



DISTRIBUSI FITOPLANKTON BERDASARKAN WAKTU DAN KEDALAMAN YANG BERBEDA DI PERAIRAN PULAU MENJANGAN KECIL KARIMUNJAWA

*The Distribution of Phytoplankton Based on Different Time and Depth
in Menjangan Kecil Island Waters Karimunjawa*

Legina Lourenta Siregar, Sahala Hutabarat*), Max Rudolf Muskananfola

*Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275, Telp/Fax. 024-7474698
Email: leginasiregar21@gmail.com*

ABSTRAK

Fitoplankton merupakan organisme laut yang bebas melayang dan hanyut dalam laut yang memegang peranan penting sebagai produsen primer. Distribusi plankton di perairan bervariasi dipengaruhi kedalaman, hal ini dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diterima fitoplankton untuk kegiatan fotosintesis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan kelimpahan fitoplankton berdasarkan waktu dan kedalaman yang berbeda. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan menggunakan pendekatan studi kasus. Hasil menunjukkan bahwa ada 20 genera fitoplankton dan ditemukan *Nitzschia* sp. pada setiap pengambilan sampel. Kelimpahan fitoplankton berdasarkan waktu diperoleh korelasi 0,715 bersifat positif dan 0,470 bersifat negatif, sedangkan kelimpahan fitoplankton berdasarkan kedalaman diperoleh korelasi sebesar 0,928 bersifat negatif dan 0,898 bersifat negatif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perairan pulau Menjangan Kecil memiliki komunitas sedang dan tidak ada spesies yang mendominasi. Kelimpahan fitoplankton akan mengalami peningkatan pada saat siang hari dan menurun pada waktu sore hari, sedangkan kelimpahan fitoplankton akan mengalami penurunan pada setiap kedalaman.

Kata Kunci: Distibusi Fitoplankton, Menjangan Kecil, *Nitzschia* sp.

ABSTRACT

*Phytoplankton is marine organism that drifts and floats freely in the sea having an important role as primary producers. Distributions of plankton in the water vary influenced by the depth; it is influenced by the amount of light received by Phytoplankton for photosynthesis. This study aimed to determine the composition and the abundance of phytoplankton based on different time and depths. Descriptive method was used by doing a case study approach in this study. The results consist of 20 genera of phytoplankton and *Nitzschia* sp. was found in each sampling. Phytoplankton abundances based on time obtained positive correlation of 0.715 and 0.470 were negative, while the abundance of phytoplankton based on the depth obtained negative correlation of 0.928 and 0.898 were negative. Based on the results of this study, it is concluded that The Menjangan Kecil Island waters has moderate communities and no species dominated. Phytoplankton abundance increased during the day and decreases in the afternoon, while the abundance of phytoplankton decrease at each depth.*

Keywords: Distribution of Phytoplankton, Menjangan Kecil, *Nitzschia* sp.

**) Penulis Penanggungjawab*

1. PENDAHULUAN

Keberadaan Fitoplankton di perairan memegang peranan yang sangat penting yaitu sebagai produsen primer dan awal mata rantai dalam jaringan yang menyebabkan Fitoplankton sering dijadikan skala ukuran kesuburan satu ekosistem (Umar, 2002). Kelimpahan plankton di suatu perairan juga dapat digunakan untuk mengindikasikan kelimpahan ikan pemangsa Fitoplankton di perairan (Rachman, 2011). Ferianita *et al.* (2005) dalam Arsyad (2006) berpendapat bahwa plankton dari kelas Fitoplankton merupakan penyumbang oksigen terbesar di dalam perairan laut, dan merupakan parameter biologi yang dapat dijadikan sebagai indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Sebagai bioindikator lingkungan, keberadaan fitoplankton di perairan dapat dijadikan sebagai ukuran apakan suatu lingkungan atau perairan dalam kondisi baik/ optimal atau telah mengalami gangguan/tercemar.

