-jenis karang lunak akan bertambah. Menurut Manuputty (2008), pada perairan yang keruh, karang lunak yang mengandung *zooxanthellae* hanya dapat tumbuh sampai kedalaman 10 meter. Cahaya merupakan salah satu faktor yang membatasi pertumbuhan karang lunak. Menurut Nybakken (1988), cahaya diperlukan dalam proses fotosintesis alga simbiotik *zooxanthellae* untuk memenuhi kebutuhan oksigen biota terumbu karang. Cahaya yang cukup harus tersedia agar fotosintesis dapat terjadi sehingga dihasilkan zat yang diperlukan untuk pertumbuhan karang, umumnya karang dapat tumbuh dengan baik pada kedalaman kurang dari 20 m dengan intensitas cahaya 200 – 700f.c (Supriharyono, 2007).

Menurut Odum (1971), ambang batas (*ambient level*) derajat keasaman (pH) perairan untuk kehidupan biota laut pada umumnya berada di kisaran 7,0 – 8,5. Derajat keasaman (pH) pada permukaan air di titik pengamatan lokasi kedalaman 3 m dan 10 m berkisar pada nilai 8,0, dapat diasumsikan bahwa perairan dalam kondisi basa dan masih dalam ambang batas (*ambient level*) pertumbuhan karang yaitu sekitar 6,5 – 8,5 pada permukaan perairan (Supriharyono, 2007).

Menurut Munasik (2009), substrat dasar yang keras dan kompak diperlukan pada pertumbuhan karang, terutama sebagai tempat menempelnya larva karang (*planula*). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, didapatkan berbagai macam jenis substrat yang diantaranya yaitu karang hidup, karang mati, pecahan karang dan

pasir. Jenis tutupan substrat yang berbeda dapat menyebabkan perbedaan keanekaragaman dan kelimpahan biota laut.

Analisis Hubungan Kedalaman yang Berbeda terhadap Kelimpahan Ikan dan Karang Lunak

Berdasarkan *output* pengolahan data statistik dengan menggunakan SPSS 16.0 diketahui bahwa nilai *Pearson Correlation* tutupan karang lunak dengan kelimpahan ikan yaitu 0,181. Nilai *Pearson Correlation* pada *output* SPSS menyatakan arah kuat lemahnya hubungan antar variabel. Berdasarkan koefisien korelasi pada Gambar 5. menyatakan bahwa tutupan karang lunak memiliki hubungan yang sangat lemah dengan kelimpahan ikan. Berdasarkan nilai *Sig. (2-tailed)* pada Gambar 5. mengeluarkan nilai 0,264, nilai *Sig. (2-tailed)* merupakan nilai *F* hitung yang dijadikan dasar pengambilan hipotesis dengan berdasarkan nilai probabilitas kesalahan. Menurut Ismiyati (2011), probabilitas kesalahan sebesar 0,05 dalam tabel nilai – nilai korelasi *product moment* (*F* hitung) dengan jumlah data 300 yaitu 0,113. Berdasarkan hal tersebut, maka nilai *F* hitung 0,264 > 0,113 *F* tabel maka dapat diambil keputusan hipotesis yang menyatakan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak, sehingga dapat diambil keputusan bahwa karang lunak tidak memiliki hubungan terhadap kelimpahan ikan. Hal ini dapat diduga berdasarkan hubungan kelimpahan ikan dengan kedalaman dan kondisi kesatuan terumbu karang yang terdiri dari karang lunak dan karang keras yang menyebabkan kelimpahan ikan meningkat dan menurun.

Berdasarkan nilai regresi pada *output* perhitungan program SPSS, diketahui nilai *R* (korelasi) sebesar 0,439 yang menyatakan bahwa kedalaman memiliki hubungan yang cukup kuat dengan kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak (lihat Gambar 6.). Nilai *Sig. F Change* pada *output model summary* merupakan nilai yang digunakan dalam pengambilan keputusan hipotesis. Berdasarkan nilai *output Sig. F Change* sebesar 0,019 < *F* tabel yaitu 0,113 dengan probabilitas kesalahan sebesar 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, sehingga dapat diasumsikan bahwa kedalaman yang berbeda memiliki hubungan terhadap kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak. Menurut Supriharyono (2000), kedalaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan dalam perairan. Pengaruh kedalaman biasanya berhubungan dengan faktor lingkungan lain seperti cahaya pergerakan air dan bahkan dengan suhu atau salinitas. Berdasarkan kedalaman juga dapat menyebabkan zona – zona yang menyebabkan keanekaragaman biota menjadi beragam, karena itu faktor kedalaman merupakan faktor yang mempengaruhi distribusi vertikal dan keanekaragaman jenis biota laut karena memiliki hubungan tidak langsung dengan faktor biotik dan abiotik dalam perairan (Munasik, 2009).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian Hubungan Kedalaman yang Berbeda terhadap Kelimpahan Ikan dan Karang Lunak di pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah yaitu

