

**HUBUNGAN ANTARA FORAMINIFERA DAN KEMELIMPAHAN
PLANKTON TERHADAP KONDISI TERUMBU KARANG DI GOSONG
SUSUTAN, LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh:

Sayu Kadek Dwi Dani



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

HUBUNGAN ANTARA FORAMINIFERA DAN KEMELIMPAHAN PLANKTON TERHADAP KONDISI TERUMBU KARANG DI GOSONG SUSUTAN LAMPUNG

Oleh

Sayu Kadek Dwi Dani

ABSTRAK

Ekosistem terumbu karang memberikan banyak manfaat bagi makhluk hidup lainnya. Berbagai jenis organisme hidup di antara terumbu karang diantaranya adalah plankton dan foraminifera. Plankton dan foraminifera saling bersimbiosis mutualisme dengan terumbu karang. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara foraminifera dan kemelimpahan plankton terhadap kondisi pertumbuhan terumbu karang di Gosong Susutan Lampung. Penelitian dilakukan pada bulan Juli s/d September 2016 menggunakan metode Manta tow dan LIT (*Line Intercept Transect*) sepanjang 100 meter pada kedalaman 7 dan 15 meter untuk pengambilan data terumbu karang dan sampel sedimen dasar laut. Penelitian dilakukan di Gosong Susutan Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran, Lampung. Analisis data berupa nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi, serta korelasi antara terumbu karang dengan foraminifera dan plankton. Hasil penelitian pada kedalaman 7 meter persentase karang hidup sebesar 26% tergolong sedang dan pada kedalaman 15 meter persentase karang hidup sebesar 11% tergolong rendah. Ditemukan 24 spesies foraminifera, 18 genera termasuk kedalam 13 famili dan 4 ordo. Diperoleh Foram index >4 dengan nilai korelasi antara 0,531 – 0,876. Kesimpulan nilai korelasi 0,531 – 0,876 menunjukkan adanya hubungan antara foraminifera dan kemelimpahan plankton terhadap pertumbuhan terumbu karang di perairan Gosong Susutan, Lampung dengan kualitas lingkungan yang sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang.

Kata Kunci : Terumbu karang, Foraminifera, Plankton, LIT (*Line Intercept Transect*), Gosong Susutan

**HUBUNGAN ANTARA FORAMINIFERA DAN KEMELIMPAHAN
PLANKTON TERHADAP KONDISI TERUMBU KARANG DI GOSONG
SUSUTAN, LAMPUNG**

Oleh:

Sayu Kadek Dwi Dani

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA SAINS

Pada

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **HUBUNGAN ANTARA FORAMINIFERA
DAN KEMELIMPAHAN PLANKTON
TERHADAP KONDISI TERUMBU KARANG
DI GOSONG SUSUTAN, LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Sayu Kadek Dwi Dani**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1217021070

Jurusan : Biologi

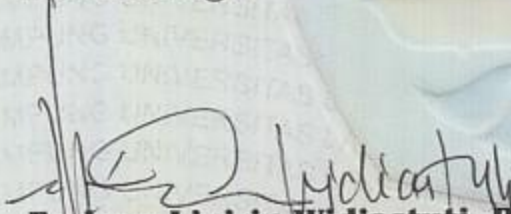
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

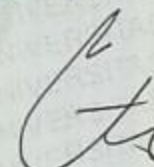
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

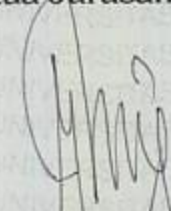
Pembimbing I

Pembimbing II


Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.
NIP 19610611 198603 2 001


Dra. Kresna Tri Dewi, M.Sc.
NIP 19590427 198603 2 002

2. Ketua Jurusan Biologi

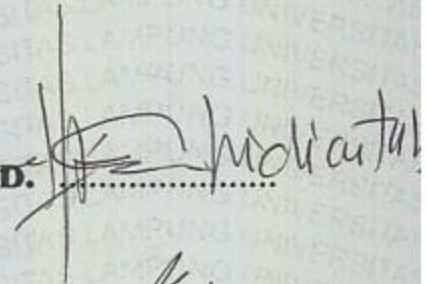

Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc.
NIP 19660305 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji


Ketua

: Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.



Sekretaris

: Dra. Kresna Tri Dewi, M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dra. Sri Murwani, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Prof. Warsito, S.Si., DEA., Ph.D.

NIP 19710212 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 22 Desember 2016

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Rama Gunawan pada tanggal 20 Juni 1994. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara, puteri dari Ajik Gusti Made Widiarta dan Ibu Sayu Ketut Darmiati. Memiliki seorang kakak pria bernama I Gusti Putu Danda Buhari.

Jenjang pendidikan yang pernah ditempuh penulis

Diawali dari Taman Kanak-kanak PKK Kartini tahun 1999-2000, kemudian dilanjutkan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Rama Gunawan tahun 2000-2006. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 1 Seputih Raman tahun 2006-2009, kemudian melanjutkan kembali ke Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 1 Seputih Raman tahun 2009-2012. Tahun 2012 penulis mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) di Universitas Lampung kemudian terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) sebagai anggota Bidang Ekspedisi (2012-2013) serta Klub Selam Anemon (KSA) FMIPA dan dipercaya sebagai Sekretaris Umum (2014-2015). Selain itu penulis melakukan kerja praktik (KP) pada tahun 2016 dengan judul “Identifikasi Foraminifera Bentik dalam Sedimen Sekitar Pulau Nunukan, Kalimantan Timur di Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL) Bandung”.

MOTTO

“Hidup lebih indah jika kita selalu bersyukur”

“Setiap aksi memiliki reaksi, setiap perbuatan memiliki konsekuensi dan setiap kebaikan memiliki suatu balasan yang baik”

“Hari ini berjuang, besok raih kemenangan”

“Keberhasilan akan diraih dengan belajar, jangan ingat lelahnya belajar tapi ingatlah buah manisnya yang bisa dipetik kelak ketika sukses”

*Ku persembahkan skripsi ini kepada kedua
orangtuaku*

Gusti Made Widiarta

&

Sayu Ketut Darmiati

SANWACANA

Om Swastyastu,

Puji syukur kehadiran Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“HUBUNGAN ANTARA FORAMINIFERA DAN KEMELIMPAHAN PLANKTON TERHADAP KONDISI TERUMBU KARANG DI GOSONG SUSUTAN, LAMPUNG”** yang merupakan tugas akhir penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Sains, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan tulisan ini, tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Keluargaku tercinta Ajik Gusti Made Widiarta, Mamak Sayu Ketut Darmiati, dan Kakak I Gusti Putu Danda B yang sabar menanti kelulusan penulis, serta motivasi, kasih sayang dan doa yang tak pernah putus diberikan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Ibu Endang Linirin Widiastuti, Ph.D., selaku Pembimbing I yang dengan sabar telah memberikan masukan, saran, dan membimbing selama proses pembuatan skripsi ini.

3. Ibu Dra. Kresna Tri Dewi, M.Sc., selaku Pembimbing II atas izin, pengarahan, saran, serta dengan sabar membimbing dan motivasi yang diberikan dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dra. Sri Murwani, M.Sc. selaku pembahas yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Ibu Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Biologi MIPA Universitas Lampung.
6. Ibu Dra. Tundjung Tripeni H., M.S., selaku Pembimbing Akademik yang selalu dengan sabar mendengar curahan hati dan memberikan motivasi bagi penulis.
7. Seluruh dosen, pegawai dan laboran (terutama mbk Nunung Cahyawati) Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas ilmu dan bantuan yang diberikan kepada penulis.
8. Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.
9. Terimakasih keluarga kedua Klub Selam Anemon, para senior dan junior atas bantuan, pengalaman, kebersamaan dan suka cita serta kasih sayang kepada penulis sampai saat ini.
10. HIMBIO FMIPA Universitas Lampung angkatan 2008 sampai 2016.
11. Teman-teman seperjuangan penelitian Amalia Kurnia Putri, Choirun Nisa, Kadek Wisne dan keluarga Laboratorium Biomolekuler atas kesabaran, semangat dan kebersamaan selama pengambilan data hingga penulisan skripsi.

12. Sahabat sekaligus saudara, Imamah, Agustina, Dwi, Emil, Fai, Puty, dan Etika serta teman-teman Biologi angkatan 2012 (Apri, Abdi, Agung, Huda, Marli, Amanda, Erika, Naumi, Minggar, MbK Put, Propal, Sabrina, Pepti, Bebi, Wina, Riza, Dela, Luna, Linda, Afrisa, Catur, Nike, Nikken, Aska, Indi, Reni, Nindya, Lu'lu', Asri, Aul, Mita, Lia, Sheila, Arum, Dewi, Oline, Ama, Laras, Meri, Aida, Heni, Nora, Khorik, Tejo, Lutfi, Jevica, Ambar, Yelbi) atas perhatian, dukungan, semangat, dan canda tawa yang selalu diberikan kepada penulis.