Taman Nasional Karimunjawa (TNKJ) merupakan tempat konservasi bagi lingkungan dan biota yang terdapat di lokasi tersebut dan memiliki fungsi utama sebagai tempat pelestarian lingkungan dan biota (Wizurai *et al.*, 2012). Pengelolaan dalam upaya pengawetan keanekaragaman hayati Balai Taman Nasional Karimunjawa meliputi identifikasi dan inventarisasi; pembinaan habitat; pembinaan populasi dan rehabilitasi dan menyimpan potensi keanekaragaman hayati yang tinggi bahkan terdapat beberapa potensi keanekaragaman hayati yang belum teridentifikasi. Di sisi lain, hasil monitoring menunjukkan terjadi degradasi potensi keanekaragaman hayati pada beberapa jenis fauna ekonomis penting, terlihat dari terjadinya penurunan biomassa beberapa jenis ikan ekonomis penting (Balai Taman Nasional Karimunjawa, 2012).

Penelitian tentang sebaran plankton di perairan telah banyak dilakukan secara horizontal (Umar, 2002; Prasetyati, 2004; Thoha, 2007; Handayani, 2009; Rachman, 2011) dan secara vertikal (Sutomo, 1991; Muhiddin, 2009; Cisewski *et al.*, 2009), namun sebagian besar merupakan Zooplankton. Distribusi plankton di perairan bervariasi berdasarkan kedalaman, hal ini cenderung dipengaruhi oleh jumlah cahaya yang diterima oleh Fitoplankton untuk kegiatan fotosintesis yang akan dilakukannya. Informasi tentang pulau Menjangan Kecil lebih banyak diketahui dalam hal pariwisata (Safrilia *et al.*, 2014) demikian pula dengan penelitian yang pernah dilakukan di perairan Menjangan Kecil lebih banyak membahas tentang terumbu karang (Pangaribuan, 2013; Aini, 2013), bakteri (Sabdono *et al.*, 2003) namun informasi tentang ekologi, khususnya kelimpahan ataupun komposisi fitoplankton masih sedikit yang diketahui. Kelimpahan, keanekaragaman serta dominasi jenis plankton di perairan dapat digunakan sebagai indikator keberadaannya di perairan tersebut apakah masih dalam kondisi baik atau telah mengalami gangguan. Kelimpahan fitoplankton cenderung dipengaruhi oleh keberadaan cahaya di perairan yang berkaitan dengan waktu pengambilannya. Keberadaan intensitas cahaya akan menurun pada kedalaman yang lebih dalam. Penelitian ini dimaksudkan untuk melihat sejauh mana dampak waktu pengambilan dan kedalaman akan mempengaruhi distribusi fitoplankton di alam.

Tujuan yang diharapkan dapat dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui komposisi dan kelimpahan jenis Fitoplankton yang terdapat di perairan pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa, Jepara, mengetahui kelimpahan Fitoplankton di perairan pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa berdasarkan waktu pengambilan yang berbeda dan mengetahui kelimpahan Fitoplankton di perairan pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa berdasarkan kedalaman yang berbeda.

2. MATERI DAN METODE

Materi

Materi yang dibahas dalam penelitian ini adalah Fitoplankton yang dikoleksi dari perairan Pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa, Jepara. Beberapa variabel kualitas air meliputi kedalaman, suhu, kecepatan arus, salinitas dan pH. Alat-alat yang digunakan dibagi menjadi dua kategori, yaitu alat yang digunakan pada saat pengambilan sampel dilapangan dan alat yang digunakan untuk analisis di laboratorium. Alat yang digunakan saat pengambilan sampel di lapangan adalah *bongo net* modifikasi dengan diameter 60 cm (0,6 m), panjang jaring 90 cm (0,9 m), mesh size <60 µm dengan penampung yang terbuat dari peralon dengan diameter 5,08 cm (2 inchi) dan tinggi 5 cm yang digunakan untuk menyaring air.

Metode

A. Pengambilan Sampel

Pengambilan dilakukan pada waktu yang berbeda, yaitu pagi, siang dan sore hari. Tahap awal sebelum dilakukan pengambilan sampel, maka dilakukan pengukuran parameter fisika dan kimia perairan terlebih dahulu. Pengukuran parameter fisika dilakukan secara *insitu*, yakni pengukuran suhu, arus dan kedalaman. Pengukuran parameter kimia juga dilakukan secara *insitu* meliputi pH dan salinitas.