1. Persentase tutupan karang lunak sebesar 10,29 % dan diwakili oleh 4 jenis yaitu genus *Lobophytum*, *Sarcophyton*, *Heliopora* dan *Xenia*.
2. Jenis-jenis ikan pada kedalaman 3 meter berasal dari 4 famili dan pada kedalaman 10 meter sebanyak 8 famili. Kelimpahan ikan terbesar berasal dari famili *Pomacentridae* sebesar 60,66% pada kedalaman 3 meter dan 53,32 % pada kedalaman 10 meter.
3. Kelimpahan ikan dan tutupan karang lunak memiliki hubungan dengan kedalaman yang berbeda.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kepala beserta para staff Balai Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah yang telah memberikan izin melakukan penelitian di lokasi Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa, Jawa Tengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Taman Nasional Karimunjawa. 2014. Informasi Taman Nasional Karimunjawa. http://www.dephut.go.id/informasi/TN%20indoenglish/TN_Karimun.htm. (1 September 2014).
- Bayer, F. M. 1956. *Octocorallia*. In: *Treatise on Invertebrata Palaeontology, Part F. Coelenterata* (R.C. Moore ed.). Univ. Kansas Press, Kansas.
- Benayahu, Y. 1985. *Faunastic Composition and Patterns in the Distribution of Soft Corals (Octocorallia Alcyonacea) along the Coral Reefs of Sinai Peninsula*. Proc. Of the Fifth Int. Coral Reef Conf., Tahiti.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M.J. Sitepu. 2001. Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dharma, S. 2008. Pendekatan Jenis dan Metode Penelitian Pendidikan. Jakarta.
- Greenberg. 1989. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater for 4th Edition*. American Public Health Association, Washington D.C.
- Ismiyati. 2011. Statistik dan Probabilitas untuk Teknik bagi Peneliti Pemula. Magister Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro, Semarang.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001 tentang Pedoman Pengukuran Kondisi Terumbu Karang, Jakarta.



- Manuputty, A. E.W.1986. Karang Lunak, Salah Satu Penyusun Terumbu Karang. Oseana, Volume XI, Nomor 4, LIPI, Jakarta, hlm. 131-141.
- _____. 1996. Pengenalan Beberapa Karang Lunak (Octocorallia, Alcyonacea), di Lapangan: Oseana Volume XXI. Balai Penelitian dan Pengembangan Biologi Laut. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi LIPI, Jakarta.
- _____. 2008. Beberapa Aspek Ekologi Oktokoral. Oseana-Majalah Ilmiah Semi Populer, Vol. XXXIII No. 2, P2O- LIP, Jakarta, hal. 33-42.
- Munasik. 2009. Konservasi Terumbu Karang. Badan Penerbit Universitas Diponegoro, Semarang.
- Neudecker, S. 1981. *Growth and Survival of Scleractinian Corals Exposed to Thermal Effluents at Guam*. Proc. 4th. Int. Coral Reef Symp., Manila, 1: 173 – 180 pp.
- Nybakken, J. W. 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Alih Bahasa: Koesbiono, D. G. Bengen, M. Hutomo, M. Eidmen & S. Sukarjo. PT. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- _____. 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia Pustaka, Jakarta.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamentals of Ecology* 3rd ed. W.B. Saunders Company, Toronto.
- _____. 1993. Dasar – Dasar Ekologi Ed.3. Gajah Mada University, Yogyakarta. (diterjemahkan oleh Samingan).
- Setiawan, F. 2011. Panduan Lapangan Identifikasi Ikan Karang dan Invertebrata laut. WCS, Sulawesi.
- Supriharyono. 2000. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang. Djambatan, Jakarta.
- _____. 2007. Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang Ed. 2. Djambatan, Jakarta.
- TERANGI. 2004. Panduan Dasar Untuk: Pengenalan Ikan Karang Secara Visual Indonesia. Indonesian Coral Reef Foundation (TERANGI), Jakarta.
- Tuwo, A. 2011. Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut: Pendekatan Ekologi, Sosial-Ekonomi, Kelembagan dan Sarana Wilayah. Brilian Internasional, Surabaya.
- Uyanto, S. S. 2009. Pedoman Analisis Data dengan SPSS. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Verseveldt, J. 1977. *Australian Octocorallia (Coelenterata)*. Aust. Jour. Mar. Freswater, Australia.
- WCS. 2003. Penilaian Awal Kondisi Terumbu Karang dan Ikan Karang di Kepulauan Karimunjawa. Wildlife Conservation Society, Bogor.
- Wild Fact Sheets. 2008. *Blue Coral : Heliopora coerulea, Family : Helioporidae*. <http://www.wildsingapore.com/wildfacts/cnidaria/others/heliopora/heliopora.htm> (27 Januari 2015).