Semoga Tuhan membalas kasih sayang kepada semua pihak yang telah membantu penulis. Akhir kata, Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan di dalam penyusunan skripsi ini dan jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 28 Desember 2016
Penulis,

Sayu Kadek Dwi Dani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	6
C. Manfaat Penelitian	6
D. Kerangka Pemikiran	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Terumbu Karang	9
1. Definisi	9
2. Jenis dan Habitat	10
3. Faktor-faktor Pertumbuhan Terumbu Karang	12
4. Manfaat Terumbu Karang	16
B. Foraminifera	17
1. Klasifikasi	17
2. Habitat	18
3. Morfologi	21
4. Faktor-faktor Persebaran Foraminifera	23
C. Plankton	24
III. METODE PENELITIAN	26
A. Waktu dan Tempat	26
B. Alat dan Bahan	27
C. Metode Kerja	27
1. Pengambilan Data Terumbu Karang	27
2. Pengambilan Sampel Sedimen Dasar Laut	28
3. Pengambilan Data Plankton	29

D. Prosedur Kerja	29
1. Penentuan Lokasi Pengamatan.....	29
E. Analisis Data	33
1. Terumbu Karang	33
2. Foram Index	33
3. Plankton	34
4. Analisis Korelasi	35
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Terumbu Karang	36
B. Foraminifera	40
C. Plankton	47
D. Parameter Lingkungan Perairan Gosong Susutan, Lampung .	49
E. Korelasi Antara Foraminifera dan Kemelimpahan Plankton Terhadap Terumbu Karang di Gosong Susutan, Lampung.....	51
V. KESIMPULAN DAN SARAN	54
A. Simpulan	54
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Pengelompokan Foraminifera bentuk pada sampel sedimen Gosong Susutan, Lampung	40
Tabel 2. Foraminifera bentuk yang ditemukan di Gosong Susutan, Lampung	41
Tabel 3. Indeks Dominansi (C), Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), Jumlah taksa (t), Jumlah individu (s) Plankton di Gosong Susutan, Lampung	47
Tabel 4. Hasil pengukuran parameter kualitas air sekitar perairan Gosong Susutan, Lampung	49
Tabel 5. Data Terumbu karang pada kedalaman 7 meter di Gosong Susutan, Lampung	61
Tabel 6. Data Terumbu karang pada kedalaman 15 meter di Gosong Susutan, Lampung	63
Tabel 7. Foraminifera yang ditemukan pada masing-masing sampel Sedimen di Gosong Susutan, Lampung	65
Tabel 8. Data keanekaragaman plankton di perairan Gosong Susutan, Lampung	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Peta Gosong Susutan	26
Gambar 2. Persentaseutupan karang hidup dan karang mati di Gosong Susutan, Lampung pada kedalaman 7 dan 15 meter	36
Gambar 3. Persentaseutupan terumbu karang berdasarkan bentuk hidup (<i>Life form</i>) di Gosong Susutan, Lampung pada kedalaman 7 meter	37
Gambar 4. Persentaseutupan terumbu karang berdasarkan bentuk hidup (<i>Life form</i>) di Gosong Susutan, Lampung pada kedalaman 15 meter	38
Gambar 5. <i>Rubble</i> atau pecahan karang pada kedalaman 15 meter	39
Gambar 6. Lokasi pengambilan sampel sedimen sekitar terumbu karang Gosong Susutan, Lampung	43
Gambar 7. Foraminifera bentik di perairan Gosong Susutan, Lampung Berdasarkan klasifikasi Hallock <i>et al</i> (2003)	44
Gambar 8. Nilai <i>FORAM Index</i> (FI) di setiap titik pada perairan Gosong Susutan, Lampung	46
Gambar 9. Foraminifera yang ditemukan dominan berasosiasi di Terumbu karang Gosong Susutan, Lampung	47
Gambar 10. Hubungan karang hidup dengan kelimpahan plankton	51
Gambar 11. Hubungan karang hidup dengan kelimpahan foraminifera	52
Gambar 12. Hubungan kelimpahan foraminifera dengan kelimpahan plankton	53

Gambar 13. Terumbu karang pada kedalaman 7 meter di Gosong Susutan, Lampung	67
Gambar 14. Terumbu karang pada kedalaman 15 meter di Gosong Susutan, Lampung	67
Gambar 15. DCA yang ditumbuhi <i>soft coral</i>	67
Gambar 16. Jenis-jenis Foraminifera benthik di perairan Gosong Susutan, Lampung	68
Gambar 17. Plankton (<i>Chaetoceros</i> , <i>Gigartacon</i> , <i>Thalassionema</i>) yang ditemukan pada perairan Gosong Susutan	68
Gambar 18. LIT (<i>Line Intercept Transect</i>) terumbu karang Gosong Susutan, Lampung	69
Gambar 19. Sample air Plankton Gosong Susutan, Lampung	69
Gambar 20. Pengambilan sampel sedimen Foraminifera Gosong Susutan, Lampung	69
Gambar 21. Foraminifera dan partikel lain yang ada pada sedimen Gosong Susutan, Lampung	70
Gambar 22. Hasil penjentikan dan koleksi Foraminifera Gosong Susutan, Lampung	70

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lautan merupakan sistem lingkungan akuatik terbesar di planet bumi, dimana di sekelilingnya terdapat serangkaian komunitas beserta lingkungan fisik dan kimianya. Lautan banyak memberikan kontribusi dalam bidang ilmu pengetahuan terutama mengenai organisme laut (Nybakken, 1988). Wilayah lautan mempunyai kekayaan dan keanekaragaman hayati terbesar di dunia, salah satunya adalah ekosistem terumbu karang.

Fungsi ekosistem terumbu karang yang mengacu kepada habitat, biologis atau proses ekosistem sebagai penyumbang barang maupun jasa. Terumbu karang menyediakan berbagai manfaat langsung maupun tidak langsung. Ekosistem terumbu karang banyak menyumbangkan berbagai biota laut seperti ikan karang, *moluska*, *krustasea* bagi masyarakat yang hidup dikawasan pesisir. Selain itu bersama dengan ekosistem pesisir lainnya menyediakan makanan dan merupakan tempat berpijah bagi berbagai jenis biota laut yang mempunyai nilai ekonomis tinggi (Cesar, 2000).

Terumbu karang memiliki peran yang sangat besar, karena itu kerusakan ekosistem terumbu karang dapat mengakibatkan terganggunya seluruh kehidupan di laut dan pantai yang ada di wilayah tersebut. Pencemaran oleh berbagai macam limbah di pantai dapat mengganggu kelangsungan hidup terumbu karang yang memerlukan perairan yang bersih. Penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak dan bahan kimia beracun juga merupakan faktor yang mengancam kelestarian terumbu karang. Selain itu, peningkatan suhu bumi juga merupakan ancaman yang cukup berbahaya bagi terumbu karang. Belakangan ini diperkirakan hampir 25% dari kehidupan di ekosistem terumbu karang telah mati, antara lain akibat dari peningkatan suhu yang mencapai sebesar 4°C.

Organisme di dalam air sangat beragam dan dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk kehidupannya atau kebiasaan hidupnya. Salah satu organisme yang hidup di daerah perairan diantaranya adalah zooplankton yang masih tergolong sebagai plankton. Seperti halnya plankton, zooplankton ini juga berperan sebagai sumber makanan bagi biota air lainnya. Menurut Odum (1996), plankton merupakan organisme mengapung yang pergerakannya tergantung pada arus. Plankton dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu fitoplankton yang disebut plankton nabati dan zooplankton yang disebut plankton hewani. Zooplankton merupakan organisme yang amat banyak terdapat di seluruh massa air, mulai dari permukaan sampai di kedalaman dimana intensitas cahaya masih memungkinkan untuk fotosintesis (Nontji, 1987).

Menurut Fachrul (2006), zooplankton menempati posisi penting dalam rantai makanan dan jaring-jaring kehidupan di perairan. Kemelimpahan zooplankton akan menentukan kesuburan suatu perairan oleh karena itu, dengan mengetahui keadaan plankton (zooplankton termasuk di dalamnya) di suatu daerah perairan, maka akan diketahui kualitas perairan tersebut.

Hallock *et al.*, (2003), mencatat bahwa tim konservasi lingkungan telah memantau kualitas air dan kondisi terumbu selama puluhan tahun, tetapi mereka tidak memiliki bioindikator yang dapat menghubungkan keduanya dalam upaya melestarikan sumber daya terumbu karang yang tersisa. Tim konservasi lingkungan tersebut sangat membutuhkan bioindikator tentang kondisi biologi dari lingkungan terumbu karang yang dapat menghubungkan data yang diperoleh melalui *remote-sensing*, kualitas air, dan komunitas organisme benthik untuk memantau respon tekanan pada terumbu karang.

Salah satu bioindikator yang telah digunakan untuk memantau kondisi perairan sekitar terumbu karang adalah foraminifera, organisme bersel tunggal berukuran mikroskopis. Metode yang digunakan adalah dengan cara penghitungan *FORAM (Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring) Index* atau FI (Hallock *et al.*, 2003). FI didasarkan pada 30 tahun penelitian terhadap sedimen terumbu karang dan lingkungan foraminifera yang tinggal di terumbu karang, serta kumpulan foraminifera yang didapat dari permukaan sedimen. Foraminifera dipilih sebagai indikator lingkungan karena foraminifera memerlukan kesamaan kualitas air dengan berbagai biota pembentuk terumbu karang, dan siklus hidupnya yang cukup singkat sehingga dapat

menggambarkan perubahan lingkungan yang terjadi dalam waktu cepat (Hallock *et al.*, 2003).