B. Analisis Laboratorium

Identifikasi dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 1,5 ml dan diletakkan di *Sedgwick-Rafter* dan diamati dibawah mikroskop *inverted*. Pengamatan *Sedgwick-Rafter* dibagi menjadi 10 bidang pandang. Fitoplankton

yang ditemukan kemudian dihitung jumlahnya didokumentasikan dan digambar untuk dilakukan identifikasi lebih lanjut hingga pada tingkatan Genus.

C. Analisis Data

Analisis data yang digunakan antara lain:

a. Kelimpahan Plankton

Kelimpahan plankton dalam satuan liter dapat dihitung dengan menggunakan rumus APHA (1989), yaitu :

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{w}$$

Keterangan :

N = Jumlah fitoplankton per liter

T = Luas gelas penutup (mm^2)

L = Luas lapang pandang (mm^2)

P = Jumlah fitoplankton yang tercacaht

p = Jumlah lapang pandang yang diamati

V = Volume sampel fitoplankton yang tersaring (ml)

v = Volume sampel fitoplankton di bawah gelas penutup (ml)

w = Volume sampel fitoplankton yang disaring (liter)

Sebagian faktor dari rumus tersebut telah diketahui pada *sedgewick-rafter*, seperti : T = 1000 mm^2 , v = 1 ml, dan L = 0,25 μm^2 (dimisalkan satu lingkaran sama dengan luas lapang pandang pada mikroskop dengan r = 0,5 mm), maka rumus tersebut menjadi :

$$N = \frac{1000 \text{ mm}^2}{0,25 \pi} \times \frac{P}{10} \times \frac{V}{1 \text{ ml}} \times \frac{1}{w} \text{ atau } N = \frac{100(PV)}{0,25\pi w}$$

b. Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman jenis biota di lokasi penelitian dihitung dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman Shanon – Wiener (Odum, 1993) yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i, \text{ dimana } P_i = N_i/N$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman

Ni = Jumlah individu jenis ke-1

N = Jumlah individu total

c. Indeks Keseragaman

Keseragaman yang terdapat pada setiap stasiun dapat dihitung dengan menggunakan indeks keseragaman Eveness sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Keterangan:

E = indeks keseragaman

H' = Indeks keanekaragaman

H' \max = $\ln S$ (S = Jumlah spesies yang ditemukan)

Kriteria yang digunakan:

$E < 0.4$: keseragaman kecil

$0.4 < E < 0.6$: keseragaman sedang

$E > 0.6$: keseragaman tinggi

d. Indeks Dominansi

Dominasi jenis fitoplankton yang terdapat di perairan Menjangan Kecil, Karimunjawa dapat dihitung dengan menggunakan indeks dominasi (Barus 2002), dengan persamaan:

$$D = \left(\frac{N_i}{N} \right)^2$$

Keterangan:

D = indeks dominansi

Ni = Jumlah individu spesies ke-i

N = Jumlah total individu

Pada umumnya perairan dengan keanekaragaman jenis yang rendah cendrung memiliki keseragaman yang rendah pula. Nilai indeks keseragaman (E) dan indeks dominasi (C) berkisar antara 0-1. Jika indeks keseragaman mendekati 0, maka nilai indeks dominasi akan mendekati 1. Odum (1993) menyatakan keseragaman suatu populasi semakin kecil, maka ada kecendrungan suatu jenis mendominasi populasi tersebut.

e. **Uji Korelasi**

Data yang diperoleh kemudian diuji dengan menggunakan analisa korelasi linear sederhana. Menurut Sya'diyah (2012), analisis korelasi adalah metode statistic yang digunakan untuk menentukan kuat tidaknya (derajat) hubungan linear antara 2 variabel atau lebih. Jika kenaikan di dalam suatu variable diikuti dengan kenaikan variable lain, maka dapat dikatakan bahwa kedua variable tersebut mempunyai korelasi yang positif, tetapi jika kenaikan di dalam suatu variable diikuti dengan penurunan variable lain maka ke dua variable tersebut mempunyai korelasi yang negatif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. **Jenis dan Kelimpahan Plankton**

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui jumlah dan jenis Fitoplankton yang ditemukan pada perairan pulau Menjangan Kecil yang terdiri dari 20 genera, yaitu: *Chaetoceros* sp., *Nitzschia* sp., *Melosira* sp., *Thalassiosira* sp., *Synedra* sp., *Pleurosigma* sp., *Rhizoselonia* sp., *Tabellaria* sp., *Bacillaria* sp., *Skeletonema* sp., *Hemiaulus* sp., *Guinardia* sp., *Navicula* sp., *Coscinodiscus* sp., *Amphora* sp., *Bacteriastrum* sp., *Bidulphia* sp., *Thalassiotrix* sp., *Ceratium* sp. dan *Peridinium* sp. Keseluruhan genus tersebut tergolong kedalam 2 kelas yaitu *Bacillariophyceae* dan *Dinophyceae*. Variasi musiman kelimpahan plankton di daerah subtropis sangat nyata sekali, tetapi di daerah tropis, variasi musiman kurang menonjol. Umumnya pada variasi musiman kelimpahan Fitoplankton di daerah tropis bukan disebabkan karena perubahan suhu, tetapi karena adanya pergantian arah angin (Raymont *et al.*, 1984). Jenis fitoplankton yang diperoleh disetiap pengambilan sampel adalah *Nitzschia* sp. dari kelas *Bacillariophyceae*. *Nitzschia* sp. memiliki toleransi serta adaptasi yang tinggi terhadap lingkungan perairan sehingga dapat hidup pada lingkungan yang tercemar sekalipun. Keberadaan *Nitzschia* sp. disetiap Stasiun pengambilan sampel dapat dijadikan sebagai indikator perairan yang terganggu ataupun tercemar.

b. **Indeks keanekaragaman (H'), keseragaman (E) dan dominansi (D)**

Adapun nilai indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi yang diperoleh selama pengamatan dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Nilai Rata-Rata H', e dan D pada Hari ke-1

Waktu	Kedalaman 1 meter			Kedalaman 3 meter			Kedalaman 5 meter		
	H'	E	D	H'	e	D	H'	E	D
Pagi	2,517	0,954	0,089	2,493	0,920	0,096	2,501	0,929	0,100
Siang	2,330	0,926	0,115	2,279	0,890	0,109	2,232	0,900	0,134
Sore	2,453	0,917	0,102	2,315	0,906	0,116	2,400	0,914	0,115

Tabel 2. Nilai Rata-Rata H', e dan D pada Hari ke-2

Waktu	Kedalaman 1 meter			Kedalaman 3 meter			Kedalaman 5 meter		
	H'	E	D	H'	E	D	H'	e	D
Pagi	2,256	0,927	0,116	2,353	0,934	0,114	2,339	0,908	0,121
Siang	2,153	0,911	0,140	2,286	0,914	0,125	2,392	0,936	0,113
Sore	2,291	0,925	0,121	2,390	0,923	0,111	2,415	0,911	0,110

Tabel 3. Nilai Rata-Rata H', e dan D pada Hari ke-3

Waktu	Kedalaman 1 meter			Kedalaman 3 meter			Kedalaman 5 meter		
	H'	E	D	H'	e	D	H'	e	D
Pagi	2,431	0,935	0,107	2,341	0,897	0,126	2,242	0,879	0,141
Siang	2,277	0,918	0,129	2,196	0,892	0,141	2,205	0,883	0,144
Sore	2,437	0,912	0,115	2,283	0,657	0,136	2,273	0,880	0,137

Komunitas fitoplankton yang terdapat pada perairan pulau Menjangan Kecil berada pada kondisi moderat sedang dengan keanekaragaman yang rendah dan tidak ditemukan spesies yang mendominasi. Menurut Stirn (1981) apabila $H' < 1$, maka komunitas biota dinyatakan tidak stabil, apabila $H' > 3$ berarti stabilitas komunitas biota tersebut adalah moderat (sedang) dan apabila $H' > 3$ berarti stabilitas komunitas biota berada dalam kondisi prima (stabil). Pirzan *et al.* (2005) menyatakan bahwa apabila keseragaman mendekati nol berarti keseragaman antar

spesies di dalam komunitas tergolong rendah dan sebaliknya keseragaman yang mendekati satu dapat dikatakan keseragaman antar spesies tergolong merata atau sama. Apabila nilai dominansi mendekati nilai 1 berarti di dalam komunitas terdapat spesies yang mendominansi spesies lainnya, sebaliknya apabila mendekati nilai 0 berarti di dalam struktur komunitas tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies lainnya (Basmi, 2000).