FORAM Index dimaksudkan untuk memperkaya metode terkait dengan pemantauan ekosistem terumbu karang yang sudah ada sebelumnya, seperti memberikan suatu tindakan pada pemerhati lingkungan, untuk menentukan apakah kualitas air di lingkungan tersebut layak untuk mendukung pertumbuhan terumbu karang. *FORAM Index* menggunakan foraminifera hidup atau diasumsikan hidup kemudian mati dan belum menjadi fosil.

Foraminifera adalah bagian dari meiofauna yang sering dijadikan objek penelitian karena keberadaannya yang tersebar dan melimpah hampir di seluruh perairan Indonesia walau sangat sedikit dijumpai di perairan tawar. Foraminifera sangat mudah untuk diperoleh dan tidak menimbulkan dampak besar pada proses pengkoleksiannya (Natsir, 2010).

Foraminifera sebagai salah satu penghasil kalsium karbonat (CaCO_3) di perairan dengan ukuran tubuh berkisar antara 0,1 – 2 mm. Foraminifera berkontribusi terhadap cadangan kalsium karbonat (CaCO_3) pada habitatnya. Oleh karena itu, cangkang foraminifera dapat terawetkan dengan baik dalam sedimen karena zat penyusun cangkang tersebut (Boltovskoy dan Wright, 1976).

Foraminifera dapat dikatakan sebagai bioindikator dikarenakan sudah banyak digunakan sebagai indikator lingkungan perairan dan lingkungan paleo.

Lingkungan paleo merupakan lingkungan pengendapan karena adanya proses sedimentasi dan dapat dikorelasikan dengan umur batuan (Rifai, 2004).

Gosong Susutan merupakan daratan kecil yang muncul ke atas permukaan laut dan terbentuk oleh terumbu karang dari dasar laut. Gosong ini terletak di perairan Teluk Lampung, Desa Gebang, Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Propinsi Lampung. Gosong Susutan memiliki keunikan tersendiri, yaitu ; terumbu karang yang mengelilingi tiap sisinya dari kedalaman 20 meter hingga ke permukaan laut ketika sedang surut. Perairan Gosong Susutan menjadi lokasi mencari ikan oleh banyak nelayan dengan menggunakan kapal-kapal besar dan tidak jarang dari nelayan tersebut menggunakan pukot dan bahan peledak berbahaya untuk mendapatkan ikan. Penggunaan bahan peledak ini mengakibatkan beberapa titik di Gosong Susutan pada kedalaman 5 meter terdapat kerusakan terumbu karang yang cukup parah. Namun dititik lain masih ditemukan terumbu karang dengan pertumbuhan yang cukup baik dengan banyak biota lain yang mengelilinginya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan antara foraminifera dan kelimpahan jenis plankton terhadap kondisi keragaman jenis terumbu karang di Gosong Susutan (Rais, 2015).

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi terkini komunitas serta keanekaragaman terumbu karang berhubungan dengan foraminifera dan kemelimpahan plankton di Gosong Susutan Lampung.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi ilmiah mengenai hubungan foraminifera dan kemelimpahan plankton terhadap kondisi pertumbuhan terumbu karang di Gosong Susutan Lampung.

D. Kerangka Pemikiran

Menurut Nybakken (1988) bahwa, terumbu karang meliputi wilayah yang luas (jutaan mil persegi) di daerah tropis, perairan pantai yang dangkal didominasi oleh pembentuk terumbu karang yang memang sering digunakan untuk membatasi lingkungan tropik. Terumbu karang merupakan keunikan di antara asosiasi atau komunitas lautan yang seluruhnya dibentuk oleh kegiatan biologis. Ditambahkan oleh Razak dan Simatupang (2005) bahwa, terumbu karang adalah suatu ekosistem laut yang umumnya dijumpai di perairan laut tropis. Ekosistem terumbu karang menjadi bagian dari ekosistem laut karena merupakan sumber kehidupan bagi beraneka ragam biota laut. Ekosistem ini terdapat di laut dangkal yang hangat dan bersih, dan merupakan perairan paling produktif di perairan laut tropis, serta memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi.

Perairan sekitar terumbu karang merupakan lingkungan dengan penetrasi cahaya yang sangat baik, suhu perairan hangat dan kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi. Pasokan kalsium karbonat yang tinggi disertai simbiosis *zooxanthellae* membuat beberapa jenis foraminifera tumbuh dengan pesat.

Foraminifera merupakan organisme pemakan segala (omnivora), memakan fitoplankton, bakteri yang berukuran kecil, invertebrata kecil, algae, protista dan beberapa jenis pemakan bangkai.

Keragaman jenis foraminifera diperairan tidak sama, biasanya sangat rendah ditemukan pada bagian pesisir pantai dibandingkan dengan terumbu karang maupun laut lepas. Karakteristik laut lepas jauh dari pengaruh aliran darat sehingga kadar oksigen dan pH relative tinggi, namun kadar nutrient relative rendah dibandingkan dengan pesisir pantai.

Gosong Susutan merupakan perairan yang berada di Kecamatan Padang Cermin, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pada tahun 2015 telah dilakukan penelitian mengenai hubungan antara kemelimpahan plankton terhadap kondisi terumbu karang di Gosong Susutan oleh Faisal Rais (Biologi, 2010). Berdasarkan hasil penelitiannya bahwa kondisi terumbu karang di Gosong Susutan ini dapat dikategorikan sangat baik pada stasiun pengamatan I dengan persentase terumbu karang sebesar 90,58 % pada kedalaman 5 meter dan 70,03% pada kedalaman 10 meter. Sedangkan pada stasiun pengamatan II termasuk kategori rusak pada kedalaman 5 meter dengan persentase terumbu karang sebesar 15,33 % dan sedang pada kedalaman 10 meter dengan persentase terumbu karang sebesar 39,3 %. Pada

stasiun pengamatan III termasuk kategori sedang pada kedalaman 5 meter dan 10 meter. Sedangkan hubungan antara kondisi terumbu karang dengan kelimpahan plankton di Gosong Susutan memiliki korelasi yang positif dengan nilai regresi ($r = 0,7755$). Jenis plankton yang paling banyak ditemukan di Gosong Susutan adalah *Rhizosolenia sp* (Rais, 2015). Pengambilan sampel sedimen dasar laut perlu dilakukan untuk mengetahui hubungan korelasi antara foraminifera dan plankton sebagai indikator pertumbuhan terumbu karang di Gosong Susutan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Terumbu Karang

1. Definisi

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem pantai yang khas pada daerah tropis, mempunyai produktivitas dan keanekaragaman biota yang tinggi.

Terumbu karang terbentuk dari kumpulan organisme yang hidup didasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis. Terumbu karang tersusun oleh karang-karang jenis *Anthozoa* dari kelas *Scleractinia*, yang termasuk kedalam jenis-jenis karang yang mampu membuat kerangka atau bangunan karang dari kalsium karbonat (CaCO_3) (Nyubakken, 1992).

Menurut Suharsono (1996), hewan karang adalah sebagai komponen dari masyarakat terumbu karang, sedangkan terumbu karang adalah sebagai suatu ekosistem, termasuk organisme-organisme lain yang hidup di sekitarnya. Ada dua tipe hewan karang yaitu hewan karang yang dapat membentuk bangunan/terumbu dari kalsium (*hermatypic corals*) atau dikenal juga dengan sebutan *reef-building corals* dan hewan karang yang tidak dapat membentuk bangunan/terumbu dari kalsium (*ahermatypic corals*) atau dikenal juga dengan sebutan non *reef-building corals* (Nyubakken, 1992).

Hewan karang biasanya hidup dengan cara membentuk suatu kelompok (koloni), tetapi ada juga yang hidup sendiri (soliter). Satu koloni dapat mencapai ribuan individu yang berupa polip. Hewan karang atau polip mirip dengan ubur-ubur. Hewan karang diibaratkan ubur-ubur yang terbalik dengan banyak tentakel yang menghadap ke atas dan menempel pada substrat berupa kalsium karbonat (CaCO_3). Mulut hewan karang yang sekaligus berfungsi sebagai anus terletak di bagian atas, dengan adanya tentakel pada sekeliling mulut berfungsi pada saat menangkap mangsa. Makanan yang masuk ke perut akan dicerna oleh *filament mesentery* (usus) dan sisa makanan dikeluarkan melalui mulut.

2. Jenis dan habitat

Secara garis besar terdapat dua jenis terumbu karang, yaitu terumbu karang benua (*shelf reefs*) yang menempel pada lempengan benua dan terumbu karang laut lepas (*oceanic reefs*) yang mengelilingi pulau-pulau kecil di laut lepas pada kedalaman 200 meter. Sebagian besar terumbu di Indonesia adalah terumbu benua (Tomascik, 1997).

Selanjutnya Nybakken (1992), mengelompokkan terumbu karang menjadi tiga tipe umum yaitu :

1. Terumbu karang tepi (*Fringing reef*)

Terumbu karang tepi umumnya berkembang disepanjang pantai, terletak di tepi lempengan benua dan di sekeliling pulau-pulau, mencapai kedalaman tidak lebih dari 40 M. Terumbu karang ini

tumbuh ke atas atau ke arah laut. Pertumbuhan biasanya terdapat dibagian yang cukup arus. Sedangkan diantara pantai dan tepi luar, terumbu karang batu cenderung mempunyai pertumbuhan yang kurang baik bahkan banyak mati karena mengalami kekeringan dan banyak endapan yang datang dari darat, tipe terumbu karang seperti ini paling umum ditemukan di Indonesia.

2. Terumbu karang tipe penghalang (*Barrier reef*)

Terumbu karang tipe penghalang terletak di tepi lempengan benua yang dipisahkan oleh goba/lagoon yang dalam dengan jarak yang cukup jauh dari daratan. Pada umumnya ekosistem karang batu dapat tumbuh pada tipe karang penghalang. Pada dasarnya tipe terumbu karang penghalang tumbuh memanjang menyusuri pantai dan biasanya berputar-putar seakan-akan merupakan penghalang bagi pendatang yang datang dari luar.

3. Terumbu karang cincin (*Atol*)

Terumbu karang cincin merupakan terumbu karang yang tumbuh melingkari suatu goba/lagoon dan biasanya terdapat di lepas pantai. Kedalaman goba di dalam *atol* sekitar 45 *meter* namun jarang sekali ditemukan sampai 100 *meter* seperti terumbu karang penghalang. Di prediksi bahwa asal mula *atol* berasal dari terumbu karang tepi pada sebuah gunung berapi yang secara perlahan-lahan tenggelam disebabkan oleh adanya perubahan tinggi permukaan laut dan terjadi penumpukkan sedimen karang yang semakin berat.

Habitat hewan karang yang tepat adalah di perairan yang hangat yaitu daerah yang memiliki cukup penetrasi cahaya matahari yang masuk ke perairan. Hal ini terkait dengan *zooxanthellae* yang sangat memerlukan cahaya matahari dalam proses fotosintesisnya. Perairan yang jernih merupakan syarat utama agar penetrasi cahaya matahari dapat masuk ke dalam sehingga terumbu karang yang terdapat di bagian dalam perairan dapat hidup dengan baik (Supriharyanto, 2000).

Menurut Timotius (2003), hewan karang memiliki dua cara untuk mendapatkan makan, yaitu dengan cara:

1. Menangkap *zooplankton* yang melayang dalam air,
2. Menerima hasil fotosintesis dari *zooxanthellae*.

Dan ada dua mekanisme bagaimana mangsa yang ditangkap karang dapat mencapai mulut:

1. Mangsa ditangkap oleh tentakel lalu dibawa ke mulut,
2. Mangsa ditangkap lalu terbawa ke mulut oleh gerakan silia di sepanjang tentakel.

3. Faktor-faktor pertumbuhan terumbu karang

Pertumbuhan terumbu karang di perairan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor lingkungan yang menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan karang antara lain (Suharsono, 1998):

a. Cahaya Matahari

Cahaya matahari merupakan faktor paling penting dalam pertumbuhan terumbu karang, karena cahaya matahari digunakan oleh *Zooxanthellae* dalam proses fotosintesis. Tanpa cahaya yang cukup laju fotosintesis akan terhambat dan pembentukan kerangka kalsium karbonat atau kalsifikasi dalam terumbu karang akan terhambat pula. Kalsifikasi dapat terjadi jika terjadinya fotosintesis yang menghasilkan karbon, maka kalsifikasi hanya terjadi pada saat produktif fotosintesis yaitu siang hari. Penetrasi cahaya tergantung pada kedalaman, semakin dalam maka semakin berkurang pula intensitas cahaya yang masuk. Intensitas dan kualitas cahaya yang menembus perairan sangat penting, selain dalam proses fotosintesis tetapi juga sebaran terumbu karang dalam perairan dan produksi oksigen oleh *Zooxanthellae*.

Zooxanthellae adalah alga dari kelompok Dinoflagellata yang bersimbiosis mutualisme pada hewan, seperti karang, anemon, moluska, dan lainnya. Sebagian besar *zooxanthellae* berasal dari genus *Symbiodinium*. Jumlah *zooxanthellae* pada karang diperkirakan > 1 juta sel/cm² permukaan karang. Bagi *Zooxanthellae*, karang adalah habitat yang baik karena memberikan zat organik (protein, karbohidrat, dan CO₂) untuk proses fotosintesis serta tempat berlindung yang baik dari ancaman predator. Zat anorganik ini merupakan sisa metabolisme karang dan hanya sebagian kecil anorganik diambil dari perairan.

Zooxanthellae dapat berada dalam karang melalui beberapa mekanisme terkait dengan reproduksi karang. Dari reproduksi secara seksual, karang akan mendapatkan *zooxanthellae* langsung dari induk atau secara tidak langsung dari lingkungan. Sementara dalam reproduksi aseksual, *zooxanthellae* akan langsung dipindahkan ke koloni baru atau ikut bersama potongan koloni karang yang lepas (Timotius, 2003).

b. Suhu

Suhu dapat membatasi sebaran terumbu karang secara geografis. Suhu optimal untuk kehidupan karang antara 25°C - 28°C , dengan pertumbuhan optimal rerata tahunan berkisar 23°C - 30°C . Pada temperatur dibawah 19°C pertumbuhan karang terhambat bahkan dapat mengakibatkan kematian dan pada suhu diatas 33°C menyebabkan pemutihan karang atau lebih dikenal dengan sebutan *bleaching* yaitu proses keluarnya *Zooxanthellae* dari hewan karang, sehingga dapat menyebabkan kematian karang. Suhu dapat berubah setiap saat, ketika suhu berubah secara ekstrim maka terdapat perubahan terhadap pertumbuhan karang seperti proses metabolisme, reproduksi, dan yang paling penting adalah proses kalsifikasi atau pengapuran.

c. Salinitas

Secara fisiologis salinitas (kadar garam) sangat memengaruhi kehidupan hewan karang. Terumbu karang memerlukan salinitas yang relatif tinggi untuk pertumbuhan. Salinitas optimum bagi kehidupan karang

berkisar 27 ppm – 40 ppm sehingga karang jarang sekali ditemukan di daerah bercurah hujan yang tinggi, perairan dengan kadar garam tinggi dan muara sungai (Nybakken, 1992). Adanya deposit air tawar yang cukup banyak ke laut dapat menyebabkan kematian hewan karang. Hal ini disebabkan perbedaan tekanan osmosis pada air tawar dan air laut.

d. Kekeruhan dan Sedimentasi

Kekeruhan perairan dapat menghambat penetrasi cahaya yang masuk ke perairan dan akan memengaruhi kehidupan karang karena karang tidak dapat melakukan fotosintesis dengan baik. Sedangkan sedimentasi mempunyai pengaruh yang negatif yaitu sedimen yang berat dapat menutup dan menyumbat bagian struktur organ karang untuk mengambil makanan dan memengaruhi pertumbuhan karang secara tidak langsung, karena terumbu karang harus mengeluarkan energi lebih besar untuk menghalau sedimentasi yang menempel pada permukaan polip. Perairan yang memiliki kekeruhan dan sedimentasi yang tinggi cenderung memiliki keanekaragaman dan tutupan karang hidup rendah. Jenis karang yang tumbuh di perairan bersedimentasi tinggi seperti, *foliate*, *branching*, dan *ramose*. Sedangkan daerah yang jernih/sedimentasinya rendah lebih banyak dihuni oleh karang yang berbentuk piring (*plate* atau *digitate plate*).

e. Arus (pergerakan air)

Pergerakan air berupa ombak dan arus berperan dalam pertumbuhan karang, karena membawa O₂ dan bahan makanan serta terhindarnya karang dari timbunan endapan dan kotoran yang akan menghambat karang dalam menangkap mangsa. Karang cenderung akan tumbuh baik di daerah yang memiliki ombak dan pola arus yang kuat. Pertumbuhan karang dalam perairan yang berarus kuat akan lebih baik dari pada di perairan yang tenang dan terlindungi. Tipe karang yang hidup pada perairan yang memiliki gelombang besar atau arus lebih mengarah ke bentuk *encrusting* dan *massive*.

f. Substrat

Substrat keras sangat tepat untuk larva karang menempel dan tumbuh. Dengan sifat substrat yang keras larva karang mampu mempertahankan diri dari hempasan ombak dan arus yang kuat.

4. Manfaat terumbu karang

Keberadaan terumbu karang sangat penting bagi kehidupan manusia yaitu sebagai sumber penghidupan, sebagai tempat budidaya, sebagai tempat rekreasi, dan terutama untuk proteksi dan konservasi bagi kelestarian sumber daya perikanan. Selain itu, terumbu karang juga berperan sebagai pelindung pantai dari hempasan ombak dan habitat bagi berbagai jenis biota laut seperti ikan (Supriharyono, 2007).

Ekosistem terumbu karang memberi manfaat langsung kepada manusia dengan menyediakan makanan, obat-obatan, bahan bangunan dan bahan lainnya. Manfaat penting lagi yaitu, terumbu karang menopang kelangsungan hidup ekosistem-ekosistem lain di sekitarnya yang juga menjadi tumpuan hidup manusia (Romimohtarto dan Juwana, 2007).