c. Uji Korelasi

Berdasarkan waktu pengambilan sampel, kelimpahan fitoplankton pada waktu pengambilan pagi dan siang hari menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,715 bersifat positif, artinya kelimpahan fitoplankton mengalami peningkatan pada waktu pengambilan siang hari jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada pagi hari. Hasil yang diperoleh dari kelimpahan fitoplankton pada waktu siang dan sore hari menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,470 bersifat negatif, artinya kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada sore hari mengalami penurunan jika dibandingkan dengan pengambilan pada waktu siang hari. Muhidin (2009) berpendapat bahwa tingginya distribusi kelimpahan Fitoplankton pada siang hari disebabkan karena tingkat intensitas cahaya yang optimal yang menyebabkan pemanfaatan cahaya yang lebih baik oleh Fitoplankton.

Berdasarkan kedalaman, kelimpahan fitoplankton pada kedalaman 1 meter dan 3 meter menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) 0,928 bersifat negatif, artinya kelimpahan fitoplankton yang diperoleh pada kedalaman 3 meter mengalami penurunan jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada kedalaman 1 meter. Sedangkan kelimpahan fitoplankton yang diperoleh dari kedalaman 3 meter dan 5 meter menunjukkan hasil nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,898 bersifat negatif yang berarti bahwa kelimpahan fitoplankton pada kedalaman 5 meter mengalami penurunan jika dibandingkan dengan kelimpahan fitoplankton pada kedalaman 3 meter. Kelimpahan fitoplankton berkang seiring bertambahnya kedalaman juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang berkurang pada setiap lapisan kedalaman yang menyebabkan berkurangnya jumlah intensitas cahaya yang digunakan untuk proses fotosintesis. Jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam badan perairan berbanding lurus dengan jumlah fitoplankton pada perairan tersebut, dengan kata lain semakin sedikit jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam badan perairan, maka semakin berkurang pula jumlah fitoplankton yang terdapat di dalamnya dimana intensitas cahaya merupakan salah satu faktor penting pendukung pertumbuhan fitoplankton (Romimohtarto dan Juwana, 2007).

KESIMPULAN

Jenis Fitoplankton yang ditemukan pada perairan pulau Menjangan Kecil selama pengamatan terdiri dari 20 genera dengan spesies yang paling banyak adalah *Nitzschia* sp. dari kelas *Bacillariophyceae*. Berdasarkan waktu, kelimpahan Fitoplankton yang paling banyak ditemukan pada siang hari dengan peningkatan sebesar 0,715 (korelasi tinggi) dan mengalami penurunan sebesar 0,470 (korelasi cukup) pada sore hari dan berdasarkan kedalaman yang berbeda, ditemukan bahwa kelimpahan fitoplankton paling banyak pada kedalaman 1 meter dan mengalami penurunan sebesar 0,928 (korelasi tinggi dan sangat kuat) pada kedalaman 3 dan 0,898 (korelasi tinggi) pada kedalaman 5 meter.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Pengujii; Dr. Ir. Djoko Suprapto, M.Sc; Dr. Ir. Bambang Sulardiono, M.Si dan Dr. Ir. Suryanti, M.Pi serta Panitia; Dr. Ir. Pujiono Wahyu P., MS yang telah memberikan saran dalam perbaikan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, M., 2013. Profil Kandungan Nitrat dan Fosfat pada Polip Karang *Acropora* sp. di Pulau Menjangan Kecil Taman Nasional Karimunjawa. Universitas Diponegoro.
- APHA (American Public Health Association). 1989. *Standard Method for the Examination of Water and Waste Water*. American Public Health Association. Water Pollution Control Federation. Port City Press. Baltimore, Mariland.1202 p.
- Arinardi, O.H., A. B. Sutomo, S. A. Yusuf, Trimaningsih, E. Asnaryanti dan S. H. Riyono, 1997. Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanografi LIPI, Jakarta.
- Balai Taman Nasional Karimunjawa, 2012. Zonasi Taman Nasional Karimunjawa Tahun 2012. Direktorat Jenderal Perlindungan dan Konservasi Alam Balai Taman Nasional Karimunjawa. Revisi Zonasi Taman Nasional Karimunjawa. 91 hal.
- Barus, 2002. Pengantar Limnologi. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sumatra Utara. Medan.