B. Foraminifera

1. Klasifikasi

Foraminifera merupakan kelompok organisme yang bersel tunggal (Protozoa) yang hidup secara akuatik (terutama hidup dilaut), dan dapat hidup dalam sedimen lunak (lumpur-pasir). Sedimen merupakan akumulasi dari material-material yang terdiri dari mineral, sisa-sisa batuan yang tererosi ataupun yang mengalami pelapukan, kemudian ditransportasikan melalui berbagai media (air, angin, es) dan diendapkan di suatu cekungan. Sisa-sisa mikroorganisme hewan atau tumbuhan laut yang telah mati, seperti *Coccolithophorids* dari tanaman dan foraminifera, ostracoda dari dunia hewan mikroskopis merupakan salah satu sumber sedimen dan disebut partikel biogenik. Setelah organisme tersebut mati, zat organik yang terkandung dalam organisme tersebut bercampur dengan karbondioksida dan air yang dapat menambah kandungan komposisi air laut, sementara sisa cangkang dari hewan akan tenggelam dan terendapkan di dasar laut (Dewi dan Darlan, 2008).

Foraminifera diklasifikasikan ke dalam Kerajaan Protista (organisme bersel tunggal) dan masuk kedalam Filum Protozoa yang hidup secara akuatik

(terutama hidup di laut), memiliki satu atau lebih kamar yang terpisah satu sama lain oleh sekat (septa) yang ditembus oleh banyak lubang halus atau foramen. Ukuran tubuh foraminifera berkisar antara 0,1-2 mm dengan ukuran paling besar dapat mencapai 2 cm. Foraminifera besar memiliki ukuran lebih dari 1 mm – 180 mm. Foraminifera memiliki peranan penting dalam analisis mikropaleontologi dan paleokologi. Foraminifera dapat berkembangbiak secara seksual maupun aseksual, hal ini dilihat dengan adanya dua bentuk yang berbeda dalam satu spesies foraminifera (*dimorfisme*) antara lain megalosferik dan mikrosferik. Berdasarkan daur hidupnya foraminifera termasuk ke dalam kelompok holoplankton (zooplankton sejati) atau organisme plankton di seluruh siklus hidupnya (Boltovskoy dan Wright, 1976).

2. Habitat

Rositasari (1990) membagi foraminifera dalam beberapa sebaran habitat seperti berikut:

a. Perairan di sekitar terumbu karang

Perairan sekitar terumbu karang merupakan lingkungan dengan penetrasi cahaya yang sangat baik, suhu perairan hangat dan kandungan kalsium karbonat yang tinggi pada terumbu karang. Foraminifera yang dapat beradaptasi pada di lingkungan ini ialah berasal dari marga *Marginophora*, *Amphistegina*, *Peneroplis*, *Operculina*, *Archaias*, *Rotorbinella*, *Borelis*, *Calcarina*, dan *Baculogypsina*. Jenis *Calcarina*,

Marginophora, dan *Amphistegina* hidup secara epifauna pada terumbu karang. Pasokan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi disertai simbiosis *zooxanthellae* membuat beberapa jenis foraminifera ini bertumbuh besar.

b. Perairan payau (*estuari*)

Dengan kadar salinitas yang rendah hanya memungkinkan beberapa jenis foraminifera yang dapat hidup. Perairan ini selalu berfluktuasi akibat proses pasang surut air laut serta faktor perubahan musim. Foraminifera yang hidup di perairan ini dijadikan indikator perubahan lingkungan estuari. Keragaman jenis foraminifera untuk lingkungan ini sangat rendah.

c. Perairan tawar

Foraminifera dengan cangkang tektin yang dapat menghuni perairan ini dan tergolong primitif. Tektin merupakan lapisan penyusun cangkang foraminifera, namun jaringan ini sulit untuk terawetkan. Suku *Allogromidae* dan *Lagynidae* biasa menempati perairan tawar.

d. Paparan benua (*Continental shelf*)

Foraminifera bercangkang gampingan seperti *Elphidium*, *Ammonia*, *Nonion*, *Nonionella*, *Bulimina*, *Bolivina*, *Brizalina*, *Discorbinella*, *Quiqueloculina*, *Triloculina*, dan *Miliolinella* hidup di wilayah ini dan juga foraminifera bercangkang agglutinatif seperti *Reophax*, *Textularia*, *Ammotium*, *Eggrella*, dan *Ammoscalaria*. Foraminifera planktonik belum

dapat ditemukan pada laut terbuka yang kedalamannya berkisar antara 0 meter hingga 150 meter.

e. Lereng benua (*Continental slope*)

Foraminifera planktonik mulai ditemukan diperairan ini. Foraminifera bentik dengan cangkang gampingan banyak ditemukan di wilayah ini seperti: *Chilostomella*, *Globulimina affinis*, *Melonis barleanum*, *Cibicidoides kullenbergi*, *Hoeglundina elegans*, *Oridorsalis tener*, dan *Planulina wuellerstorfi*. Foraminifera tersebut hidup secara epifauna dan infauna di dalam perairan ini.

Tumbuhan laut, terumbu karang, dan bebatuan merupakan substrat yang disukai foraminifera untuk melekatkan dirinya. Sedimen berpasir dan krikil biasanya sedikit menyediakan nutrisi bagi foraminifera, berbanding terbalik pada sedimen lumpur (Rositasari, 1997).

Sedimen terbagi dalam beberapa tipe berdasarkan ukuran butir batuan sedimen klastika berdasarkan Skala Wentworth (Boogs, 2006), yaitu:

- *Boulders* (bongkah) = ukuran butir > 256 mm
- *Cobbles* (kerakal) = ukuran butir 64 – 256 mm
- *Pebble* (kerikil) = ukuran butir 4 – 64 mm
- *Granule* (kerikil) = ukuran butir 2 – 4 mm
- *Sand* (pasir) = ukuran butir 0,062 – 2 mm
- *Silt* (lanau) = ukuran butir 0.004 – 0,62 mm

- *Clay* (lempung) = ukuran butir $< 0,004$ mm

Meiofauna umumnya tumbuh dan berkembang pada butiran sedimen yang berdiameter 175 – 275 μm . Sedimen pasir yang berukuran besar dan kasar (1/2 – 2 mm) menunjukkan habitat bagi banyak keragaman mikrofauna namun dengan kelimpahan yang sedikit. Pada sedimen pasir yang berukuran sedang (1/4 – 1/2 mm) ditemukan kelimpahan dan keragaman jenis yang relatif sama banyaknya, sedangkan untuk sedimen pasir yang sangat halus dan berukuran kecil (1/16 – 1/8 mm) atau seperti pada lumpur (1/256 – 1/16 mm) ditemukan sedikit keragaman jenis namun kelimpahannya sangat tinggi (Giere, 1993).

3. Morfologi

Ukuran tubuh foraminifera berkisar antara 0,1 – 2 mm dengan ukuran paling besar dapat mencapai hingga 2 cm. Foraminifera besar memiliki ukuran lebih dari 1 – 180 μm (Armstrong dan Brasier, 2005).

Berdasarkan bentuk cangkangnya, jenis-jenis foraminifera terbagi menjadi 3 yaitu (Pratama, 2012):

➤ *Arenaceous* (Foraminifera bercangkang pasiran)

Foraminifera bercangkang pasiran biasa ditemukan di lingkungan yang ekstrim seperti perairan payau atau di perairan laut dalam. Disebut pasiran karena kenampakan permukaan cangkang terlihat kasar seperti taburan gula pasir.

➤ *Porcelaneous* (Foraminifera bercangkang gampingan tanpa pori)

Foraminifera bercangkang gampingan tanpa pori biasa hidup soliter dengan membenamkan cangkangnya ke dalam sedimen kecuali bagian mulutnya (aperture) yang muncul ke permukaan sedimen. Dinamakan Porselaneous karena pada cangkang dewasa, kenampakan foraminifera porcellaneous tampak seperti jambangan porselen dengan bentuk kamar bersegi atau lonjong.

➤ *Hyalin* (Foraminifera bercangkang gampingan berpori)

Foraminifera gampingan berpori merupakan jenis yang memiliki variasi bentuk cangkang sangat banyak seperti lampu kristal dengan ornamen rumit, bening dan berkilau.

Cangkang foraminifera umumnya terdiri dari kamar-kamar yang tersusun sambung-menyambung selama masa pertumbuhannya. Bahkan ada yang berbentuk paling sederhana, yaitu berupa tabung yang terbuka atau berbentuk bola dengan satu lubang. Cangkang foraminifera tersusun dari bahan organik, butiran pasir atau partikel-partikel lain yang terikat menyatu oleh semen, atau kristal CaCO_3 (kalsit atau aragonit) tergantung dari spesiesnya. Foraminifera yang telah dewasa mempunyai ukuran berkisar dari 100 mikrometer sampai 20 sentimeter. Fosil foraminifera bermanfaat dalam biostratigrafi, paleoekologi, paleobiogeografi, dan eksplorasi minyak dan gas bumi (Alfandi, 2012).

Selain cangkang morfologi tubuh foraminifera dapat dilihat dari septa, *aperture*, hiasan (ornamentasi), dan *protoculum*.

- Septa, merupakan sekat-sekat yang memisahkan antara kamar satu dengan kamar lainnya dan biasanya terdapat lubang halus. Seperti tidak dapat terlihat dari luar test namun yang tampak hanya berupa garis halus yang disebut sutura (Boltovskoy dan Wright, 1976).
- *Aperture*, merupakan lubang utama pada cangkang foraminifera yang berfungsi sebagai mulut untuk memasukan makanan dan juga sebagai jalan keluarnya protoplasma. Selain itu sekresi dari kalsium karbonat (CaCO_3) untuk pembentukan cangkang terjadi disini. Lubang utama ini dipergunakan juga untuk mencegah predator maupun parasit masuk kedalam tubuh.
- Hiasan atau *Ornamentasi*, merupakan hasil dari penyesuaian diri foraminifera terhadap lingkungan hidupnya.
- *Protoculum*, merupakan kamar utama pada cangkang foraminifera tempat aktivitas sel terjadi didalamnya.

4. Faktor-faktor persebaran foraminifera

Faktor abiotik dan biotik dari lingkungan seperti, salinitas, suhu, substrat, kedalaman, nutrisi, kandungan organik dalam sedimen, kekeruhan, gelombang dan arus, serta faktor-faktor ekologi lainnya dapat mempengaruhi sebaran dari foraminifera benthik. Kemampuan beradaptasi sangat dibutuhkan foraminifera benthik untuk dapat tetap memproduksi dan bertahan di habitatnya,

mulai dari perairan dangkal sampai laut dalam. Foraminifera merupakan organisme yang sangat melimpah di lingkungan terumbu karang, untuk memproduksi material biogenik sebagai bahan pembentuk kerangka karang (Tomascik *et al*,1997).

C. Plankton

Plankton merupakan komponen utama dalam rantai makanan ekosistem perairan. Plankton adalah organisme mikroskopik yang hidup mengapung atau melayang di dalam air dan memiliki kemampuan gerak terbatas (Nontji, 2008). Plankton terbagi atas dua kelompok, yaitu: fitoplankton dan zooplankton. Fitoplankton inilah yang berperan sebagai produsen primer dan zooplankton sebagai konsumen pertama yang menghubungkan dengan biota pada tingkat trofik yang lebih tinggi. Distribusi plankton dapat dijadikan sebagai penentu kesuburan perairan, karena plankton (fitoplankton dan zooplankton) merupakan sumber pakan bagi organisme perairan (Arinandi *et al*, 1995).

Steeman-Nielsen (1975) menyatakan bahwa kurang lebih 95% produksi primer di laut berasal dari fitoplankton. Fitoplankton merupakan organisme autotrop yaitu organisme yang mampu menghasilkan bahan organik dari bahan anorganik melalui proses fotosintesis dengan bantuan cahaya. Fitoplankton berperan sebagai produser primer, fitoplankton menduduki tingkatan terbawah pada piramida makanan yang mendukung seluruh kehidupan di laut. Fitoplankton berperan mentransfer energi matahari dan mendistribusikan energi tersebut pada

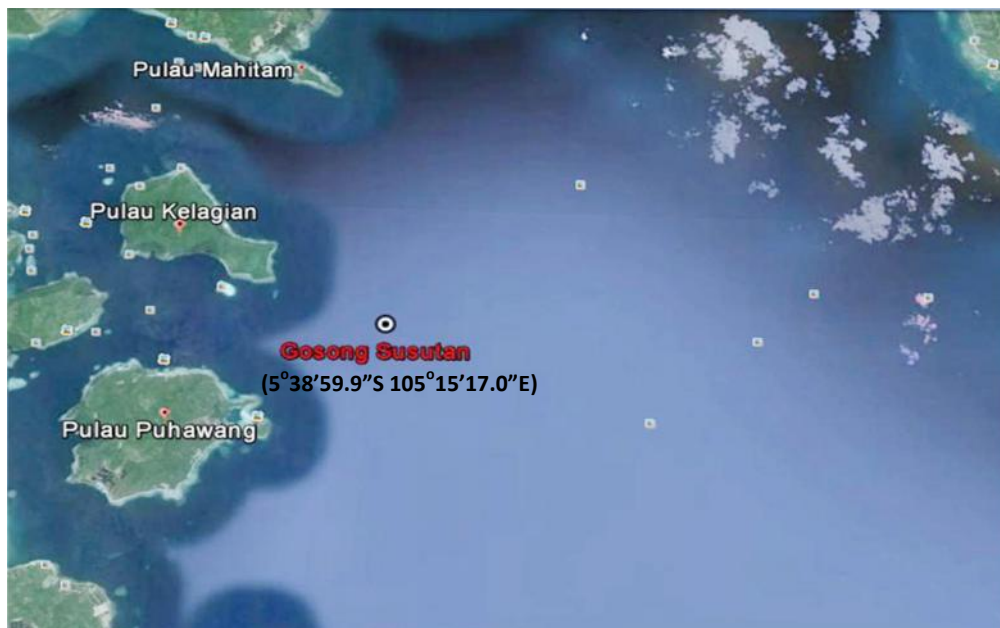
organisme laut melalui rantai makanan. Apabila dilihat bentuk piramida makanan terlihat bahwa semakin ke atas ukuran individu bertambah sedangkan jumlah individu menurun. Sebaliknya jumlah fitoplankton jauh lebih besar dibanding zooplankton dan ikan tetapi ukurannya jauh lebih kecil. Fitoplankton merupakan produser terbesar pada ekosistem laut.

Distribusi atau persebaran plankton dari waktu ke waktu lebih banyak ditentukan oleh pengaruh lingkungan. Distribusi temporal banyak dipengaruhi oleh pergerakan matahari atau dengan kata lain cahaya sangat mendominasi pola distribusinya. Distribusi harian plankton, terutama pada daerah tropis, mengikuti perubahan intensitas cahaya sebagai akibat pergerakan semu matahari. Pada pagi hari saat intensitas cahaya masih rendah dan suhu permukaan air masih relatif dingin plankton berada tidak jauh dengan permukaan. Pada siang hari plankton berada cukup jauh dari permukaan karena 'menghindari' cahaya yang terlalu kuat. Pada sore hingga malam hari plankton bergerak mendekati bahkan berada pada daerah permukaan. Pada siang hari saat air pada lapisan yang lebih dalam memiliki suhu yang relatif dingin dibandingkan pada daerah lebih atas. Dalam kondisi demikian maka plankton akan terapung diatas lapisan tersebut. Pada malam hari lapisan bagian atas mulai mendingin sehingga plankton terangkat pada lapisan tersebut karena densitas plankton yang lebih rendah dari densitas air dan adanya mekanisme pergerakan yang dilakukan oleh plankton. Dengan pola migrasi tersebut maka plankton baik fitoplankton maupun zooplankton akan terdistribusi secara tidak merata di perairan (Gross,1990).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari Bulan Juli sampai dengan September 2016 di Perairan Gosong Susutan Lampung (gambar 1). Identifikasi plankton dan foraminifera akan dilakukan di Laboratorium Zoologi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung dan Laboratorium Mikropaleontologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (PPPGL) Bandung .



Gambar 1. Peta Gosong Susutan, Kec. Padang Cermin, Kab. Pesawaran, Provinsi Lampung (Google earth, 2016).

B. Alat dan Bahan

Alat- alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah alat selam dasar dan peralatan SCUBA (*Self- Contained Underwater Breathing Apparatus*) yang berfungsi sebagai alat bantu menyelam didasar laut, GPS (*Global Positioning System*) digunakan untuk mendapatkan posisi pengambilan data, meteran untuk mengukur jarak transek, sabak dan alat tulis untuk mencatat *life form* terumbu karang, *Camera Underwater* untuk dokumentasi bawah laut, *sachi disk* untuk mengukur kecerahan, pH meter untuk mengukur kadar pH perairan sekitar penelitian, *thermometer* untuk mengukur suhu, planktonet nomor 25 untuk mengambil sampel plankton, botol gelap sebagai wadah sampel air, pipet tetes untuk memindahkan sampel, dan formalin 4%, mikroskop untuk mengamati sampel foraminifera dan sampel plankton, kantong plastik sebagai wadah penampung sampel sedimen pasir, buku identifikasi foraminifera dan plankton untuk identifikasi, mikroskop yang terhubung dengan komputer untuk dokumentasi foraminifera, wadah pengamatan mikrofosil (*tray*), *assemblage slide*, kuas kecil dan kuas besar, *tragacanthgum* (lem) sebagai alat bantu penjentikan (*Picking*) foraminifera, dan air.

C. Metode Kerja

1. Pengambilan Data Terumbu Karang

a. Metode Survei Pendahuluan (*Manta Tow*)

Penentuan titik sampling ditentukan dengan menggunakan metode *manta tow* (pengamatan langsung di atas permukaan air atau ditarik perlahan

dengan menggunakan *rubber boat* dilengkapi dengan alat *snorkeling* yaitu *masker, snorkel, dan fins*). Dari hasil survei pendahuluan di permukaan, ditentukan titik sampling dengan kedalaman 7 dan 15 meter. Masing-masing titik sampling tersebut ditandai dengan menggunakan GPS (*Global Position System*).

b. Metode LIT (*Line Intercept Transect*)

Metode ini dilakukan dengan cara membuat garis transek Pita berskala (*rollmeter*) dengan ukuran panjang transek 100 meter yang dilakukan pada 2 kedalaman yaitu, 7 meter dan 15 meter dan sejajar garis pantai. Pengukuran presentase tutupan karang hidup dilakukan dengan memakai SCUBA (*Self Contain Underwater Breathing Apparatus*).