- Basmi J., 1998. Planktonologi : *Chrysophyta* – Diatom. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Ciweski, B., V. H. Strass, M. Rhein, and S. Krägesky, 2009. *Seasonal Variation of Diel Migration of Zooplankton From Backscatter Time Series Data in The Lazarev Sea, Antarctica*. Deep-Sea Research I 57
- Handayani, D., 2009. Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton di Perairan Pasang Surut Tambak Blanakan, Subang. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. 91 hal.
- Muhidin, A. H., 2009. Pemetaan Distribusi Vertikal Kelimpahan Fitoplankton Secara Temporal dan Spasial di Perairan Timur Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.
- Odum, E.P., 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Edisi ketiga . Gajah Mada University Press. Jogjakarta. 134-162 hal.
- Pirzan, A.M., Utojo, Atmomarso, M., Tjaronge, M., Tangko, A.M. dan Hasnawi., 2005. Potensi Lahan Budidaya Tambak dan Laut di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia 11 (5): 43-50.
- Prasetyati, D. E., 2004. Hubungan Antara Suhu, Salinitas dan Arus dengan Distribusi-Kelimpahan Zooplankton dan Ichtyoplankton yang Tersaring *Bonggo Net* di Perairan Teluk Tomini pada Musim Timur 2013. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 55 hal.
- Pangaribuan, T., 2013. Hubungan Kandungan Nitrat dan Fosfat dengan Densitas *Zooxanthellae* pada PolipKarang *Acropora* sp. di Perairan Pulau Menjangan Kecil, Karimunjawa. Skripsi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro.
- Rachman, K., 2011. Hubungan Kuantitatif antara Fitoplankton dan Zooplankton Herbivora di Perairan Teluk Jakarta pada Bulan Agustus dan September 2009. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. 46 hal.
- Raymont, L.A., Vézina, A. F., Fennel, K. and Cullen, J. J., 1984. *The Ecology of Freshwater Phytoplankton. University Pierre et Marie Curie*. Paris.
- Romimohtarto, K. dan S. Juwana,, 2007. Biologi Laut. Penerbit Djambatan. Jakarta. 484 hal.
- Sabdono, A., O. K. Radjasa dan J. Soedarsono. *Characterization and Identification Of Strain KM221, A Novel MCPA Herbicide-Degrading Bacterium Isolated From Coral surface, Menjangan Kecil Island, Karimunjawa*. Journal of Coastal Development 3(6): 127-133. ISSN:1310-5217
- Safrilia, A., B. Suryokusumo dan S. Ramdlani, 2014. Perancangan Resort dengan Penerapan Prinsip Ekologi di Pulau Menjangan Kecil Karimunjawa. Universitas Brawijaya.
- Stirm, J., 1981. *Manual Methods in Aquatic Environment Research*. Part 8 Rome: Ecological Assesment of Pollution Effect, FAO.
- Sutomo, A. B., 1991 Migrasi Vertikal Zooplankton di Laut Timor Agustur-September 1991. Inventarisasi dan Evaluasi Lingkungan Pesisir-Oseanografi, Geologi, Biologi dan Ekologi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta
- Sya'diyah, Z., 2012. Statistika Dasar – Bahan Ajar Statistika Dasar
- Thoha, H., 2007. Kelimpahan Plankton di Ekosistem Perairan Teluk Gilimanuk, Taman Nasional, Bali Barat. Makara Sains. 11 (1):44-48.
- Umar, N. A., 2002. Komposisi dan Kelimpahan Fitoplankton Hubungannya dengan Kelimpahan Zooplankton (Kopopoda) dan Larva Kepiting Bakau (*Scylla* spp.). Tesis Institut Pertanian Bogor. Bogor. 144 hal.
- Wizurai, P., S. Redjeki, dan S. T. Hartati, 2012. Studi Kelimpahan Juvenil Ikan pada Ekosistem Padang Lamun di Perairan Karimunjawa, Kabupaten Jepara. *Journal of Marine Research* 1(2).