2. Pengambilan Sampel Sedimen Dasar Laut yang Mengandung Foraminifera

Pengambilan sampel sedimen dasar laut dilakukan pada 2 kedalaman yaitu 7 dan 15 meter secara transek mengikuti transek terumbu karang. Sampel sedimen diambil menggunakan sekop dan dimasukkan kedalam kantong plastik yang telah diberi label. Metode yang digunakan dalam pengambilan data foraminifera dengan menggunakan metode 300 foraminifera. Pemandahan foraminifera pada slide yang dilakukan terus menerus sebanyak 300 spesimen foraminifera yang terbagi dalam 60 petak dan setiap 1 petak diisi 5 spesimen foraminifera dengan bantuan kuas kecil yang dilakukan di dalam laboratorium.

3. Pengambilan Data Plankton

Metode pengambilan sampel plankton dilakukan pada tiap titik pengambilan data terumbu karang dengan 3 kedalaman yang berbeda yaitu 0 meter, 7 meter, dan 15 meter dengan cara pengambilan sampel air pada setiap kedalaman menggunakan planktonet yang diisi penuh dengan pengambilan sampel secara vertikal yang kemudian sampel air disaring dengan planktonet nomor 25 lalu disimpan dalam botol yang diberi formalin 4 % kemudian botol ditutup dan diberi label berdasarkan kedalaman sampel yang diambil.

D. Prosedur Kerja

1. Penentuan Lokasi Pengamatan

a. Metode *Manta Tow*

Penentuan lokasi dilakukan dengan metode “*manta tow*” yaitu pengamatan langsung dengan menggunakan alat snorkeling di atas permukaan air yang digunakan sebagai acuan untuk penentuan stasiun penelitian. Dari hasil survei permukaan dengan *manta tow* ditentukan 1 titik penelitian terumbu karang dengan kedalaman 7 dan 15 meter.

Lokasi penelitian dipilih pada daerah yang kerapatan terumbu karangnya tinggi dan pengambilan sampel sedimen foraminifera dilakukan di sekitar tumbuhnya terumbu karang.

b. Pengambilan Data

1. Terumbu karang

Pengambilan data untuk analisis terumbu karang dilakukan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT). Dipilih *site* yang mewakili komunitas karang di suatu terumbu, yang telah ditentukan dengan metode manta tow. Panjang transek garis (rol meter) yang digunakan 100 meter. Dibentangkan transek garis secara kuat dan sedekat mungkin ke permukaan substrat (0 – 15 cm) yang dilakukan pada kedalaman 7 dan 15 meter. Transek ditandai sepanjang 20 meter dan pada 5 meter berikutnya dikosongkan (interval) dan dilakukan kembali pencatatan pada 20 meter berikutnya dan begitu seterusnya hingga mencapai transek 100 meter. Bergerak secara perlahan sepanjang transek sambil mencatat bentuk pertumbuhan yang ditemukan secara langsung di bawah garis (*tape*) (Rudi, 2016). Untuk identifikasi disepanjang LIT dilakukan pengambilan gambar dan video dengan kamera bawah air dan mengidentifikasi jenis terumbu karang hingga tingkat genus (Veron, 2000). Jika ada jenis terumbu karang yang belum diketahui maka akan diambil sebagian kecil fragmen karang untuk diidentifikasi di laboratorium untuk diamati septa terumbu karang di bawah mikroskop. Fragmen akan dimasukkan kedalam kantong-kantong yang telah dinomori berdasarkan urutan jarak dan sampling.

2. Foraminifera

Analisis foraminifera dilakukan dari sampel sedimen dasar laut yang diambil di setiap titik yang sama dengan pengambilan data terumbu karang dan plankton pada kedalaman mengikuti kedalaman pengambilan LIT terumbu karang, dan kemudian sampel dimasukkan kedalam kantong yang telah diberi label sebelumnya. Sepanjang garis transek 100 meter sampel sedimen dari masing-masing kedalaman diambil sebanyak 8 plastik dimana 4 sampel dari daerah terumbu karang dan 4 sampel dari daerah tanpa terumbu karang. Daerah sekitar tumbuhnya terumbu karang yang diberi tanda T dan pada daerah yang kosong tanpa terumbu karang yang diberi tanda TT dilakukan pengambilan pada daerah tanpa terumbu karang sebagai perbandingan. Sampel sedimen yang telah didapat dicuci dan dikeringkan yang kemudian dianalisa dibawah mikroskop. Kemudian dilakukan pemisahan foraminifera dari sedimennya dengan bantuan mikroskop dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penjentikan (*Picking*) merupakan proses awal dalam analisis foraminifera. Pada tahap ini dilakukan pemisahan satu per satu spesies foraminifera dari sedimen dan material yang berupa mineral, ostracoda, sisa tanaman dan moluska. Pengambilan foraminifera dilakukan menggunakan kuas kecil yang telah dibasahi sebelumnya lalu foraminifera yang diperoleh diambil dan

- diletakan *pada foraminiferal slide* dan begitu seterusnya hingga mencapai 300 foraminifera.
2. Koleksi spesimen foraminifera, merupakan tahapan dimana foraminifera hasil *picking* dipilih yang paling bagus (utuh/tidak pecah) dari satu plate di masing-masing kotak lalu dikelompokan berdasarkan persamaan morfologingnya dan diletakan dalam *foramineferal slide*.
 3. Identifikasi foraminifera, identifikasi penentuan genus dan spesies foraminifera dapat dilihat dari persamaan morfologinya seperti, bentuk cangkang, bentuk kamar, formasi kamar, jumlah kamar, ornamentasi cangkang, kemiringan *apertura*, posisi *apertura*, dan kamar tambahan. Identifikasi mengacu pada taksonomi foraminifera menurut buku Barmawidjaja (1992), Barker (1960) dan Loeblich Tappan (1994).
 4. Dokumentasi, dilakukan dengan bantuan mikroskop tipe Nikon SMZ-1500 dan komputer yang dilengkapi dengan aplikasi NIS Element AR 2,30.
- Setelah dilakukan identifikasi dan didokumentasi dilakukan perhitungan foram index sebagai analisis data.

3. Plankton

Pengambilan data plankton dilakukan pada pagi dan sore hari dengan menggunakan planktonet nomor 25. Sampel air diambil pada 3

kedalaman berbeda yaitu 0 meter, 7 meter dan 15 meter sama dengan pengambilan data terumbu karang. Sampel air diambil dengan menggunakan planktonet nomor 25 di beri pemberat agar dapat tenggelam. Kemudian sampel air disaring dan disimpan dalam botol gelap dan ditetesi dengan formalin 4 %. Dilakukan 3 kali pengambilan sampel sebagai akurasi data.

E. Analisis Data

1. Terumbu Karang

Menghitung persentase tutupan terumbu karang dengan rumus :

$$PC = \frac{ni}{n} \times 100\%$$

Keterangan :

PC = Persen tutupan

Ni = Luas koloni karang

N = Luas unit terumbu karang

Kisaran untuk penilaian ekosistem terumbu karang menurut KepmenLH (2001) dengan berdasarkan kisaran tingkat persentase karang hidup yaitu sebagai berikut:

0 – 24,9 %	= Rendah
25 – 49,9 %	= Sedang
50 – 74,9 %	= Baik
75 – 100 %	= Baik sekali

2. Foram Index

Untuk menghitung FORAM Index dengan rumus (Hallock *et al.*, 2003):

$$FI = (10 \times Ps) + (Po) + (2 \times Ph)$$

Keterangan:

- FI = FORAM Index
 Ps = Ns/ T
 Ns = Jumlah individu yang mewakili *foraminifera* yang berasosiasi dengan terumbu karang: *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Alveolinella*, *Borelis*, *Sorites*, *Amphisorus*, *Marginophora* .
 Po = No/T
 No = Jumlah individu yang mewakili foraminifera oportunistik: *Ammonia*, *Elphidium*, beberapa marga dari suku *Trochaminidae*, *Lituolidae*, *Boliviniidae*, *Buliminidae*.
 Ph = Nh/T
 Nh = Jumlah individu yang mewakili foraminifera kecil lain yang heterotrofik: beberapa marga dari *Miliolida*, *Rotaliida*, *Textulariida* dan lain-lain.
 T = Jumlah seluruh individu foraminifera yang didapatkan dari sampel yang diuji.

Interpretasi nilai FORAM Index berdasarkan Hallock *et al* (2003):

- $F1 > 4$ = Lingkungan sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang
 $3 < F1 \leq 4$ = Lingkungan peralihan
 $2 \leq F1 \leq 3$ = Lingkungan cukup untuk pertumbuhan terumbu karang, namun tidak cukup untuk pemulihan
 $F1 < 2$ = Lingkungan tidak layak untuk pertumbuhan terumbu karang

3. Plankton

Untuk menghitung kelimpahan plankton dengan menggunakan software Past 2,09 dengan parameter yang dihitung meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi (C), dan indeks keseragaman (E) dengan kisaran sebagai berikut:

a. Indeks Keanekaragaman (H')

Kisaran total Indeks Keanekaragaman dapat diklasifikasikan sebagai

berikut :

- $H' < 1$: Keanekaragaman rendah
 $1 < H' < 3$: Keanekaragaman sedang
 $H' > 3$: Keanekaragaman tinggi

b. Indeks Dominansi (C)

Kisaran nilai indeks dominansi adalah sebagai berikut:

$0,00 < C < 0,30$: Dominansi rendah

$0,30 < C < 0,60$: Dominansi sedang

$0,60 < C < 1,00$: Dominansi tinggi

c. Indeks Keseragaman (E)

Indeks Keseragaman memiliki nilai berkisar antara 0-1. Apabila nilai mendekati 1 maka sebaran individu antar jenis merata. Jika nilai E mendekati 0 maka sebaran individu antar jenis tidak merata atau ada jenis tertentu yang dominan.

4. Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui hubungan antara terumbu karang, foraminifera dan plankton. Analisis korelasi menurut Sarwono (2006):

0 : Tidak ada korelasi antara variabel

$>0 - 0,25$: Korelasi sangat lemah

$>0,25 - 0,5$: Korelasi cukup

$>0,5 - 0,75$: Korelasi kuat

$>0,75 - 0,99$: Korelasi sangat kuat

1 : Korelasi sempurna

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Ekosistem terumbu karang pada kedalaman 7 meter memiliki persentase karang hidup sebesar 26 % yang tergolong sedang, dan pada kedalaman 15 meter memiliki persentase tutupan karang hidup sebesar 11 % yang tergolong rendah.
2. Terdapat 24 spesies foraminifera dari 18 genera yang termasuk kedalam 13 famili dan 4 ordo. Genus yang dominan adalah *Amphistegina* dan *Calcarina* dengan nilai *Foram Index* (FI) >4, yang menunjukkan kualitas perairan Gosong Susutan, Lampung sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang.
3. Terdapat hubungan korelasi kuat hingga sangat kuat antara foraminifera dengan kelimpahan plankton terhadap kondisi terumbu karang dengan nilai $r = 0,531 - 0,876$ di perairan Gosong Susutan, Lampung.

B. Saran

Perlu dilakukan kembali penelitian seperti ini pada lokasi yang diduga tercemar/rusak untuk mengetahui lebih lanjut hubungan antara Foraminifera terhadap pertumbuhan terumbu karang.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, A. 2012. Foraminifera. www.academia.edu/7318480/95006653-Mikropaleontologi/. Diakses pada tanggal 10 Mei 2016 pukul 09.00 WIB.
- Armstrong, H. A. dan M. D. Brasier. 2005. *Microfossils*. Second Edition. Blackwell Publishing. Oxford.
- Arinardi, O. H., Trimamingsih, Sudirjo, Sugestiningih dan S. H. Riyono. 1995. *Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Sekitar Pulau Sumatera*. Jakarta: Puslitbang Oseanologo LIPI. 99-107 H.
- Asdak. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Pesisir*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bengen. D. G. 2002. *Sinopsis Ekosistem Sumber Daya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya*. Bogor. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Hal.32.
- Boltovskoy, E dan R. Wright. 1976. *Recent Foraminifera*. W. Junk b.v. Publishers-The Hague. Buenos Aires.
- Boggs, S. J. R. 2006. *Prisiple Of Sedimentology And Stratigraphy*. Pearson Education. United States of America.
- Cesar, H. S. J. 2000. *Collected Essay on The Economics of Coral Reefs*. Slida Press. Stockholm. Sweden.
- Dewi, K. T., dan Y. Darlan. 2008. *Partikel Mikroskopis Dasar Laut Nusantara*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL). Bandung.
- Fachhrul, F. M. 2006. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara. Jakarta.
- Giere, O. 1993. *Meiobentology, the Microscopic Fauna in Aquatic Sediment*. Berlin: Springer-Verlag. London.
- Gross, G. 1990. *Oceanography : A view of the Earth*. 5th edition.

- Hallock, P., B.H. Lidz, E.M. Cockey-Burkhard, and K.B. Donnelly. 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: the Foram Index. *Environmental Monitoring and Assessment*, 81:221-238.
- KEPMENLH. 2001. *Peraturan Perundang-undangan Bidang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Pengendalian Dampak Lingkungan, Keputusan Menteri Negara No. 4 tentang Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang*. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publisher, Inc. New York. P 357-367. Harper and Row Publisher. New York.
- Kristanto. A., dan Frank. 2008. *Alam Jakarta*. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Murray, J. W. 1973. *Distribution and ecology of living foraminifera*. Ciane Russel Co. Inc. New York: 274 pp.
- Natsir, S.M. dan M. Subkhan. 2010. *Foraminifera bentik sebagai bioindikator kualitas perairan ekosistem terumbu karang di pulau Bidadari dan Ringit, Kepulauan Seribu. J. Lingkungan Tropis*, 5(1):1-10.
- Natsir, S. M. 2010. *Foraminifera Bentik Sebagai Indikator Kondisi Lingkungan Terumbu Karang Perairan Pulau Kotok Besar Dan Nirwana, Kepulauan Seribu*. Jurnal Ilmu Kelautan Edisi khusus (2): 181-192. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Jakarta.
- Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Nontji, A. 2008. *Plankton Laut*. LIPI Press. Jakarta.
- Nyubakken, J. W. 1992. *Biologi Laut : suatu pendekatan ekologis*. Alih Bahasa: H. M. Eidma, Koesbintoro, D. G Bengener, M. Hutomo, dan S. Sukarjo. Gramedia. Jakarta.
- Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. W. B. Saunders Company Ltd. Philadelphia.
- Odum, E. 1996. *Dasar-dasar Ekologi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pratama, G. 2012. *Cangkang Foraminifera*. <http://biologi-gadingratama.blogspot.co.id/2012/11/foraminifera.html/>. Diakses tanggal 10 Mei 2016 pukul 11.00 WIB.
- Pringgoprawiro, H. 1982. *Mikropaleontologi Lanjut*. Laboratorium Mikropaleontologi Institut Teknologi Bandung. Bandung.

- Rahadian, A.P. 2012. *Struktur Foraminifera di Sekitar Perairan Pulau Kelapa dan Pulau Harapan Kepulauan Seribu*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rais, F. 2015. *Kemelimpahan Jenis Plankton dan Keanekaragaman Terumbu Karang Di Gosong Susutan Teluk Lampung*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Razak, T, B dan K. L. M.A. Simatupang. 2005. *Buku Panduan Pelestarian Terumbu Karang; Selamatkan Terumbu Karang Indonesia*. Yayasan Terangi, Jakarta, 113 hal.
- Rifai, M.A. 2004. *Kamus biologi*. Balai Pustaka. Jakarta.
- Romimohtarto, K., dan S. Juwanda. 2001. *Biologi Laut*. Ilmu Pengetahuan Tentang Biologi Laut. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Rositasari, R. 1990. Kedudukan Foraminifera dalam Rantai Makanan. *Jurnal Oseana* XV (2): 57-65. Puslitbang Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- Rositasari, R. 2011. The Characteristic of the Foraminifera Community in the Jakarta bay. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 3 (2). 100-111.
- Rudi, E. dan S. Yusri. 2016. *Metode Pemantauan Terumbu Karang*. Yayasan TERANGI. Jakarta.
- Sarwono. 2006. Analisis Korelasi. <http://www.jonathansarwono.info/korelasi/korelasi.htm>. Diakses pada tanggal 14 Juni 2016. Pukul 19.00 WIB.
- Sarwono. 2006. *Statistik Itu Mudah: Panduan Lengkap untuk Belajar Komputasi Statistik Menggunakan SPSS 16*. Yogyakarta. Penerbit Universitas Atma Jaya Yogyakarta. 2009.
- Setyobudiandi *et al.* 2009. *Sampling dan Analisis Data Perikanan dan Kelautan Terapan Metode Pengambilan Contoh di Wilayah Pesisir dan Laut*. Makaira FPIK. Bogor.
- Suharsono. 1996. *Jenis-jenis Karang yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia*. Puslitbang Oseanologi-LIPI. Jakarta.
- Supriharyono. 2007. *Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati di Wilayah Pesisir dan Laut Tropis*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Supriharyanto. 2000. *Pelestarian dan Pengolahan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

- Steeman-Nielsen, E. 1975. *Marine Photosynthesis with Emphasis on the Ecological Aspect*. Elsevier Oceanography Series 13. Elsevier Sci. Publ. Co. Amsterdam.
- TERANGI. 2015. Pengenalan Bentuk Pertumbuhan Karang dan Struktur Rangka Kapur Karang. Terangi.or.id/Publications/pdf/Bentukpertumb.pdf/. Diakses tanggal 14 Desember 2016 pukul 20.10 WIB.
- Timotius, S. 2003. *Karakteristik Terumbu Karang*. Makalah Trining Course. Yayasan Terumbu Karang Indonesia.
- Tomascik, T. A. J. Mah, dan M. K. Moosa. 1997. *The Ecology of The Indonesian Sea*. Periplus Edition.
- Utami, M. 2014. *Struktur Komunitas Biota Makrozoobentos Infauna Berdasarkan Bentuk Mulut Liang di Kawasan Perairan Teluk Dalam Desa Malang Rapat Kecamatan Ganung Kijang*. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang.