

**HUBUNGAN TUTUPAN TERUMBU KARANG
TERHADAP KEANEKARAGAMAN GENUS KARANG
PADA KEDALAMAN BERBEDA DI TIGA PULAU GOSONG KARANG
KEPULAUAN BAWEAN, KABUPATEN GRESIK.**

LAPORAN SKRIPSI
PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERAIRAN DAN KELAUTAN

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana

Oleh
WINDRA NEKA
NIM. 0310820069



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
MALANG
2008

SKRIPSI

**HUBUNGAN TUTUPAN TERUMBU KARANG
TERHADAP KEANEKARAGAMAN GENUS KARANG
PADA KEDALAMAN BERBEDA DI TIGA PULAU GOSONG KARANG
KEPULAUAN BAWEAN, KABUPATEN GRESIK.**

Oleh:

WINDRA NEKA

NIM. 0310820069

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 19 Mei 2008
dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Dosen Penguji I

Dosen Pembimbing I

(Ir. Daduk Setyohadi, M. P.)

(Ir. AGUS TUMULYADI, M. S.)

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

(Ir. Darmawan Okto S.)

(Ir. MARTINUS.)

Tanggal :

Tanggal :

Mengetahui,

Ketua Jurusan

(Ir. TRI DJOKO LELONO, M. Si.)

Tanggal :

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 22 Mei 2008
Mahasiswa

WINDRA NEKA



RINGKASAN

WINDRA NEKA. Hubungan tutupan terumbu karang terhadap keanekaragaman genus karang pada kedalaman berbeda di tiga pulau gosong karang, Kepulauan Bawean, Kabupaten Gresik. (dibawah bimbingan **Ir. AGUS TUMULYADI, M. S.** dan **Ir. MARTINUS**).

Penelitian dilaksanakan di perairan pulau gosong karang Kepulauan Bawean, Kabupaten Gresik pada bulan November 2008.

Tujuan dari penelitian ini adalah (1) mengetahui perbedaan persentase tutupan terumbu karang, (2) mengetahui perbedaan keanekaragaman genus karang, (3) mengetahui hubungan persentase tutupan terumbu karang yang dikategorikan dalam kelas persentase tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang, (4) mengetahui kelimpahan, pemerataan, kekayaan genus karang, indek kematian karang, pola sebaran terumbu karang, dan penentuan status terumbu karang (pengkategorian tutupan terumbu karang ke dalam kelas berdasarkan besarnya persentase tutupan), (5) mengetahui faktor-faktor yang merusak ekosistem karang, (6) mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang.

Materi dalam penelitian ini adalah genus karang yang berada dalam transek garis, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang diantaranya kecepatan arus, tingkat keasaman perairan/pH, oksigen terlarut/DO, tingkat kecerahan dan suhu perairan (faktor oceanography) dan faktor-faktor yang merusak pertumbuhan karang di ekosistem terumbu karang pada perairan tiga pulau gosong karang (Pulau Gili Noko, Pulau China, Pulau Noko).

Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dengan teknik survei dan metode *Line Intercept Transect* (LIT) dalam pengambilan data sampel. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air pasang dengan menggunakan transek garis berukuran 100 m. Dalam pengambilan sampel dilakukan 4 kali ulangan. Pengamatan dilakukan dengan mengidentifikasi karang yang berada dalam transek garis, kemudian dihitung presentase dan luas tutupan karangnya menggunakan formula English, Wilkinson and Baker, (1994).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa persentase karang keras di Pulau Gili Noko pada transek kedalaman lima meter sebesar 89,1 persen terbagi dalam kategori Acropora sebesar 75,875 persen dan Non-Acropora 17,533 persen tidak ditemukan tutupan karang mati. Pada kedalaman sepuluh meter tutupan karang kerasnya sebesar 51,8 persen terbagi ke dalam Acropora sebesar 11,65 persen Non-Acropora sebesar 26,637 persen dengan tutupan karang mati sebesar 16,425 persen. Untuk Pulau China kedalaman lima meter didapat hasil tutupan karang keras sebesar 67,113 persen terbagi dalam kategori Acropora sebesar 38,388 persen dan Non-Acropora sebesar 22,025 persen dengan tutupan karang mati sebesar 10,363 persen. Pada kedalaman sepuluh meter didapat hasil tutupan karang keras sebesar 33,613 persen terbagi dalam kategori Acropora sebesar 8,5 persen dan Non-Acropora sebesar 27,163 persen dengan tutupan karang mati sebesar 24,45 persen. Dari Pulau Noko kedalaman lima meter diperoleh hasil tutupan karang keras sebesar 29,875 persen terbagi dalam kategori Acropora sebesar 9,725 persen dan Non-Acropora sebesar 5,925 persen dengan tutupan

karang mati sebesar 3,1 persen. Pada kedalaman sepuluh meterutupan karang kerasnya sebesar 44,375 persen terbagi dalam kategori Acropora sebesar 17,873 persen dan Non-Acropora 15,438 persen denganutupan karang mati sebesar 6,65 persen.

Keanekaragaman genus karang di nyatakan dalam angka indeks, pada transek kedalaman lima meter Pulau Gili Noko memiliki nilai indeks sebesar 0,228 (kecil). Pulau China sebesar 0,241 (kecil). Pulau Noko sebesar 0,244 (kecil). Indeks keanekaragaman genus pada kedalaman sepuluh meter Pulau Gili Noko sebesar 0,272 (kecil), Pulau China sebesar 0,266 (kecil), Pulau Noko sebesar 0,247 (kecil). Hubungan persentase kelasutupan terumbu karang terhadap keanekaragaman genus karang berdasarkan analisa statistic menggunakan metode Anova satu jalur dengan alat bantu SPSS 15 diketahui bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara keduanya.

Pada kedalaman lima meter Pulau Gili Noko memiliki nilai kelimpahan genus sebesar 30, nilai rata-rata pemerataan sebesar 0,278, nilai kekayaan genus karang sebesar 1,471, indeks kematian karang 0, pola sebaran berkelompok dan status persentase terumbu karang kondisi sangat baik. Untuk Pulau China memiliki nilai kelimpahan genus sebesar 45, nilai rata-rata pemerataan sebesar 0,278, nilai kekayaan genus karang sebesar 1,049, indeks kematian karang 0,163, pola sebaran berkelompok dan status persentase terumbu karang kondisi baik. Untuk Pulau Noko memiliki nilai kelimpahan genus sebesar 36, nilai rata-rata pemerataan sebesar 0,322, nilai kekayaan genus karang sebesar 1,397, indeks kematian karang 0,189, pola sebaran berkelompok dan status persentase terumbu karang kondisi cukup.

Pada kedalaman sepuluh meter meter Pulau Gili Noko memiliki nilai kelimpahan genus sebesar 22, nilai rata-rata pemerataan sebesar 0,516, nilai kekayaan genus karang sebesar 1,942, indeks kematian karang 0,527, pola sebaran berkelompok dan status persentase terumbu karang kondisi cukup. Untuk Pulau China memiliki nilai kelimpahan genus sebesar 25, nilai rata-rata pemerataan sebesar 0,481, nilai kekayaan genus karang sebesar 1,863, indeks kematian karang 0,438, pola sebaran berkelompok dan status persentase terumbu karang kondisi cukup. Untuk Pulau Noko memiliki nilai kelimpahan genus sebesar 42, nilai rata-rata pemerataan sebesar 0,286, nilai kekayaan genus karang sebesar 0,802, indeks kematian karang 0,153, pola sebaran berkelompok dan status persentase terumbu karang kondisi cukup.

Faktor-faktor yang merusak ekosistem terumbu terbagi dua yaitu faktor alam yang terdiri dari faktor fisika-kimia diantaranya adalah gelombang dan suhu perairan yang cukup tinggi, faktor biologi diantaranya pemangsa planula karang oleh *Acanthaster plancii*. Faktor kerusakan yang berasal dari manusia meliputi limbah dan praktek penangkapan yang tidak ramah lingkungan (bom, trawl). Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang diantaranya adalah cahaya, suhu, salinitas, oksigen terlarut, sedimentasi, pergerakan massa air, substrat, tingkat keasaman perairan.

Saran dari penelitian ini adalah perlu lebih banyak penelitian lanjutan tentang ekosistem terumbu karang tentang peranannya, dan fungsi ekologis terhadap lingkungan. Hasil penelitian di ekosistem karang tiga pulau gosong menunjukkan bahwa di ekosistem tersebut sudah mengalami penurunan kualitas perairan, persentaseutupan

dan keanekaragaman yang seharusnya lebih dari 50 %. Kondisi ini untuk masa yang akan datang akan semakin memburuk jika tidak segera ditangani. Untuk itu, diperlukan kebijakan pengelolaan yang lebih baik terutama dari aspek pengamanan kawasan. Perlu diadakannya studi pengelolaan kawasan agar dapat menentukan kebijakan pengelolaan yang tepat, sangat disayangkan jika pulau gosong karang mengalami kerusakan dengan sengaja ataupun tidak akibat kebijakan yang tidak tepat. Penyadaran tentang pentingnya terumbu karang kepada aparat pemerintah, masyarakat, dan institusi pendidikan agar tercipta keselarasan dengan alam lingkungan sehingga kemakmuran tercapai.



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat **ALLAH SWT** yang dengan ridho dan rahmat-Nya penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan, **Ya Sayyidi Ya Rasulallah**. Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Atas terselesaikannya laporan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

- ★ **Ir. Agus Tumulyadi, M. S. dan Ir. Martinus** selaku dosen pembimbing I dan II, atas bimbingannya hingga laporan skripsi ini dapat terselesaikan.
- ★ **Ir. Sukandar** dan LPPTK atas kerjasama dan bantuannya.
- ★ **Arief Setyanto, S. Pi., M. App. Sc.** atas bantuannya.
- ★ Tim Wisata Bahari Bawean yang tidak dapat disebutkan persatu, dan BBPPI Semarang atas sarana yang telah membantu di lapangan, sehingga skripsi ini dapat berjalan lancar.
- ★ Teman-teman PSP'03, Taekwondo Brawijaya dan **FishDiC-UB (never dive alone)** atas segala sarana dan prasarana yang mendukung.
- ★ **Ibu, Bapak** dan little sister Silvie, serta Nia sahabat yang setia mendampingi, yang telah memberikan dukungan do'a, moril, materi, serta tempat bernaung yang nyaman buatku.
- ★ Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga laporan skripsi ini terselesaikan.

Akhirnya penulis berharap semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi bagi semua pihak.

Malang, 22 Mei 2008

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
1. PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar belakang	1
1. 2 Perumusan masalah	5
1. 3 Tujuan penelitian	6
1. 4 Kegunaan penelitian	7
1. 5 Tempat dan waktu penelitian	8
2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2. 1 Wilayah pesisir pantai	9
2. 2 Terumbu karang	9
2. 2. 1 Pengertian	9
2. 2. 2 Anatomi karang	11
2. 2. 3 Ekosistem terumbu karang	14
2. 2. 4 Manfaat terumbu karang	17
2. 2. 5 Keanekaragaman dan distribusi terumbu karang	18
2. 3 Faktor pembatas ekosistem terumbu karang	18
2. 4 Faktor yang merusak pertumbuhan terumbu karang	21
2. 5 Usaha pengelolaan dan pelestarian ekosistem terumbu karang	22
2. 6 Metode transek garis	23
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	26
3. 1 Materi penelitian	26
3. 1. 1 Obyek penelitian	26
3. 1. 2 Materi yang diteliti	26
3. 1. 3 Alat dan bahan penelitian	27
3. 2 Metode penelitian	28
3. 3 Sumber data	33
3. 3. 1 Jenis data	33
3. 3. 2 Metode pengumpulan data	34
3. 3. 3 Analisa data	35
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4. 1 Keadaan umum daerah penelitian	39
4. 1. 1 Kondisi daerah Kepulauan Bawean	39
4. 1. 2 Kondisi demografi	41
4. 1. 3 Kondisi umum perairan Kepulauan Bawean	42

4. 1. 4 Potensi perikanan laut	43
4. 2 Keadaan topografi dan letak geografis lokasi pengambilan data.....	44
4. 3 Status tutupan dan keanekaragaman terumbu karang di 2 (dua) kedalaman yang berbeda pada 3 (tiga) pulau gosong karang Kepulauan Bawean	44
4. 3. 1 Hasil penelitian masing-masing lokasi.....	45
4. 3. 1-1 Lokasi ekosistem karang G (Pulau Gili Noko)	45
4. 3. 1-2 Lokasi ekosistem karang C (Pulau China).....	54
4. 3. 1-3 Lokasi ekosistem karang N (Pulau Noko).....	63
4. 4. Analisa persentase tutupan dengan keanekaragaman karang.....	71
4. 4. 1 Penutupan terumbu karang.....	71
4. 4. 1-1 Kedalaman ≤ 5 m	71
4. 4. 1-2 Kedalaman ≥ 10 m	77
4. 4. 2 Keanekaragaman karang.....	81
4. 4. 2-1 Kedalaman ≤ 5 m	81
4. 4. 2-1 Kedalaman ≥ 10 m	85
4. 4. 3 Hubungan tutupan dengan keanekaragaman.....	89
4. 5 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang pada tiga pulau gosong karang	94
4. 6 Faktor-faktor yang merusak ekosistem terumbu karang di tiga pulau posong karang	96
4. 6. 1 Faktor-faktor yang berasal dari alam	96
4. 6. 2 Faktor yang berasal dari aktivitas manusia.....	97
5. KESIMPULAN DAN SARAN	98
5. 1 Kesimpulan	98
5. 2 Saran dan rekomendasi	100
5. 2. 1 Saran.....	100
5. 2. 2 Rekomendasi.....	100

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

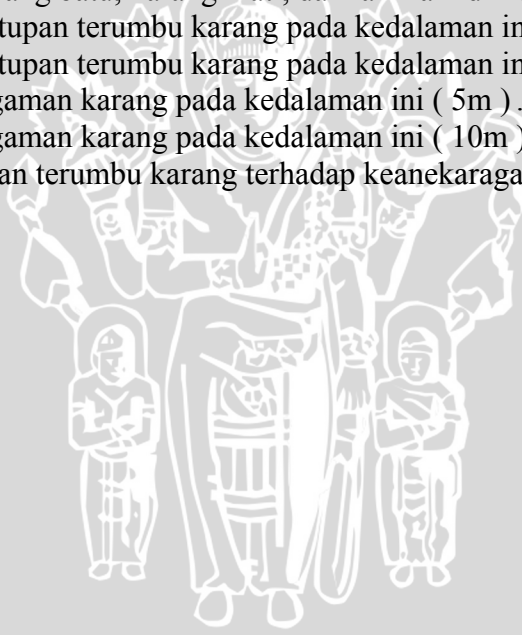
Tabel	Halaman
1. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Gili Noko.....	46
2. Hasil perhitungan persentaseutupan benthic coral di lokasi ini	48
3. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Gili Noko.....	51
4. Hasil perhitungan persentaseutupan benthic coral di lokasi ini	52
5. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau China.....	56
6. Hasil perhitungan persentaseutupan benthic coral di lokasi ini	57
7. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau China.....	60
8. Hasil perhitungan persentaseutupan benthic coral di lokasi ini	61
9. Persentaseutupan algae Pulau China kedalaman ≥ 10 m.....	63
10. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Noko.....	65
11. Hasil perhitungan persentaseutupan benthic coral di lokasi ini	66
12. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Noko.....	68
13. Hasil perhitungan persentaseutupan benthic coral di lokasi ini	70
14. Deskripsi data statistikutupan terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.	72
15. Hasil uji homogenitas	73
16. Hasil uji anova	74
17. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≤ 5 m	75
18. Hasil homogeneous subset.....	75
19. Deskripsi data statistikutupan terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.....	77
20. Hasil uji homogenitas	78
21. Hasil uji anova	78
22. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≥ 10 m	79
23. Hasil homogeneous subset.....	80
24. Deskripsi data statistik keanekaragaman terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.....	82
25. Hasil uji homogenitas	82
26. Hasil uji anova	83
27. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≤ 5 m	83
28. Hasil homogeneous subset.....	84
29. Deskripsi data statistik keanekaragaman terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.....	85
30. Hasil uji homogenitas	86
31. Hasil uji anova	86
32. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≥ 10 m	87
33. Hasil homogeneous subset.....	87
34. Deskripsi data statistik hubunganutupan terumbu berdasarkan kelas dengan keanekaragaman terumbu karang di tiga pulau gosong karang	89
35. Hasil uji homogenitas	90
36. Hasil uji anova	91

37. Hasil perbandingan kelas tutupan terhadap keanekaragaman genus karang 92
38. Hasil homogenus subset..... 93



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Coral algae symbiosis.....	11
2. Anatomy biology hard coral.....	13
3. Transek garis.....	24
4. Tampilan tampak atas koloni yang tumpang tindih.....	25
5. Peralatan SCUBA & alat identifikasi karang.....	28
6. Transek garis.....	32
7. Armada penangkapan ikan di perairan Bawean.....	43
8. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Gili Noko (5m).....	49
9. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Gili Noko (10m).....	54
10. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau China (5m).....	58
11. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Gili Noko (10m)	62
12. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Noko (5m).....	67
13. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Noko (10m).....	71
14. Grafik rata-rata tutupan terumbu karang pada kedalaman ini (5m).....	76
15. Grafik rata-rata tutupan terumbu karang pada kedalaman ini (10m).....	80
16. Grafik keanekaragaman karang pada kedalaman ini (5m).....	84
17. Grafik keanekaragaman karang pada kedalaman ini (10m).....	88
18. Grafik kelas tutupan terumbu karang terhadap keanekaragaman genus	93



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta lokasi penelitian.....	105
2. Peta lokasi observasi identifikasi karang.....	106
3. Beberapa jenis karang di perairan tiga pulau gosong karang.....	107
4. Data hasil transek dan analisis per kategori di ekosistem karang Pulau China (5m).....	109
5. Data hasil transek dan analisis per kategori di ekosistem karang Pulau China (10m).....	118
6. Data hasil transek dan analisis per kategori di ekosistem karang Pulau Gili Noko (5m).....	128
7. Data hasil transek dan analisis per kategori di ekosistem karang Pulau Gili Noko (10m).....	139
8. Data hasil transek dan analisis per kategori di ekosistem karang Pulau Noko (5m).....	149
9. Data hasil transek dan analisis per kategori di ekosistem karang Pulau Noko (10m).....	160
10. Proses pengambilan data.....	171
11. Beberapa karang yang umum ditemukan di perairan Bawean.....	173



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan, mempunyai sumberdaya hayati yang beranekaragam. Salah satunya adalah ekosistem terumbu karang yang tersebar hampir di seluruh perairan Indonesia yang memiliki luas $\pm 5,1$ juta km², terletak diantara 30⁰ Lintang Utara (LU) dan 30⁰ Lintang Selatan (LS), mendominasi perairan dangkal daerah tropis (Romimohtarto dan Juwana, 2005). Sebagai negara kepulauan terbesar di dunia telah diakui mempunyai keanekaragaman spesies karang dan ikan karang tertinggi di dunia (Tomascik *et al.*, 1997, Burke *et al.*, 2002). Jumlah spesies karang dan ikan karang yang teridentifikasi di wilayah timur Indonesia saja sekitar 480 dan 1650 (Suharsono dan Purnomohadi, 2001).

Menurut Supriharyono (2000^a), terumbu karang disusun oleh karang-karang jenis anthozoa dari klas Scleractinia yang termasuk *hermatypic coral* atau jenis-jenis karang yang mampu membuat bangunan atau kerangka dari kalsium karbonat (CaCO₃). Disamping sebagai penunjang produksi perikanan, ekosistem terumbu karang juga mempunyai manfaat antara lain adalah sebagai sumber makanan, sumber keanekaragaman hayati, bahan obat-obatan, objek wisata bahari, ornamental dan aquarium ikan laut, bahan bangunan, penahan gelombang dan pelabuhan, tempat berlindung, tempat memijah (*spawning ground*) dan tempat asuhan (*nursery ground*).

Saat ini terumbu karang secara terus menerus mendapat tekanan berat akibat berbagai aktivitas manusia baik di darat maupun di laut. Dari hasil penelitian P3O-LIPI (1998), kondisi terumbu karang di Indonesia hanya 6,41 % dalam kondisi sangat baik; 24,3 % dalam kondisi baik; 29,22 % dalam kondisi sedang; dan 40,14 % dalam kondisi

rusak (Anonymous, 2001). Terumbu karang di Indonesia sedang menuju kepada kepunahan dengan laju yang sangat tinggi. Dari 75.000 km², terumbu karang di seluruh Indonesia hanya 7 % yang tersisa (Burke *et al.*, 2002). Penggunaan bahan peledak, racun, pengambilan karang, polusi dan pembangunan daerah pesisir yang tidak terarah telah memperburuk keadaan. Hal ini disebabkan oleh cara-cara pengambilan karang dan penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan seperti penggunaan jaring dasar, bahan peledak (bom), serta bahan kimia beracun (potassium) yang masih banyak dijumpai di beberapa daerah di Indonesia.

Menurut Supriharyono (2000^b), ancaman terhadap sumberdaya terumbu karang dapat disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor alam, biologi, fisika dan manusia. Faktor kerusakan yang disebabkan oleh manusia seperti penangkapan ikan dengan bahan peledak dan pengambilan karang mempunyai dampak yang sangat besar bila dibandingkan dengan faktor-faktor lainnya. Faktor alam seperti gejala pemanasan global, La-nina dan El-nino, sedangkan faktor biologi yaitu terjadinya pemutihan karang (*bleaching*) yang disebabkan oleh pemangsa hewan bintang laut berduri (*Acanthaster plancii*). Oleh karena itu, perlu diketahui persentase tutupan terumbu karang hubungannya dengan spesies karang yang ada untuk selanjutnya dilakukan pengelolaan lingkungan yang lebih baik dan upaya rehabilitasi di ekosistem terumbu karang ini. Upaya rehabilitasi antara lain melalui konservasi terumbu karang, pembuatan terumbu karang buatan dan juga transplantasi karang.

Pulau Bawean termasuk dalam wilayah kabupaten Gresik, tepatnya 150 km ke arah Utara (Lampiran 1). Pulau yang hanya terdiri dari dua kecamatan ini (Sangkapura dan Tambak) mempunyai potensi perikanan tidak kalah dengan daerah-daerah lain. Belum banyak data-data penelitian yang tercatat berkenaan dengan kondisi perikanan

dan kelautan Pulau Bawean. Hampir di tiap desa (30 desa) terdapat usaha penangkapan dengan alat tangkap berupa *purse seine*, payang, *gill net*, pancing, dan sebagainya. (Tokan, 2006).

Walaupun ekosistem habitat kehidupan karang terlihat stabil, tidak berubah, namun sebenarnya terjadi perubahan dari waktu ke waktu. Karang dapat mati dan tumbuh dalam suatu keseimbangan yang dinamis (*dynamic equilibrium*) (Goreau *et. al.*, 2000). Karang dapat berubah atau mati karena pengaruh gelombang besar atau ulah manusia. Namun perubahan atau gangguan yang kecil dapat berpengaruh baik bagi perkembangan karang dan penting untuk perkembangan keanekaragaman jenis dan koloni karang. Dalam keadaan perubahan kondisi lingkungan yang terlalu keras perlulah campur tangan manusia untuk mencegah kerusakan bertambah parah dan melakukan rehabilitasi kehidupan karang. Yang sangat perlu diwaspadai adalah dampak kegiatan manusia yang menghasilkan limbah polusi yang sering dibuang ke laut. Air sungai yang datang ke laut sering membawa limbah beracun sebagai hasil sampingan kegiatan produksi pabrik di darat. Demikian juga perilaku manusia mengeksploitasi laut untuk menangkap ikan di lingkungan habitat karang. Hal ini dapat merusak habitat karang dalam areal yang luas dalam waktu singkat.

Perlu usaha terus menerus melalui pemantauan, pengelolaan dan pemeliharaan lingkungan sumberdayanya agar ekosistem terumbu karang dapat lestari. Kerusakan terumbu karang di Indonesia, Malaysia dan Filipina terjadi akibat penambangan dan pengumpulan batu karang dalam jumlah besar dan periode waktu lama (Burke *et. al.*, 2002). Aktifitas manusia memanfaatkan sumber daya terumbu karang secara tidak bertanggung jawab menunjukkan betapa seriusnya dampak terhadap kehidupan komunitas karang saat ini. Pengambilan karang hidup adalah menghilangkan organisme

(hewan) karang yang membangun terumbu karang itu sendiri. Hilangnya bagian terumbu karang akan mengurangi penahan arus dan gelombang dan pada akhirnya akan menghilangkan barrier terhadap besarnya gelombang laut. Dalam jangka panjang akan terjadi erosi pantai di daerah yang sebelumnya merupakan daerah berkarang. Pengambilan karang akan menyebabkan pula penambahan pengendapan yang berpengaruh pada kekeruhan air. Cahaya matahari yang masuk ke laut menjadi berkurang sehingga proses photosynthesis terganggu, dimana akan saling mempercepat kerusakan sistem kehidupan karang. Rusaknya sistem kehidupan karang akan menyebabkan populasi ikan dan hewan lain (jenis-jenis moluska seperti kerang, siput, teripang, kima/kerang besar) makin berkurang.

Pengambilan jenis-jenis hewan lunak ini secara tidak bertanggungjawab akan menyebabkan kepunahan. Sebagai contoh hewan *Giant clams* (kima) semakin sulit ditemukan pada saat penyelaman di terumbu karang di berbagai tempat sebagai akibat pengambilan yang berlebihan. Hewan ini sangat rentan terhadap aktifitas lokal karena pertumbuhannya (kematangan reproduksinya) lambat, sangat sedikitnya rekrutmen populasi hewan dewasa karena eksploitasi di daerah karang dangkal untuk dikonsumsi. Mula-mula hanya jenis teripang tertentu saja yang diambil untuk dimanfaatkan tetapi sekarang semua jenis diambil dan dimanfaatkan sehingga makin lama semakin langka. Karena dalam ekosistem kehidupan karang semua komponen merupakan mata rantai makanan yang tidak terputus maka bila keseimbangannya terganggu akan berakibat pada daya dukung lingkungan terganggu pula dan akhirnya mengancam ekosistem karang secara keseluruhan.

Dalam bidang pemanfaatan sumberdaya perikanan, penelitian ini bertujuan mengkaji kondisi penutupan terumbu karang di perairan Kepulauan Bawean pada tiga

(3) tempat penyelaman (*Dive Site*) yang berbeda yakni Pulau gosong Gili Noko, Pulau gosong Noko dan Pulau China untuk diketahui status keanekaragamannya dengan menggunakan metode *line intercept transect* (LIT). Metode *line intercept transect* merupakan salah satu metode survei untuk mengetahui kondisi terumbu karang di suatu perairan. Dari ke-3 tempat tersebut, diharapkan dapat diketahui persentase penutupan terumbu karang dan status keanekaragamannya, sehingga pada akhirnya karang terumbu tetap dapat dimanfaatkan sebaik mungkin dengan tetap menjaga keseimbangan ekosistemnya dan juga dapat mencegah terjadinya degradasi karang yang lebih tinggi lagi, keseragaman dalam penelitian ini menggambarkan ukuran jumlah individu antar genus dalam suatu komunitas ekosistem terumbu karang.

1.2 Perumusan masalah

Faktor-faktor yang merusak ekosistem karang di perairan Kepulauan Bawean, Kabupaten Gresik yaitu faktor alam, biologi, fisika dan manusia. Faktor alam dapat berupa pemanasan global yang berasal dari diantaranya efek rumah kaca (pembalikan radiasi matahari yang terakumulasi didalam atmosfer bumi sehingga meningkatkan suhu permukaan bumi), rusaknya lapisan ozon. Faktor biologi yaitu adanya pemangsa hewan karang oleh bintang laut berduri (*Acanthaster plancii*) yang menjadi salah satu penyebab pemutihan karang (*coral bleaching*). Faktor fisika diantaranya terjadi belombang besar (tsunami) yang menghantam ekosistem terumbu karang. Sedangkan faktor terbesar kerusakan ekosistem terumbu karang berasal dari manusia diantaranya pemusnahan hutan/kawasan hijau mulai dari pegunungan hutan hujan hingga mangrove, penangkapan ikan, penambangan batu karang, pengambilan biota dalam ekosistem karang, industri wisata yang berlebih dan tak ramah lingkungan, pencemaran bermacam

limbah baik industri maupun rumah tangga. Kerusakan ekosistem ini mengakibatkan berkurangnya tutupan terumbu karang atau hilangnya tempat berlindung bagi ikan-ikan yang juga dapat mempengaruhi kegiatan penangkapan ikan-ikan oleh masyarakat sekitar (nelayan), karenanya penangkapan ikan menjadi semakin berkurang. Seperti diketahui pertumbuhan karang sangat lambat dan sangat tergantung pada kualitas perairan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang diantaranya suhu, salinitas, substrat, arus, dan oksigen terlarut dalam perairan.

Perubahan ekosistem perairan yang besar dapat mempengaruhi organisme yang hidup didalamnya, sehingga akan mempengaruhi persentase penutupan terumbu karang dan keanekaragamannya. Oleh karena itu persentase penutupan dan keanekaragaman terumbu karang perlu diteliti dan pengkajian status ekosistem terumbu karang tersebut untuk menghasilkan kebijakan (pemerintah atau non-pemerintah) tepat sasaran kawasan (konservasi, perikanan dan pariwisata), sehingga pada akhirnya ekosistem terumbu karang ini tetap dapat dimanfaatkan dengan tetap menjaga keseimbangan ekosistemnya.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah antara lain;

1. Mengetahui perbedaan persentase tutupan terumbu karang di tiga lokasi yaitu pulau China, pulau Gili Noko dan pulau Noko pada kedalaman berbeda.
2. Mengetahui perbedaan keanekaragaman genus karang di tiga lokasi yaitu pulau China, pulau Gili Noko dan pulau Noko pada kedalaman berbeda.

3. Mengetahui hubungan persentase tutupan terumbu karang yang dikategorikan dalam kelas persentase tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang.
4. Mengetahui kelimpahan, pemerataan, kekayaan genus karang, indek kematian karang, pola sebaran terumbu karang, dan penentuan status terumbu karang (pengkategorian tutupan terumbu karang ke dalam kelas berdasarkan besarnya persentase tutupan). Kajian ini nantinya dapat digunakan sebagai awal dari sebuah proses manajemen konservasi laut dan ekowisata di Kabupaten Gresik.
5. Mengetahui faktor-faktor yang merusak ekosistem karang di perairan Kepulauan Bawean, yaitu faktor alam, biologi, fisika dan manusia. Faktor kerusakan yang disebabkan oleh manusia seperti penangkapan ikan dan pengambilan karang/biota. Faktor alam seperti gejala pemanasan global, La-nina dan El-nino, sedangkan faktor biologi yaitu terjadinya pemutihan karang (*bleaching*) yang disebabkan oleh pemangsa hewan bintang laut berduri (*Acanthaster plancii*).
6. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang diantaranya suhu perairan, salinitas, tingkat keasaman/pH, tingkat oksigen terlarut/DO, kecepatan arus, tingkat kecerahan (faktor oceanography) dan substrat dasar perairan di perairan Kepulauan Bawean, Kabupaten Gresik.

1.4 Kegunaan penelitian

Kegunaan penelitian ini antara lain:

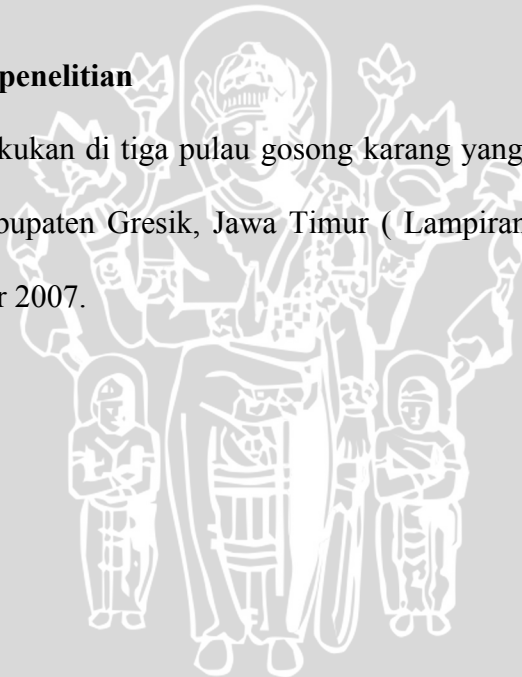
1. Data yang diperoleh dapat digunakan sebagai acuan dalam membuat suatu kebijakan pengelolaan lestari ekosistem terumbu karang dalam berbagai bentuk diantaranya kawasan perlindungan laut (KPL) dan ekowisata berbasis

konservasi sumberdaya alam oleh instansi-instansi terkait, khususnya di perairan Pulau Bawean, Kabupaten Gresik.

2. Data yang diperoleh dapat menjadi sumber informasi bagi para nelayan dan masyarakat sekitar perairan (Pulau Bawean) dalam memanfaatkan sumberdaya perikanan yang ada (terumbu karang) dengan tetap menjaga keseimbangan dan kelestariannya.
3. Memiliki data tutupan ekosistem terumbu karang dan status ekosistem terumbu karang Kepulauan Bawean khususnya tiga Pulau Gosong Karang.

1.5 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di tiga pulau gosong karang yang berada dalam perairan Kepulauan Bawean, Kabupaten Gresik, Jawa Timur (Lampiran 2). Waktu penelitian bulan Oktober-Desember 2007.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wilayah pesisir pantai

Wilayah pesisir didefinisikan sebagai wilayah dimana daratan berbatasan dengan laut; batas di daratan meliputi daerah-daerah yang tergenang air maupun yang tidak tergenang air yang masih dipengaruhi oleh proses-proses laut seperti pasang surut, angin laut, dan intrusi air laut, sedangkan batas di laut ialah daerah-daerah yang dipengaruhi oleh proses-proses alami di daratan seperti sedimentasi dan mengalirnya air tawar ke laut, serta daerah-daerah laut yang dipengaruhi oleh kegiatan-kegiatan manusia di daratan (Bengen, 2002). Ekosistem di wilayah pesisir memiliki peranan yang sangat penting dan nilai yang paling tinggi di antara ekosistem di bumi ini dalam memberikan pelayanan terhadap keseimbangan lingkungan (Constanza *et. al.*, 1997).

Wilayah ekosistem pesisir perairan laut tropik seperti estuari, hutan bakau, padang lamun dan terumbu karang mempunyai potensi yang sangat besar untuk menunjang produksi perikanan. Oleh karena itu, wilayah ekosistem pesisir perairan sangat penting untuk dijaga kelestariannya (khususnya terumbu karang) yang merupakan habitat yang baik bagi ikan untuk melakukan pemijahan, pengasuhan di daerah *fishing ground* (Supriharyono, 2000^a).

2.2 Terumbu karang

2.2.1 Pengertian

Terumbu karang adalah struktur di dasar laut berupa deposit calcium karbon di laut yang dihasilkan terutama oleh hewan karang. Karang adalah hewan tak bertulang belakang yang termasuk dalam Phylum Coelenterata (hewan berongga) atau Cnidaria.

Yang disebut sebagai karang (*Corals*) mencakup karang dari Ordo Scleractinian dan Sub Kelas Octocorallia (Kelas Anthozoa) maupun Kelas Hydrozoa (Timotius, 2003).

Pembentukan terumbu karang

Pembentukan terumbu karang merupakan proses yang lama dan kompleks. Berkaitan dengan pembentukan terumbu, karang terbagi atas dua kelompok yaitu karang yang membentuk terumbu (karang *hermatipik*) dan karang yang tidak dapat membentuk terumbu (karang *ahermatipik*). Kelompok pertama dalam prosesnya bersimbiosis dengan *zooxanthellae* dan membutuhkan sinar matahari untuk membentuk bangunan dari kapur yang kemudian dikenal *reef building corals*, sedangkan kelompok kedua tidak dapat membentuk bangunan kapur sehingga dikenal dengan *non-reef building corals* yang secara normal hidupnya tidak tergantung pada sinar matahari (Veron, 1986).

Pembentukan terumbu karang *hermatipik* dimulai adanya individu karang (*polyp*) yang dapat hidup berkelompok (*colony*) ataupun menyendiri (*solitary*). Karang yang hidup berkoloni membangun rangka kapur dengan berbagai bentuk, sedangkan karang yang hidup sendiri hanya membangun satu bentuk rangka kapur. Gabungan beberapa bentuk rangka kapur tersebut disebut terumbu.

Hubungan simbiotik dengan algae

Hampir semua jenis karang, di dalam jaringan tubuhnya terdapat sel tunggal tumbuhan hidup tumbuhan microscopic algae disebut *symbiotic algae* atau *zooxanthellae* (merupakan hubungan symbiotic dengan algae) (**Gambar 1**) (Kenchinton and Kim Looi, 1994). Dengan kata lain, *zooxanthellae* adalah tumbuhan algae atau ganggang laut yang menempel pada karang dan hidup bersimbiosis dengan karang yang ditemelinya. Karang yang memiliki *zooxanthellae* ini disebut karang

hermatipic dan ada pula karang yang tidak memilikinya disebut karang *ahermatipic*. Karang *hermatipic* yang bersimbiosis dengan algae inilah yang menghasilkan struktur terumbu karang berkalsium (CaCO_3). Pembentukan struktur terumbu karang ini dipengaruhi pula oleh kemampuan karang tersebut menyerap ion *calcium* dari air laut yang dijadikan rangka luar yang keras. Hubungan simbiotik antara tumbuhan *algae* dengan hewan karang bersifat kompleks dan belum sepenuhnya dapat dipahami. Para pakar coral percaya bahwa aspek terpenting hubungan simbiotik ini adalah bahwa antara polip dan *symbiotic algae* terjadi saling menyediakan zat makanan. Karang memakan sebagian besar karbohidrat dan oksigen sebagai nutrient yang diproduksi oleh *zooxanthellae* dengan proses *photosynthesis*, karena itu *zooxanthellae* memerlukan kecerahan air yang cukup agar dapat memanfaatkan sinar matahari dalam proses *photosynthesis*. Sementara polip menyediakan akses yang cukup untuk masuknya sinar matahari bagi *zooxanthellae*.



Gambar 1. Coral algae symbiosis oleh Dr. Kirsten Michalek-Wagner (Reef HQ).

2.2.2 Anatomi karang

Karang merupakan binatang sederhana berbentuk tabung dengan mulut berada di atas yang juga berfungsi sebagai anus. Di sekitar mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi sebagai penangkap makanan. Mulut dilanjutkan dengan tenggorokan yang

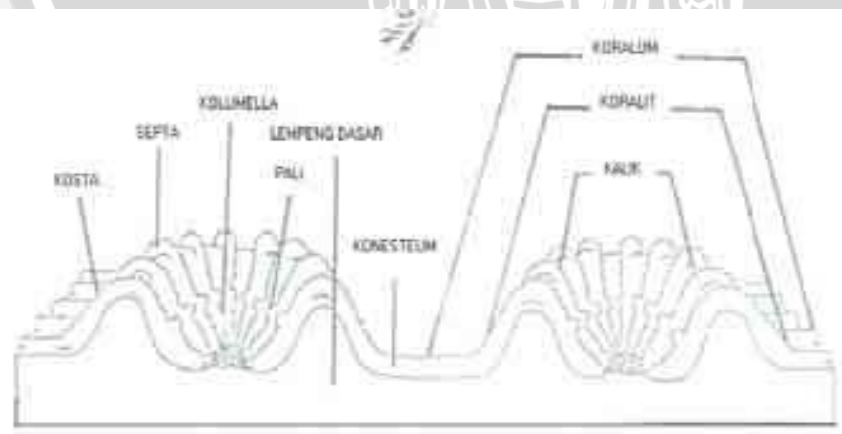
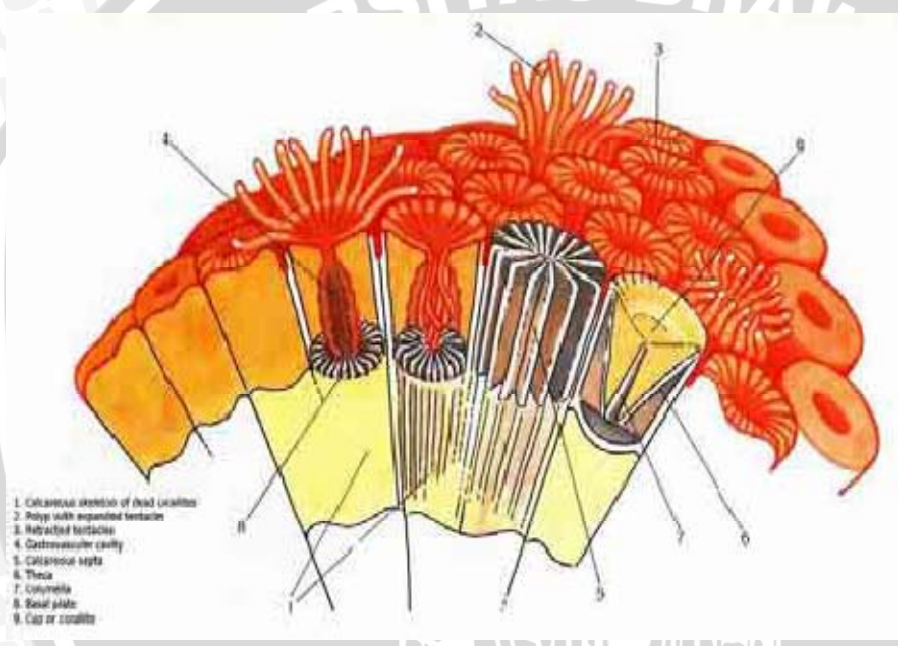
berisi semacam usus yang disebut *mesentery filament* yang berfungsi sebagai alat pencernaan. Untuk tegaknya seluruh jaringan, polip didukung oleh kerang kapur sebagai penyangga. Kerangka kapur ini berupa lempengan-lempengan yang tersusun secara radial dan berdiri tegak pada lempeng dasar (**Gambar 2**). Lempengan yang berdiri ini disebut septa, tersusun dari bahan an-organic dan kapur yang merupakan hasil sekresi polip karang (Suharsono, 1996).

Dinding polip karang terdiri dari tiga lapisan yaitu *ectoderm*, *endoderm* dan *mesoglea*. *Ectoderm* merupakan jaringan terluar yang terdiri dari berbagai jenis sel, pada lapisan *ectoderm* banyak dijumpai sel glanula yang berisi sel *nematocyst*. *Nematocyst* merupakan sel penyengat yang berfungsi sebagai alat penangkap makanan dan mempertahankan diri. Selain itu terdapat sel mucus yang berfungsi menghasilkan mucus yang membantu menangkap makanan dan untuk membersihkan diri dari sedimen yang melekat. *Mesoglea* merupakan jaringan yang dibagian tengah berupa lapisan seperti jelly. Di dalam lapisan jelly terdapat fibril-fibril sedangkan lapisan luar terdapat semacam sel semacam sel otot. Jaringan *endoderm* terdapat di bagian lapisan dalam yang sebagian besar selnya berisi sel *algae* yang merupakan simbion karang. Seluruh permukaan jaringan karang juga dilengkapi dengan *cilia* dan *flagella*. Kedua sel ini berkembang dengan baik di lapisan luar tentakel dan di dalam *mesentery* (Suharsono, 1996).

Karang mempunyai sistem syaraf, jaringan otot dan reproduksi yang sederhana, tetapi telah berkembang dan berfungsi secara baik. Jaringan syaraf yang sederhana ini tersebar baik dalam *ectoderm* maupun *endoderm* serta *mesoglea*, yang dikoordinasi oleh sel khusus yang disebut sel *junction* yang bertanggung jawab memberi respon baik mekanis maupun kimiawi, serta adanya stimuli cahaya. Jaringan otot sederhana biasanya

terdapat diantara jaringan *mesoglea* yang bertanggung jawab atas gerakan *polyp* untuk mengembang atau mengkerut sebagai respon perintah syaraf. Signal dari jaringan ini tidak hanya di dalam satu polip tetapi diteruskan ke polip yang lain. Jaringan *mesenterial filament* berfungsi sebagai otot pencernaan yang sebagian besar selnya berisi sel muskus yang mengandung enzim untuk mencerna makanan. Lapisan luar dari jaringan mesenterial filament dilengkapi sel cilia yang halus (Suharsono, 1996).

Struktur rangka kapur



Gambar 2. Anatomy biology hard coral (Goreau *et al.*, 2000).

Bagian-bagian struktur anatomi didefinisikan sebagai berikut :

Koralit, merupakan keseluruhan rangka kapur yang terbentuk dari satu polip.

Septa, lempeng vertikal yang tersusun secara radial dari tengah tabung, seri septa berbentuk daun dan tajam yang keluar dari dasar dengan pola berbeda pada tiap spesies sehingga menjadi dasar pembagian (*classification*) spesies karang. Dalam satu koralit terdapat beberapa lempeng vertikal *septa*.

1. **Konesteum**, suatu lempeng horizontal yang menghubungkan antar *koralit*.
2. **Kosta**, bagian septa yang tumbuh hingga mencapai dinding luar dari *koralit*
3. **Kalik**, bagian diameter koralit yang diukur dari bagian atas septa yang berbentuk lekukan mengikuti bentuk bibir *koralit*
4. **Kolumela**, struktur yang berada di tengah *koralit*. Terdapat empat bentuk *kolumela* yang sering dijumpai yaitu padat, berpori, memanjang dan tanpa *kolumela*.
5. **Pali**, bagian dalam sebelah bawah dari *septa* yang melebar membentuk tonjolan sekitar kolumela. Membentuk struktur yang disebut *paliform*.
6. **Koralum**, merupakan keseluruhan rangka kapur yang dibentuk oleh keseluruhan polyp dalam satu individu atau satu koloni.
7. **Lempeng dasar**, merupakan bagian dasar atau fondasi dari septa yang muncul membentuk struktur yang tegak dan melekat pada dinding.

2.2.3 Ekosistem terumbu karang

Indonesia dikenal sebagai pusat distribusi terumbu karang dengan areal terumbu karang seluas $\pm 600.000 \text{ km}^2$. Terumbu karang merupakan organisme yang hidup di dasar perairan laut dangkal terutama di daerah tropis, tersusun oleh karang-karang jenis Anthozoa dari class Scleractinia (Supriharyono, 2000^a). Lebih lanjut dalam

Supriharyono (2000^b), ekosistem terumbu karang adalah ekosistem daerah tropik yang memiliki keunikan dan keindahan yang khas yang pemanfaatannya harus secara lestari. Ekosistem terumbu karang ini umumnya terdapat pada perairan yang relatif dangkal dan jernih serta suhunya hangat dan memiliki kadar karbonat yang tinggi. Binatang karang hidup dengan baik pada perairan tropik dan sub-tropik serta jernih karena cahaya matahari harus dapat menembus hingga dasar perairan.

Menurut Patria (2005), terumbu karang adalah salah satu ekosistem dipermukaan bumi ini yang memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Tingginya keanekaragaman jenis di terumbu karang karena tingginya produktivitas primer di daerah tersebut, yaitu dapat mencapai 10.000 grC/m²/yr, bila dibandingkan dengan produktivitas laut lepas hanya berkisar 50-100 grC/m²/yr.

Menurut Nontji (1993), kedalaman laut maksimum untuk hewan karang membentuk terumbu karang adalah 40 m. Suhu mempunyai peranan penting dalam membatasi penyebaran terumbu karang. Suhu yang diperlukan untuk pembentukan terumbu karang adalah sekitar 25 °C–30 °C, oleh karena itu terumbu karang hanya ditemukan didaerah tropik. Hewan karang mempunyai toleransi terhadap salinitas sekitar 27 ‰-40 ‰. Adanya aliran air tawar dapat menyebabkan kematian terumbu karang, oleh sebab itu di daerah-daerah dengan banyak sungai-sungai besar bermuara tidak dijumpai terumbu karang. Air yang jernih diperlukan untuk pertumbuhan karang dan arus diperlukan untuk mendatangkan makanan berupa plankton, disamping itu juga diperlukan untuk membersihkan diri dari endapan-endapan dan untuk mensuplai oksigen dari laut lepas.

Formasi terumbu karang

Formasi terumbu karang mengikuti topografi yang dibentuk oleh proses geologi alam. Pemahaman mengenai formasi terumbu karang memberikan informasi kecenderungan bentuk pertumbuhan yang mendominasi suatu zone dengan memperhatikan faktor jarak ekosistem terhadap daratan (pulau) ataupun terhadap laut lepas. Charles Darwin (1842) dalam Veron (1986) mengemukakan tiga perbedaaan formasi yang dikenal dengan teori penenggelaman (*Subsidence Theory*) :

- a. Terumbu karang tepi (*Fringing Reef*), yaitu terumbu karang yang terdapat di sepanjang pantai dan dalamnya tidak lebih dari 40 meter. Terumbu ini tumbuh ke permukaan dan ke arah laut terbuka.



- b. Terumbu karang penghalang (*Barrier Reefs*), berada jauh dari pantai yang dipisahkan oleh goba (lagoon) dengan kedalaman 40–70 meter. Umumnya terumbu karang ini memanjang menyusuri pantai.



- c. Atol (*atolls*), yang merupakan karang berbentuk melingkar seperti cincin yang muncul dari perairan yang dalam, jauh dari daratan dan melingkari gobah yang memiliki terumbu gobah atau terumbu petak.



Gambar tersebut dikutip dari White, 1987 dalam Panduan Pembentukan dan Pengelolaan Daerah Perlindungan Laut Berbasis Masyarakat.

Terumbu karang tepi ini merupakan jenis terumbu karang yang banyak ditemukan di kawasan pesisir Indonesia.

Darwin mengemukakan bahwa formasi awal merupakan *fringing reefs* yang terbentuk di sekitar pulau. Jika pulau tersebut mengalami penurunan permukaan secara tectonic, *fringing reefs* akan berubah menjadi *barrier Reefs*. Apabila proses terus berlanjut, maka *atolls* akan terbentuk. Namun sebagai bahan pemikiran, Daly juga mengemukakan teori bahwa proses penurunan permukaan pulau tidak terjadi melainkan yang terjadi adalah kenaikan permukaan. Pada proses kenaikan permukaan terus terjadi sehingga daratan (pulau) lambat laun akan menghilang sehingga pada akhirnya membentuk atoll.

2.2.4 Manfaat terumbu karang

Ekosistem terumbu karang memiliki beberapa manfaat antara lain sebagai: (1). Sumber makanan, tempat tinggal dan berkembang biak bagi hewan-hewan karang; (2). Pelindung pantai dari erosi dan abrasi, struktur karang yang keras dapat menahan gelombang dan arus sehingga mengurangi abrasi pantai dan mencegah rusaknya ekosistem pantai lain seperti padang lamun dan mangrove; (3). Sumber perikanan yang tinggi, dari 132 jenis ikan yang bernilai ekonomis di Indonesia, 32 jenis diantaranya hidup di terumbu karang, berbagai jenis ikan karang menjadi komoditi export. Terumbu karang yang sehat menghasilkan 3-10 ton ikan per kilometer persegi pertahun; (4). Pusat wisata bahari, keindahan terumbu karang sangat potensial untuk wisata bahari. Masyarakat disekitar terumbu karang dapat memanfaatkan hal ini dengan mendirikan pusat-pusat penyelaman, restoran, penginapan sehingga pendapatan mereka bertambah; (5). Laboratorium alam untuk penunjang pendidikan dan penelitian; (6). Bahan obat-

obatan, jenis *sponge* dan karang lunak dapat dijadikan obat penyembuh penyakit kanker (Supriharyono, 2000^a).

2.2.5 Keanekaragaman dan distribusi terumbu karang

Karang tumbuh subur di perairan laut tropik, walaupun ada diantaranya yang mampu bertahan pada perairan laut sub-tropik (Supriharyono, 2000^a). Lautan yang memiliki terumbu karang paling luas adalah Samudera Pasifik dengan $\pm 335.000 \text{ km}^2$, kemudian Samudera Hindia dengan $\pm 185.000 \text{ km}^2$, dan samudera Atlantik dengan $\pm 87.000 \text{ km}^2$. Ada 3 pengelompokan keanekaragaman jenis terumbu karang yaitu Indo-Pasifik, Samudera Hindia dan Karibia. Keanekaragaman jenis karang yang paling tinggi terdapat di perairan Indo-Pasifik dengan 88 genera, sedangkan di Karibia hanya 48 jenis karang. Tingginya keanekaragaman jenis di Indo-Pasifik terjadi karena luasnya daerah tersebut dengan pencampuran dari jenis Samudera Hindia (Patria, 2003).

2.3 Faktor-faktor pembatas ekosistem terumbu karang

Keanekaragaman, penyebaran dan pertumbuhan karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi ini tidak selalu tetap, akan tetapi seringkali berubah karena adanya gangguan, baik yang berasal dari alam ataupun manusia. Gangguan-gangguan tersebut dapat berupa faktor fisika-kimia dan biologis. Faktor fisika-kimia antara lain cahaya matahari, suhu, salinitas, sedimen dan pergerakan massa air. Sedangkan faktor biologi, seperti predator atau pemangsa (bintang laut berduri/*Acanthaster plancii*) (Supriharyono, 2000^a).

Pertumbuhan terumbu karang dibatasi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah

- **Suhu**

Suhu mempengaruhi kecepatan metabolisme, reproduksi dan perombakan bentuk luar dari karang. Suhu paling optimal bagi pertumbuhan karang berkisar antara 23 °C–30 °C. Pada suhu dibawah 18 °C, dapat menghambat pertumbuhan karang bahkan dapat mengakibatkan kematian. Pada suhu diatas 33 °C dapat menyebabkan gejala pemutihan karang (*coral bleaching*), yaitu keluarnya *Zooxanthella* dari polip karang dan akibat selanjutnya dapat mematikan karang tersebut (DitJen Perikanan, 2001).

- **Salinitas**

Salinitas merupakan nilai yang menunjukkan jumlah garam-garam terlarut dalam satuan volume air yang biasanya dinyatakan dalam satuan promil (Barus, 2002). Menurut Subarijanti (2000), Salinitas sangat berpengaruh pada organisme dalam hal proses osmoregulasi. Menurut Barus (2002), Salinitas merupakan faktor pembatas bagi organisme perairan karena adanya toleransi dari organisme air yang berbeda-beda terhadap kadar salinitas, oleh karena itu ada organism yang hanya dapat hidup di perairan tawar dan ada pula yang hanya dapat hidup pada perairan laut dan hanya 1 % dari keseluruhan organisme air yang dapat hidup pada kedua habitat.

Proses penguraian bahan organik dalam air, yang berasal dari pembuangan limbah cair misalnya, melalui proses biodegradasi akan meningkatkan garam-garam nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh berbagai jenis algae dan phytoplankton lain. Hal ini akan menyebabkan kadar garam terlarut dalam air akan mengalami fluktuasi sesuai dengan fluktuasi dan populasi phytoplankton dan fluktuasi bahan organik yang ada dalam air. Klasifikasi salinitas menurut Barus (2002), salinitas pada perairan dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

- air tawar : < 0,5 per mil
- air Payau : 0,5-30 per mil
- air laut : 30-40 per mil
- hyperhalin : > 40 per mil

Secara fisiologis, salinitas mempengaruhi kehidupan hewan karang, karena adanya tekanan osmosis pada jaringan hidup. Salinitas optimum bagi kehidupan karang berkisar antara 30 ‰–35 ‰, itulah sebabnya karang jarang ditemukan hidup pada muara–muara sungai besar, bercurah hujan tinggi atau perairan dengan kadar garam tinggi (DitJen Perikanan, 2001).

• **Cahaya**

Intensitas Cahaya sangat mempengaruhi kehidupan karang yaitu pada proses photosynthesis *Zooxanthella* yang produknya kemudian disumbangkan ke polip karang. Intensitas cahaya berhubungan dengan kedalaman. Di tempat dalam dengan intensitas yang rendah tidak ditemukan terumbu karang. Kedalaman yang dalam berarti pengurangan cahaya yang besar, sehingga menyebabkan laju photosynthesis akan berkurang dan pada akhirnya kemampuan karang untuk membentuk kerangka juga akan berkurang (DitJen Perikanan, 2001). Menurut Nybakken (1992), cahaya diperlukan oleh *algae symbiotic zooxanthellae* dalam proses photosynthesis guna memenuhi kebutuhan oksigen biota terumbu karang.

• **Arus dan gelombang.**

Pertumbuhan karang di daerah berarus lebih baik bila dibandingkan dengan perairan yang tenang (Nontji, 1993). Arus dan atau gelombang penting untuk transportasi zat hara, larva, bahan sediment dan oksigen. Selain itu arus dan atau

gelombang dapat membersihkan polip karang dari kotoran yang menempel. Itulah sebabnya karang yang hidup didaerah berombak dan atau berarus kuat lebih berkembang dibanding daerah yang tenang dan terlindung (DitJen Perikanan, 2001).

• pH

Nilai pH menyatakan nilai konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan, didefinisikan sebagai logaritma dari resiprokal aktivitas ion hidrogen. pH air dipengaruhi oleh bentuk dari karbondioksida dalam perairan, pada pH air yang rendah ($\text{pH}=4$) karbondioksida terdapat dalam bentuk terlarut, pada pH antara 7 sampai 10 semuanya membentuk ion HCO_3^- , sementara pada pH sekitar 11 umumnya dijumpai ion CO_3^{2-} . Organisme aquatic dapat hidup pada suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat sangat basa maupun sangat asam akan menyebabkan kelangsungan hidup suatu organisme terganggu. pH yang sangat rendah dapat menyebabkan mobilitas berbagai senyawa logam berat terutama ion aluminium yang bersifat racun (toxic). Apabila pH sangat tinggi akan merusak keseimbangan antara amonium dan amoniac dalam air (Barus, 2002).

Nilai pH yang ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya antara 7 sampai 8,5. kondisi pH yang sangat asam atau sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus, 2002).

2.4 Faktor-faktor yang merusak pertumbuhan terumbu karang

Penyebab kerusakan terumbu karang akibat ulah manusia dikelompokkan dalam lima kategori utama yaitu: pembangunan pantai, polusi dari laut, sedimentasi,

overfishing, dan penangkapan ikan dengan metode merusak (*destructive fishing*) (Burke *et al.*, 2002). Kerusakan itu oleh Bellwood *et al.*, (2004), digambarkan sebagai proses perubahan ekosistem yang didominasi terumbu karang menjadi suatu ekosistem yang tidak diharapkan (*less desirable*) atau ekosistem yang rusak (*degraded ecosystem*) seperti ekosistem yang didominasi oleh alga (macro alga).

Menurut Suharsono (1986), ada tiga hal yang dapat merusak ekosistem terumbu karang, antara lain;

1. Kerusakan karang oleh faktor biologi, seperti adanya kompetisi, predasi, ledakan populasi phytoplankton.
2. Kerusakan karang karena aktivitas mekanis, seperti arus yang kuat, sedimentasi, aktivitas vulkanik, perubahan temperature dan salinitas, serta penetrasi sinar matahari.

Kerusakan karang akibat aktivitas manusia, seperti pembangunan pantai, polusi dari laut, sedimentasi, overfishing, dan penangkapan ikan dengan metode merusak (*destructive fishing*). *Overfishing* dan *destructive fishing* mengakibatkan kerusakan yang nyata dan sangat besar dimana sekitar 56 % dan 64 % dari terumbu karang dunia pada kondisi hancur, pembangunan pantai (25 %), sedimentasi (21 %) dan polusi dari laut (7 %) (Setyanto, 2005).

2.5 Usaha pengelolaan dan pelestarian ekosistem terumbu karang

Kerusakan terumbu karang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu faktor fisika, kimia dan biologi. Untuk mencegah semakin memburuknya kondisi terumbu karang, maka diperlukan pengelolaan ekosistem terumbu karang. Pengelolaan ini pada hakekatnya adalah suatu proses pengontrolan tindakan manusia, agar pemanfaatan

sumberdaya alam dapat dilakukan secara bijaksana dengan mengindahkan kaidah kelestarian lingkungan. Namun, pengelolaan ekosistem terumbu karang tidak dapat dilakukan sendiri-sendiri. Harus dilakukan secara terpadu oleh beberapa instansi terkait (Supriharyono, 2000^b).

Pelaksanaan pengelolaan membutuhkan suatu rangkaian proses, yang meliputi unsur-unsur pendidikan, pelatihan, pengawasan, pemantauan (*monitoring*), pengendalian dan evaluasi (Supriharyono, 2000^a). Lebin lanjut Johan (2003), salah satu cara yang ditempuh oleh instansi-instansi terkait dalam melakukan pemantauan (*monitoring*) adalah dengan mensurvei perairan ekosistem terumbu karang yang telah masuk dalam daerah pengelolaan. Survei ini umumnya menggunakan beberapa metode. Beberapa metode yang umum digunakan oleh peneliti dalam menggambarkan kondisi terumbu karang adalah:

1. Metode Transek Garis.
2. Metode Transek Kuadrat.
3. Metode Manta Tow.
4. Metode Transek Sabuk.

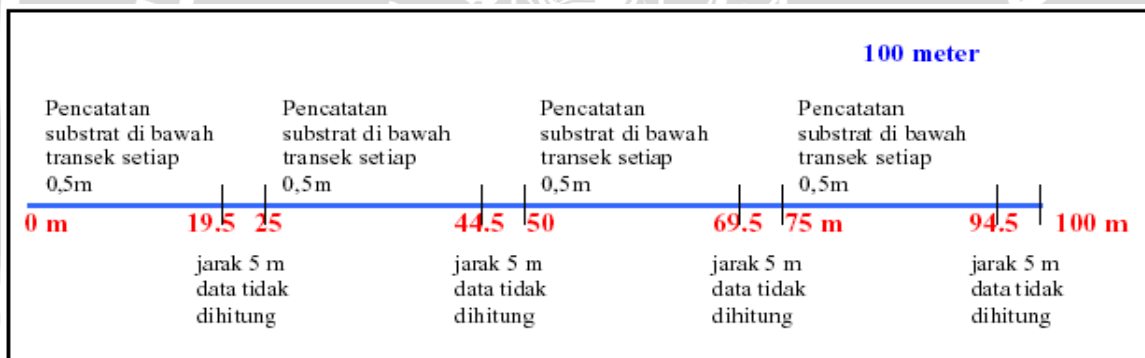
2.6 Metode transek garis

Metode transek garis merupakan metode yang digunakan untuk menggambarkan kondisi ekosistem karang dengan melihat tutupan karang hidup, karang mati, bentuk substrat, algae dan keberadaan biota lainnya. Peralatan yang dibutuhkan dalam survei ini adalah roll meter, peralatan SCUBA dan alat tulis bawah air. Umumnya garis transek diletakkan pada dua (2) kedalaman, yaitu 10 m, dan 20 m, tergantung keberadaan

karang pada lokasi di masing-masing kedalaman. Panjang transek 30 m atau 50 m yang penempatannya sejajar dengan garis pantai pulau (Johan, 2003).

Pengukuran dilakukan dengan tingkat ketelitian mendekati centimeter (cm). Dalam penelitian ini satu koloni dianggap satu individu. Jika dua atau lebih koloni tumbuh di atas koloni yang lain, maka masing-masing koloni tetap dihitung sebagai koloni yang terpisah. Panjang tumpang tindih koloni dicatat yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa kelimpahan jenis (Johan, 2003).

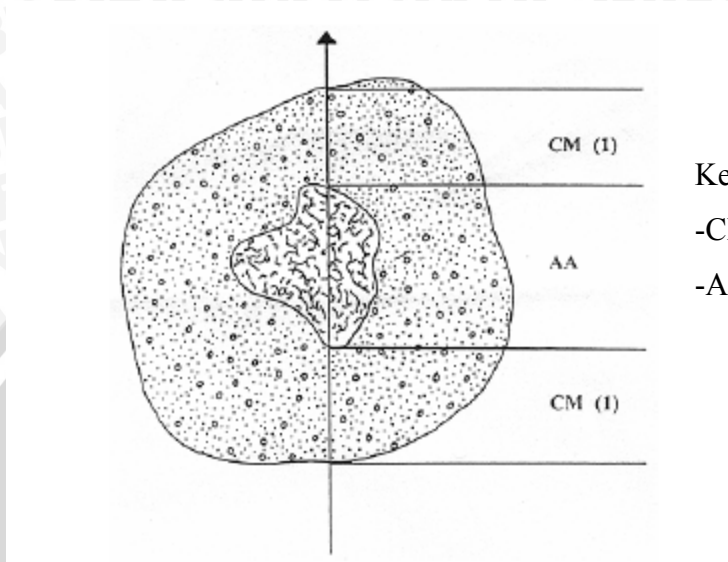
Spesifikasi yang diharapkan dicatat adalah berupa bentuk *morphology* karang (*life form*). transek yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai panjang 100 m (**Gambar 3**).



Gambar 3. Transek garis

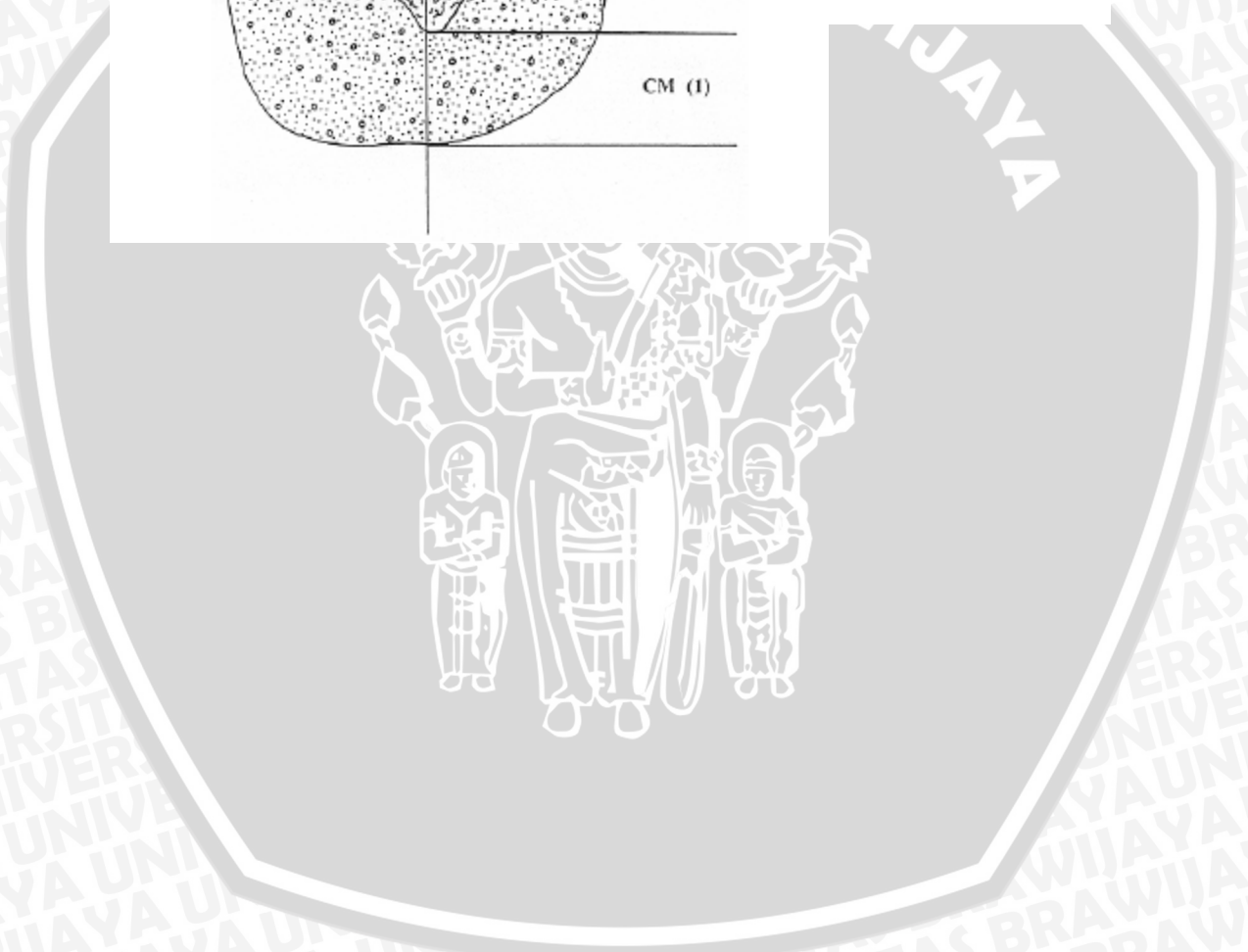
Panjang tumpang tindih koloni dicatat yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa kelimpahan jenis. Kondisi dasar dan kehadiran karang lunak, karang mati lepas atau masif dan biota lain yang ditemukan di lokasi juga dicatat. Sebagai data penunjang diukur juga faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang yaitu suhu, salinitas dan kecerahan perairan. Tampilan tumpah tindih lihat Gambar 4.

Gambar 4. Tampilan tampak atas koloni yang tumpang tindih (English *et al.*, 1994).



Ket:

- CM: coral massive
- AA: algae assemblages



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dan survei dilakukan atas kerjasama dengan Ir. Sukandar sebagai ketua Laboratorium Pemetaan dan Parancangan Teknologi Kelautan (LPPTK) dan Fisheries Diving Club (FishDiC).

3.1 Materi penelitian

Adapun yang menjadi pokok bahasan materi penelitian ini adalah mengenai tutupan terumbu karang (karang hidup dan karang mati), keanekaragaman, selain itu dari data transek garis dapat dihitung juga kelimpahan per genus, pola penyebaran, kekayaan dan pemerataan di pulau gosong karang yang merupakan ekosistem besar terumbu membentuk sebuah gugus pulau baru karang.

3.1.1 Obyek penelitian

Dalam penelitian ini, objek yang diteliti adalah persentase tutupan terumbu karang dan karang yang berada dalam transek garis. Baik karang hidup maupun karang mati.

3.1.2 Materi yang diteliti

Dalam penelitian ini meliputi beberapa hal antara lain:

1. Menghitung persentase tutupan karang hidup di dalam transek garis.
2. Menentukan status kondisi karang di dalam transek garis.
3. Menentukan hubungan status kondisi dan keanekaragaman genus karang dengan persentase tutupan karang (terutama karang keras).
4. Mencatat kekayaan jenis terumbu karang di dalam transek garis.
5. Mengukur faktor *oceanography* di perairan tempat penelitian.

6. Mencatat faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang di perairan tempat penelitian.

3.1.3 Alat dan bahan penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, alat dan bahan yang digunakan meliputi :

1. *Scuba*, dipergunakan sebagai alat bantu pernafasan di bawah air ketika melakukan pengamatan (lihat gambar 5).
2. Kamera bawah air, digunakan dalam mendokumentasikan terumbu karang di setiap lokasi penelitian.
3. Refraktometer, digunakan untuk mengukur salinitas. Satuan yang digunakan adalah promil (‰).
4. Termometer, digunakan untuk mengukur suhu perairan. Satuan yang digunakan adalah °C.
5. *Current meter*, digunakan dalam pengukuran arus.
6. *Secchi disk*, digunakan untuk mengukur tingkat kecerahan perairan.
7. *pH paper*, digunakan untuk mengukur tingkat keasaman suatu perairan.
8. *Roll meter*, digunakan sebagai transek dengan panjang 100 m.
9. Perahu, sebagai alat transportasi ke tempat identifikasi karang.
10. Gambar terumbu karang dan ikan yang telah dilaminating, digunakan sebagai alat bantu identifikasi bawah air pada saat pengamatan.
11. *Underwater slate* (sabak) dan pensil, sebagai alat pencatat (identifikasi) karang dan ikan di bawah air.
12. Botol DO, pipet, static.

Gambar 5. Peralatan SCUBA & alat identifikasi karang (Dok. Skripsi, 2007).



3.2 Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif, yaitu mengangkat fakta, keadaan, *variable*, dan fenomena-fenomena yang terjadi saat sekarang (ketika penelitian berlangsung) dan menyajikannya apa adanya. Lebih lanjut penelitian menggunakan metode deskriptif menuturkan dan menafsirkan data yang berkenaan dengan situasi yang terjadi dan dialami sekarang, sikap dan pandangan yang menggejala saat sekarang, hubungan antar *variable*, pertentangan dua kondisi atau lebih, pengaruh terhadap suatu kondisi, perbedaan antar fakta, dan lain-lain. Sedangkan jenis penelitian deskriptif yang digunakan adalah studi survei. Studi survei adalah studi yang digunakan untuk mengukur gejala-gejala yang ada tanpa menyelidiki kenapa gejala-gejala tersebut ada. Survei mempunyai dua lingkup yaitu sensus dan survei sampel. Sensus adalah survei yang meliputi seluruh populasi yang diinginkan, sedangkan sampel dilakukan hanya pada sebagian kecil dari suatu populasi (Subana dan Sudrajat, 2005).

Teknik pengambilan data meliputi data primer dan data sekunder. Materi pengamatan penelitian meliputi jenis-jenis karang yang berada dalam transek garis dan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang diantaranya kecepatan arus,

tingkat keasaman perairan/pH, oksigen terlarut/DO, tingkat kecerahan dan suhu perairan (faktor *oceanography*). Pengamatan dilakukan dengan mengidentifikasi karang yang berada dalam transek garis, kemudian dihitung presentase dan luas tutupan karangnya menggunakan formula English, Wilkinson and Baker, (1994).

Berikut teknik pengambilan data kualitas perairan yang dilakukan dalam penelitian ini, diantaranya :

- **Suhu**

Dalam penelitian ini pengambilan data sampel suhu menggunakan termometer Hg yang dimasukkan kedalam perairan dimana transek LIT dibentangkan (kedalaman ≤ 5 m dan ≥ 10 m) selama ± 5 menit kemudian dicatat secepatnya pada slide penyelam. Suhu dapat dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan.

- **Salinity**

Pengambilan sample salinitas dalam penelitian ini menggunakan alat refraktometer dan pipet. Teknik pengukurannya yaitu membran refraktometer lebih dahulu dibersihkan dengan aquadest kemudian dikeringkan dengan tisu, sample air laut (dari kedalaman ≤ 5 m dan ≥ 10 m) diambil dengan pipet dan diteteskan 1-2 tetes pada membran refraktometer kemudian ditutup dengan penutup membran. Refraktometer diarahkan pada sumber cahaya dan nilai salinitas terbaca pada lensa refraktometer, yaitu skala pada batas bagian yang berwarna kebiruan disebelah kanan garis skala yang bersatuan ppt (sebelah kiri menunjukkan nilai berat jenis air). Pengambilan dilakukan ditiap stasiun. Salinitas perairan dapat dipengaruhi oleh suhu perairan.

- **Cahaya/Kecerahan**

Pengambilan data kecerahan perairan dilakukan di tiap stasiun dengan menggunakan *secchi disc* yang dimasukkan dari atas perahu kedalam perairan hingga batas tampak dan tidak tampak (sesaat sebelum tidak tampak) dicatat kedalamannya (d_1), *secchi disc* diturunkan lebih dalam hingga benar-benar tidak tampak dan ditarik keatas hingga pertama kali tampak dicatat kedalamannya (d_2) kemudian dicari nilai rata-ratanya (sebagai nilai kecerahan). Yang mempengaruhi kecerahan perairan dapat dari bahan organik terlarut, plankton dan intensitas cahaya.

- **Kecepatan arus**

Pengukuran kecepatan arus menggunakan teknik konvensional yaitu botol plastik dan bola/pelampung dihubungkan dengan tali nilon sepanjang ± 30 cm dan pada bola plastik diikat tali nilon sepanjang ± 15 m. Botol plastik kosong diisi air lokal sebagai pemberat. Selanjutnya bola dan botol dihanyutkan. Waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak 15 m dicatat (waktu tempuh diukur dengan *stopwatch*). Kecepatan arus dihitung (panjang tali yang terpakai : waktu tempuh) dan dicatat dalam satuan meter/detik. Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan arus diantaranya rotasi bumi, densitas (kerapatan), suhu dan angin.

- **pH**

Pengambilan sample pH perairan dapat dilakukan dengan menggunakan pH meter atau pH pen atau pH paper. Dalam penelitian ini menggunakan pH paper. Teknik yang digunakan yaitu pH paper dimasukkan kedalam perairan selama ± 1 menit, warna pada pH paper dicocokkan dengan warna yang ada pada kotak pH paper. Derajat keasaman ini dapat dipengaruhi oleh suhu perairan dan air hujan.

• **Oksigen terlarut**

Dalam pengukuran oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) alat yang digunakan yaitu *oxymeter* (DO meter) atau dengan metode titrasi. Dalam metode titrasi alat yang dibutuhkan yaitu water sampler, botol DO (*winkler*), pipet volume, pipet tetes. Bahannya meliputi air sample, $MnSO_4$, $NaOH+KI$, H_2SO_4 , Amylum, $Na_2S_2O_3$ 0,025 N. Cara pengukurannya yaitu air sample diambil dari perairan dengan water sampler (pada kedalaman ≤ 10 m dan ≥ 10 m atau tempat transek diletakkan) botol DO. Air sample dalam botol *winkler* ditambahkan 2 ml $NaOH+KI$ kemudian ditambahkan 2 ml $MnSO_4$, tutup rapat dan dikocok, didiamkan beberapa menit sampai terjadi endapan. Selanjutnya bagian bening dibuang, ditambahkan H_2SO_4 pada bagian mengendap kemudian dikocok. Ditambahkan amyllum 2-4 tetes kemudian dikocok. Dititrasi dengan hingga tidak berwarna/jernih. Dicatat volume titrasi.

Dilakukan perhitungan dengan rumus :

$$DO = \frac{a * N * 1000 * 8}{V - 4}$$

Keterangan : DO = Dissolved Oksigen (Oksigen terlarut)

a = volume titran natriumtiosulfat (ml)

N = Normalitas titran (Natriumtiosulfat)

V = Volume air yang diambil (volume botol DO) (Anonymous, 2004).

• **Line intercept transect (LIT)**

Merupakan metode yang digunakan untuk menaksir komunitas *benthic* terumbu karang (English *et al.*, 1994). *Line Intercept transect* digunakan untuk memperoleh informasi yang lebih tepat tentang tutupan dari terumbu karang dan indek kematian untuk suatu area dan jenis karang secara detil (Oliver *et al.*, 2004). Spesifikasi yang

diharapkan dicatat adalah berupa bentuk *morphology* karang (*life form*). Transek yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai panjang 100 m dengan 4 (empat) segmen didalamnya yang masing-masing mempunyai panjang 20 m dan jeda antar segmen sebesar 5 m sehingga tiap transek didapat 4 kali pengulangan data kategori karang.

Pengambilan data dilakukan dengan meletakkan transek garis, dimulai dari kedalaman dimana masih ditemukan terumbu karang batu (± 25 m) sampai di daerah pantai (surut terendah) mengikuti pola kedalaman garis kontur. Pengamatan terbagi ke dalam tiga lokasi yaitu lokasi G yang berada di pintu masuk menuju Pulau Gosong Gili Noko, lokasi N Pulau Gosong Noko dan lokasi C Pulau China. Pada tiap lokasi diletakkan dua transek pada dua kedalaman yang berbeda yaitu ≤ 5 m, dan ≥ 10 m dengan panjang masing-masing transek 100 m yang mana penempatannya sejajar dengan garis pantai pulau tersebut (**Gambar 6**).



Gambar 6. Transek garis.

Pengukuran dilakukan dengan tingkat ketelitian mendekati *centimeter*. Dalam penelitian ini, satu koloni dianggap satu individu. Jika satu koloni dari jenis yang sama dipisahkan oleh satu atau beberapa bagian yang mati maka tiap bagian yang hidup dianggap sebagai satu individu tersendiri. Jika dua koloni atau lebih tumbuh di atas koloni yang lain, maka masing-masing koloni tetap dihitung sebagai koloni yang

terpisah. Panjang tumpang tindih koloni dicatat yang nantinya akan digunakan untuk menganalisa kelimpahan jenis. Kondisi dasar dan kehadiran karang lunak, karang mati lepas atau masif dan biota lain yang ditemukan di lokasi juga dicatat. Sebagai data penunjang diukur juga faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang yaitu suhu, salinitas dan kecerahan perairan.

Penelitian dimulai pada tanggal 24, 25 dan 28 November 2007, yang dimulai dengan kegiatan survei. Penelitian pada masing-masing ekosistem karang dilakukan sebanyak 4 kali pengulangan dengan titik-titik transek yang berbeda (pengidentifikasian karang dalam transek). Pada ekosistem karang Pulau Gili Noko, penelitian dilakukan tanggal 24 November 2007, pukul 09.00–15.00 WIB; dilanjutkan pengidentifikasian di Pulau China, dan Pulau Noko dilaksanakan berturut-turut pada tanggal 25 November 2007, 27 November 2007, pukul 09.00–16.00 WIB. Karena adanya badai pada tanggal 25 November 2007 yang mengakibatkan gelombang lebih tinggi dari biasanya. Terumbu karang di Pulau Nusa tidak dapat dilakukan pengambilan data pukul 09.00–11.00 WIB, dan pengambilan data dialihkan ke Pulau China.

3.3 Sumber data

Yang dimaksud sumber data dalam penelitian adalah subyek dari mana data dapat diperoleh (Arikunto, 2002). Pengumpulan data penelitian ini menggunakan 2 sumber data yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1 Jenis data

Data primer yaitu data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya (Hasan, 2002). Sumber data primer yang akan diperoleh antara lain:

1. Data dari pengukuran metode transek garis (karang dalam transek, persentase tutupan terumbu karang hidup, karang mati).
2. Kondisi oseanografi meliputi cahaya (kecerahan), suhu, oksigen terlarut (DO), kedalaman, salinitas, substrat dan pergerakan massa air.

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada (Hasan, 2002). Data sekunder dikumpulkan melalui studi pustaka dan laporan-laporan yang diperoleh dari instansi-instansi terkait. Data-data tersebut meliputi :

1. Peta Kepulauan Bawean dan lokasi penelitian.
2. Keadaan lokasi penelitian.
3. Pustaka-pustaka terkait.

3.3.2 Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data meliputi beberapa kegiatan:

1. Kegiatan observasi. Metode ini meliputi pengamatan (observasi) terhadap perairan tempat transek garis diturunkan (3 daerah penyelaman) dan 2 kedalaman berbeda (≤ 5 m, dan ≥ 10 m) pada tiap lokasi transek pengamatan.

Proses pengambilan data tersaji pada Lampiran 10.

Alat yang digunakan dalam pengambilan data adalah alat bantu perahu sebagai alat transportasi, pelampung penyelaman pemberi tanda kegiatan bawah air, tali, pelampung, alat SCUBA lengkap, compressor untuk mengisi udara tabung selam, foto bawah air, sabak, pensil, data sheet, penghapus, GPS (*Geographical*

Positioning System), roll-meter (100 m) sebagai transek garis dan penggaris 10/30 cm dan buku identifikasi karang.

2. Kegiatan wawancara. Kegiatan ini dilaksanakan untuk menggali informasi sebanyak-banyaknya tentang lokasi terumbu karang, jenis-jenis terumbu karang, terutama karang yang hidup dalam area transek garis.

3.3.3 Analisa data

Analisa data meliputi:

1. Persentase tutupan terumbu karang hidup

Dalam menghitung presentase tutupan terumbu karang hidup, menggunakan perhitungan sebagai berikut (English, Wilkinson and Baker, 1994):

$$\text{percent cover} = \frac{\text{total panjang tiap transect kategori lifeform}}{\text{panjang transect}}$$

2. Kelimpahan karang

Kelimpahan karang merupakan gambaran banyaknya genus karang yang ditemukan pada setiap stasiun/segmen pengambilan sampel.

Untuk mengetahui kelimpahan dan kelimpahan relative digunakan formula menurut petunjuk Krebs (1985) sebagai berikut :

$$\text{kelimpahan} = \frac{\text{jumlah individu suatu genus}}{\text{panjang total segment pengamatan suatu genus ditemukan}}$$

$$\text{kelimpahan relatif(\%)} = \frac{\text{jumlah kelimpahan individu suatu genus}}{\text{total jumlah kelimpahan seluruh genus}} \times 100\%$$

3. Keanekaragaman karang

Untuk menentukan keanekaragaman genus terumbu karang dalam suatu daerah pengamatan dapat ditentukan dengan menghitung nilai keanekaragaman genus

yang mempergunakan metode Shannon Weaner dalam Odum (1992), dengan model analisa sebagai berikut :

$$H' = - \sum_{i=1}^s pi \times \log pi$$

Dimana :

H' = indeks keanekaragaman

s = jumlah spesies individu

pi = proporsi jumlah individu pada spesies ke- i

ni = jumlah individu tiap jenis

N = jumlah keseluruhan individu

Kriteria indeks keanekaragaman adalah jika $H' \leq 1,0$: keanekaragaman rendah;

$1,1 < H' \leq 3,0$: sedang dan $H' > 3,0$: tinggi.

4. Indeks kematian

Indeks kematian karang digunakan untuk mengetahui tingkat kesuburan perairan berdasarkan angka dari indeks kematian yang didapat. Penentuan nilai indeks kematian berdasarkan rumus dari Gomez *et al.*, 1994 :

$$IM = \frac{KM}{KM + KH}$$

Dimana : IM = Indeks Kematian

KM = Persentase Tutupan Karang Mati

KH = Persentase Tutupan Karang Hidup

5. Kemerataan

Perbandingan antara keanekaragaman maksimum dinyatakan sebagai kemerataan populasi (*Equibility=E*). Indeks kemerataan ini berkisar antara 0-1. Untuk

mendapatkan nilai pemerataan digunakan rumus indeks pemerataan menurut petunjuk Ludwig dan Reynold (1988) :

$$E = \frac{H'}{\log S}$$

Dimana : E=indeks pemerataan
S=jumlah genus
H'=indeks keanekaragaman

Dengan kisaran : $0 < E < 0,5$ = komunitas tertekan, pemerataan rendah

$0,5 < E < 0,75$ = komunitas labil, pemerataan sedang

$0,75 < E < 1,00$ = komunitas stabil, pemerataan tinggi

6. Kekayaan

Indeks kekayaan atau disebut juga indeks margalef digunakan untuk mengetahui banyak sedikitnya genus serta konsentrasi koloni dalam suatu komunitas. Kalau suatu komunitas hanya terdiri dari satu jenis, indeks akan sama dengan nol.

Indeks ini dalam Romimohtarto dan Juwana (2001) dinyatakan dalam rumus :

$$d = \frac{S - 1}{\ln N}$$

dimana: d=indeks kekayaan jenis
S=jumlah jenis spesies
N=jumlah total spesies

7. Pola penyebaran

Untuk mengetahui pola penyebaran karang dilakukan perbandingan antara nilai varians (σ^2) dan mean (μ) menurut petunjuk dari Ludwig dan Reynold (1988) :

$$\sigma^2 = \frac{n \sum xi^2 - (n \sum xi)^2}{n^2}$$

dan

$$\mu = \frac{\sum xi^2}{n}$$

dimana : x_i = jumlah koloni genus ke-1

n = total segment dimana genus ditemukan


jika : $\sigma = \mu$, pola sebaran acak


$\sigma > \mu$, pola sebaran berkelompok

$\sigma < \mu$, pola sebaran seragam/merata

8. Penentuan status terumbu karang ditentukan berdasarkan kategori dari LIPI:

 Kategori tutupan terumbu karang sangat baik = 75-100 %

 Kategori tutupan terumbu karang baik = 50-74 %

 Kategori tutupan terumbu karang sedang = 25-49 %

 Kategori tutupan terumbu karang rusak = 0-24 % (Anonymous, 2001).

9. Analisa persentase tutupan terumbu karang dan keanekaragaman karang pada kedalaman yang berbeda di tiap pulau gosong karang menggunakan uji *one-way* anova dengan bantuan software SPSS 15.0 *for windows*. *One-way* anova atau anova satu jalur digunakan untuk mempelajari atau mengetahui ada tidaknya perbedaan antara beberapa *variable* bebas dengan satu *variable* terikat. (Oktariana, 2006).

Untuk urutan analisa tutupan terumbu karang dan keanekaragaman karang pada kedalaman berbeda dengan uji *one-way* anova adalah :

- a. Mendeskripsikan data statistik per transek/segmen persentase tutupan terumbu karang dan keanekaragaman genus karang pada dua kedalaman berbeda di tiga pulau gosong karang, meliputi rata-rata, standart deviasi, standart error, dan selang kepercayaan nilai rata-rata jenis karang.
- b. Uji homogenitas.
- c. Uji *one-way* anova.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan umum daerah penelitian

4.1.1 Kondisi daerah Kepulauan Bawean (geografis, topografi, klimatologi)

Berdasarkan data dari BPS Gresik, secara geografis Pulau Bawean terletak pada posisi koordinat $06^{\circ}20'59,28''$ LS- $06^{\circ}30'14,76''$ LS dan $112^{\circ}44'53,88''$ BT- $112^{\circ}55'19,2''$ BT. Dengan ketinggian tanah dari permukaan laut sekitar 2 meter, mempunyai luas wilayah sekitar $\pm 197,62$ Km² (Kecamatan Sangkapura 118,92 km² dan Kecamatan Tambak 78,7 km² dalam angka BPS Gresik). Kepulauan Bawean terletak di sebelah utara Pulau Jawa, berada di tengah-tengah antara Pulau Jawa dan Pulau Kalimantan. Merupakan bagian dari Kabupaten Gresik, terbagi menjadi dua kecamatan yaitu Kecamatan Sangkapura dan Kecamatan Tambak. Kepulauan Bawean sebelah barat, timur, utara dan selatan berbatasan dengan Laut Jawa. Pulau Bawean mempunyai banyak gunung dan memiliki hutan. Terdapat hewan endemik yaitu rusa bawean (*Axis kuhlii*), terdapat kawasan Suaka Marga Satwa yakni Hutan Gunung Mas, Hutan Alas Timur, Hutan Gunung Besar, Hutan Gunung Teneden sebagai perlindungan habitat rusa bawean berdasarkan KepMen Pertanian No. 762/Kpts/Um/12/1979 tanggal 5 Desember 1979 (Anonymous, 2005).

Kondisi topografi Pulau Bawean sebagai pulau terbesar dalam Kepulauan Bawean adalah berbukit-bukit dengan tanah yang subur serta memiliki pantai yang jernih dan indah. Sehingga memungkinkan untuk mengembangkan keindahan pantai dan laut yang dimiliki menjadi suatu kawasan wisata bahari dengan nilai jual yang tinggi, mengingat keberadaannya ditengah-tengah lokasi eksplorasi dan eksploitasi minyak bumi dan gas lepas pantai yaitu Blok Pangkah (Asamera Oil) dan Blok Karapati (PT. Pan Wirabuana

Karapan Pasific Oil). Pulau Bawean dengan pantai dan pulau kecil yang indah dapat dikembangkan menjadi wisata bahari seperti *surviying*, *diving*, *snorkeling*, *fishing* dll. Dalam kemasan perencanaan wisata wilayah Pulau Bawean dapat dipadukan dengan keberadaan wisata budaya serta wisata ilmu pengetahuan (wisata dengan minat khusus).

Secara geologis, Litologi (jenis batuan) yang terdapat di wilayah Pulau Bawean didominasi oleh batuan gunung api dari formasi Balibak, batu-batu tersebut melewati batu gamping, serta di beberapa lokasi dijumpai endapan sedimen dari batu gamping formasi Gelam serta batu pasir formasi Kepongan. Dengan adanya pertemuan antara batuan gunung api dengan suhu tinggi sehingga terjadi proses metamorfisme termal yang menghasilkan batu marmer dan onix yang banyak dijumpai di desa Lebak, Kumalasa. Struktur geologi, Pulau Bawean secara intensif terkena gaya kompresi berarah utama Utara-Selatan, yang menyebabkan wilayah daratan Pulau Bawean dan pulau-pulau sekitar banyak tersesarkan baik sesar turun maupun sesar mendatar. Dari informasi peta Geologi Lembar 100.000 Kep. Bawean dan Kep. Masalembo yang diterbitkan P3G Bandung, maka di wilayah Pulau Bawean dapat dijumpai sisa-sisa crater (kawah gunung api) di seputar lokasi Gunung Salak, serta keterdapatannya seepage dari gas/minyak bumi serta beberapa sumber air panas. Jenis tanah di Pulau Bawean di daerah pantai dan muara sungai termasuk jenis alluvial sebagian besar berupa lumpur dan pasir yang merupakan hasil dari proses sedimentasi daratan, sedangkan pada tempat-tempat tertentu terjadi sedimentasi asal laut yang menghasilkan hamparan pasir putih, pada elevasi 10-30m yang dimanfaatkan sebagai lahan persawahan, pemukiman dan hutan merupakan tanah liat berwarna coklat, hasil dari proses pelapukan batuan beku (Anonymous, 2005).

Secara morfologi, topografi Pulau Bawean terbentuk dari batuan vulkanik yang telah mengalami proses erosi yang intensif sehingga membentuk kenampakan sebagai perbukitan–pegunungan rendah dengan ketinggian berkisar antara 100–640 mdpl yang tersebar dibagian tengah wilayah Pulau Bawean. Sedangkan dibagian pinggir didominasi oleh dataran rendah bergelombang dengan interval ketinggian berkisar 1-100 m (Anonymous, 2005).

Kepulauan Bawean beriklim tropis dengan curah hujan 2129,8 mm. banyaknya hari hujan tahun 2004 sebesar 152 hari hujan, rata-rata hujan per hari 14,0 mm. hari hujan terbanyak pada bulan januari dengan 25 hari hujan, sedangkan bulan agustus tidak terjadi hujan. Pada bulan November–Maret terjadi hujan lebat dan angin. Biasanya disebut musim barat, bulan berikutnya April–Oktober disebut musim timur (Anonymous, 2005).

4.1.2 Kondisi demografi

Penduduk Kecamatan Tambak tahun 2003 sebesar 24.294 jiwa terdiri dari 11.444 laki-laki dan 12.850 perempuan, kepadatan penduduknya 309 jiwa/Km². Jumlah penduduk Kecamatan Sangkapura tahun 2003 adalah 46.247 jiwa terdiri dari 22.230 jiwa laki-laki, 24.017 jiwa perempuan, kepadatan penduduk Kecamatan Sangkapura 390 jiwa/Km². Jumlah penduduk Kecamatan Tambak bulan Juni 2005 adalah sebesar 23.213 jiwa terdiri dari 11.023 laki-laki dan 12.190 perempuan, kepadatan penduduknya 295 jiwa/Km² dengan luas wilayah 78,7 Km². Jumlah penduduk Kecamatan Sangkapura tahun 2005 adalah 46.762 jiwa terdiri dari 22.522 jiwa laki-laki, 24.240 jiwa perempuan, kepadatan penduduk Kecamatan Sangkapura 393 jiwa/Km² dengan luas wilayah 118,92 Km² (Anonymous, 2005).

Jumlah penduduk Kecamatan Tambak dari tahun 2003–2005, mengalami penurunan 1.081 jiwa, kondisi seperti ini sangat dimungkinkan karena mobilisasi TKI sangat cepat. Anak remaja kebanyakan lebih suka bekerja menjadi TKI ke Malaysia atau Singapura karena mendapat penghasilan yang lebih besar dari pada ke Jawa.

4.1.3 Kondisi umum perairan Kepulauan Bawean

Perairan Kepulauan merupakan perairan dengan dasar pantai pasir berbatu dengan iklim tropis berkisar antara 28-30 °C. Pantainya merupakan jenis pantai berbatu. Bagian pinggir pantai terdiri dari batuan-batuan karang. Pantai ini memiliki kelandaian dengan kemiringan sekitar 15° dari permukaan perairan. Kondisi pesisir dan perairan Pulau Bawean di beberapa tempat merupakan laut dalam, sedangkan di sekitar pulau-pulau kecil merupakan laut dangkal.

Lokasi Pulau Noko merupakan tempat yang sangat indah untuk snorkeling dan diving. Hidroceanography pantai sekitar pelabuhan dasar laut lumur berpasir, arus maksimal 1,3 m/detik; tinggi gelombang 0,5 m s/d 2,0 m; kecepatan angin maksimum 2,5 m/detik arah angin barat dan timur; kedalaman laut pasang tertinggi 10 m Lws pasang terendah 6,5 Lws (Kantor Pelabuhan Bawean, 2005).

Penelitian meliputi dua kedalaman ekosistem karang yang berbeda, yaitu kedalaman ≤ 5 m dan ≥ 10 m di tiga ekosistem karang “A” (daerah karang tepi dengan kondisi bertebing/Pulau China), ekosistem karang “B” (daerah terumbu karang penghalang /Pulau Noko) dan ekosistem karang “C” (daerah karang penghalang/Pulau Gili Noko), dimana masing-masing ekosistem diambil data transek pada kedalaman ≤ 5 m dan ≥ 10 m. Suhu perairan berkisar 29 °C-31 °C. Diambil juga data kualitas perairan tiap stasiun/*dive site*. Iklim dan cuaca kepulauan dipengaruhi oleh arah angin yang

bertiup silih berganti dari dua arah yang berlawanan, yakni angin barat sampai barat laut dengan kecepatan rata-rata 6,8 knot (*west monsoon*) pada bulan Nopember–Maret dan angin timur sampai tenggara dengan kecepatan rata-rata 8,8 knot (*east monsoon*) pada bulan April–Oktober.

4.1.4 Potensi perikanan laut

Perikanan di Pulau Bawean sangat tergantung pada faktor alam, karena perlu diketahui di daerah tersebut dalam skala perikanan tradisional, belum mengenal teknologi kapal dan mesin yang canggih. Armada penangkapan yang berada di Pulau Bawean tidak begitu besar. Hampir semua kepala keluarga daerah pesisir yang berprofesi sebagai nelayan memiliki perahu dengan alat tangkap gill net, purse seine, payang, dan pancing. Jenis ikan yang ditangkap umumnya ikan tongkol, teri, layang, lemuru, layur, kembung, ekor kuning, kerapu, tenggiri, dll. Perahu bermotor besar dengan perlengkapan modern banyak beroperasi di sekitar Kepulauan Bawean. Pada umumnya berasal dari Gresik, Lamongan, Tuban, Pekalongan. Musim paceklik/laib terjadi pada bulan Desember-Maret (musim barat dengan ombak dan angin yang besar). Pada musim ini, nelayan tidak berani melaut karena cuaca yang sangat buruk. Armada penangkapan ikan di Pulau Bawean dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Armada penangkapan ikan di perairan Bawean (Dok. Skripsi, 2007)

4.2 Keadaan topografi dan letak geografis lokasi pengambilan data

Tempat pengambilan data dilakukan di beberapa tempat yang berupa pulau-pulau kecil (gosong karang) yang terletak di sekitar Pulau Bawean. Pulau yang diambil data tutupan dan keanekaragamannya adalah Pulau Noko, Pulau Giki Noko, dan Pulau China. Dari rencana semula akan diambil empat Pulau Gosong karang satu pulau tidak dapat dilakukan pengambilan data yaitu pulau Nusa dikarenakan cuaca dan kondisi perairan yang tidak memungkinkan yaitu terjadi badai lokal, perubahan tinggi gelombang dan arus yang besar (Minggu, 25 November 2007. Pukul 08.30 WIB). Pulau Gili Noko merupakan pulau gosong karang, posisi Pulau Gili Noko di Titik transek LU dan BT $S=05^{\circ}48'57,4''$ $E=112^{\circ}47'08,8''$, Pulau China berada pada posisi geografis : L/A : $S=05^{\circ}48'58,2''$ $E=112^{\circ}47'06,2''$, Pulau Noko berada pada posisi geografis : L/A : $S=05^{\circ}49'25,0''$ $E=112^{\circ}35'56,9''$.

4.3 Status tutupan dan keanekaragaman terumbu karang di 2 (dua) kedalaman yang berbeda pada 3 (tiga) pulau gosong karang Kepulauan Bawean

Pengamatan kondisi penutupan terumbu karang pada ekosistem terumbu karang di perairan Kepulauan Bawean dilakukan di dua kedalaman yang berbeda pada tiga lokasi ekosistem perairan karang. Kedalaman ± 5 m dan ± 10 m. Ke-3 ekosistem tersebut adalah ekosistem karang "G" (Pulau Gili Noko), ekosistem karang "C" (Pulau China), dan ekosistem karang "N" (Pulau Noko). Tiap kedalaman dibentangkan transek 100 m sejajar kontur pulau gosong karang dengan maksud didapat kedalaman yang sama untuk tiap segmen ulangan dalam transek. Data *line intercept transect* yang didapat akan digunakan untuk mengetahui tutupan terumbu karang (karang hidup dan karang mati), keanekaragaman, selain itu dari data transek garis dapat dihitung juga kelimpahan per

genus, pola penyebaran, kekayaan dan pemerataan di pulau gosong karang yang merupakan ekosistem besar terumbu membentuk sebuah gugus pulau baru karang.

4.3.1 Hasil penelitian masing-masing lokasi

4.3.1-1 Lokasi ekosistem karang G (Pulau Gili Noko)

Pulau gosong karang Gili Noko terletak di sebelah timur Pulau Bawean. Mempunyai substrat dasar perairan pasir berbatu. Pada saat survei dan pengambilan data transek, karang terumbu di perairan dangkal akan tampak (kedalaman 0-1 m) saat kondisi perairan surut (sekitar pukul 12.00-13.00 WIB). Ekosistem karang Gili Noko diambil data dua kedalaman yaitu ≤ 5 m dan ≥ 10 m dengan panjang transek 100 m, pengulangan segmen sebanyak 4 kali di tiap transek/kedalaman masing-masing panjang segmen 20 m dengan panjang jeda tiap segmen 5 m sehingga didapat 80 m daerah segmen.

a. Kedalaman ≤ 5 m

Hasil yang diperoleh dari lokasi ini 6 genus karang batu yaitu genus Montipora, genus Acropora, genus Porites, genus Merulina, genus Psammocora dan genus Millepora. Pada transek kedalaman ≤ 5 m, karang keras (HC) yang dominan adalah kategori ACB (Acropora branching) dengan genus dominan Acropora memiliki rata-rata persen tutupan 75,875 % (karang keras dominan di segmen 3 sebesar 91,85 %). Jenis-jenis karang batu yang ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 4. Perolehan jumlah genus sebanyak 6 jenis di Pulau Gili Noko relatif banyak. Hal ini menunjukkan lokasi Pulau Gili Noko merupakan lokasi terumbu yang cocok untuk hidup karang batu. Dari

jenis-jenis yang ditemukan, merupakan jenis-jenis yang umum terdapat di terumbu karang perairan utara jawa seperti di Kepulauan Karimunjawa.

Persentase tertinggi dari data komponen karang hidup di ekosistem perairan ini adalah Acropora bercabang (ACB) dengan rata-rata persen tutupannya sebesar 45,975 % (dominan di segmen 3, karang keras hidup sebesar 91,85 %), dalam transek di kedalaman ini tidak ditemukan karang lunak (SC), seperti diketahui bahwa semakin besar tutupan karang lunak/*soft coral* akan mempersulit planula karang batu untuk mendapatkan tempat hidup. Keberadaan zoanths (ZO) memiliki persen tutupan sebesar 9,45 % (segmen 4), persen tutupan pasir (S) 6,175 %, persen tutupan air (WA) 8,6 %, rata-rata persen tutupan abiotik 9,85 % dan rata-rata persen tutupan biotik sebesar 18,293 % lebih besar dari pada persen tutupan abiotik yang menandakan perairan pulau gosong karang ini memiliki tingkat kesuburan perairan karang yang tinggi.

Hasil pengamatan (Tabel 1), terlihat bahwa tutupan karang batu lebih besar dari karang mati, yang menunjukkan bahwa daerah ini kondisi perairannya masih mendukung kehidupan karang batu. Karang batu dibagi dalam dua kategori yaitu Acropora dan non-Acropora, dimana di Pulau Gili Noko Acropora sangat menonjol dan didominasi oleh jenis genus Acropora.

Tabel 1. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Gili Noko.

Stasiun	Pulau Gili Noko (≤5 m)
Titik transek LU dan BT	05 ⁰ 48'57,4" dan 112 ⁰ 47'08,8"
Jumlah koloni karang batu (per transek)	30 koloni
Tutupan karang batu (%)	89,1
- Acropora	75,875
- Non-Acropora	17,533
Tutupan karang mati (%)	0
Tutupan biotik (%)	18,293

Tutupan abiotik (%)	9,85
Indeks keanekaragaman (H')	0,228
Indeks kematian (IM)	0
Indeks pemerataan (E)	0,287
Indeks kekayaan genus (d)	1,471
Genus dominan	Acropora

Mengetahui persentase tutupan karang mati dapat menunjukkan bagaimana kondisi kesehatan terumbu karang, melalui suatu nilai dari indeks kematian (Gomez *et al.*, 1994). Melihat IM yang diperoleh nol atau tidak ditemukan karang mati menunjukkan kondisi karang batu sangat ditunjang oleh lingkungan atau dengan kata lain memiliki daerah terumbu karang yang sehat. Walaupun demikian dari hasil pengamatan di lapangan, terlihat beberapa karang batu yang telah terkena *bleaching* (pemutihan karang batu).

Menurut Odum (1993) bahwa, nilai keanekaragaman jenis kurang dari 1,0 maka keanekaragaman tergolong kecil karena adanya tekanan ekologi yang sangat kuat, apabila nilai keanekaragaman jenis antara 1,1 – 3,0 maka keanekaragaman jenis sedang karena adanya tekanan ekologi yang sedang, dan apabila keanekaragaman jenis lebih dari 3,0 tergolong tinggi sehingga terjadi keseimbangan ekosistem. Nilai indeks keanekaragaman dari karang batu di lokasi ini sebesar 0,228, menunjukkan keanekaragaman genus karang batu di lokasi penelitian ini kategori **kecil** karena adanya tekanan ekologi yang sangat kuat.

Dilihat dari bentuk pertumbuhan, jenis *branching* dan *encrusting* mendominasi karang batu di lokasi ini, yang mengindikasikan relatif cukup besar tekanan fisik perairan seperti arus dan gelombang di daerah ini terbukti dari dominasi karang batu jenis *branching* seperti genus *Acropora*. Tabel 2 menunjukkan tutupan penutupan *benthic coral* di daerah ini.

Tabel 2. Hasil perhitungan persentase tutupan benthic coral di lokasi ini.

Penutupan <i>benthic coral</i>	Persentase (%)
Tutupan <i>Millepora</i> (CME)	2
Tutupan <i>zoanthid</i> (ZO)	9,45

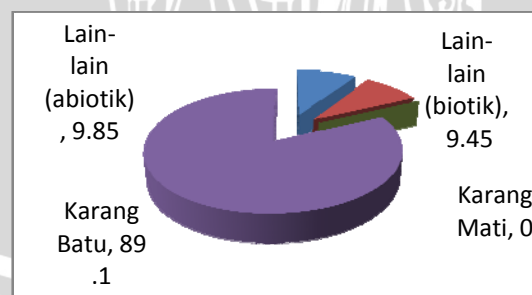
Untuk mengetahui keseimbangan komunitas koloni karang batu (HC) digunakan indeks kemerataan/*equitability* (E) dan indeks ini juga digunakan untuk mengetahui kemerataan genus karang batu pada tiap daerah pengamatan/segmen. Nilai indeks kemerataan genus yang diperoleh di 4 segmen kedalaman 5 meter Pulau Gili Noko berkisar antara 0,185-0,342. Sedangkan indeks kemerataan 6 genus karang yang di temukan sebesar 0.287. Berdasarkan nilai indeks kemerataan disimpulkan bahwa komunitas koloni karang di perairan Pulau Gili Noko merupakan komunitas koloni karang yang **tertekan** dengan kemerataan genus karang yang **rendah**. Indeks kekayaan merupakan ukuran jumlah koloni serta konsentrasi genus dalam suatu komunitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai indeks kekayaan genus Pulau Gili Noko di kedalaman 5 m sebesar 1,471.

Pola sebaran genus karang dalam suatu populasi menurut Odum (1993) dapat tersebar dalam 3 kelompok dasar yaitu acak, seragam, dan berkelompok. Penyebaran kelompok merupakan pola yang paling umum, sementara penyebaran secara acak relative jarang terjadi dan di alam hal ini terjadi pada lingkungan yang seragam. Sedangkan untuk pola yang seragam dapat terjadi jika kompetisi antar genus sangat besar dimana terdapat perbedaan yang mendorong pembagian ruang yang sama untuk tiap koloni genus karang.

Hasil analisis data untuk menghitung pola penyebaran genus karang dalam bentuk nilai varians (σ^2) dan mean (μ) dapat dilihat pada Lampiran 4. Nilai perbandingan

antara varians (σ^2) dan mean (μ) menunjukkan bahwa pola penyebaran genus karang di kedalaman ≤ 5 m adalah **berkelompok**, karena diperoleh nilai varians (σ^2) lebih besar dari nilai mean (μ). Pola sebaran secara berkelompok ini terjadi karena kompetisi antara koloni genus karang sangat keras dimana terdapat perbedaan yang positif yang mendorong pembagian tempat yang sama. Pola penyebaran yang terdapat pada lokasi penelitian ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan tersebut, termasuk pengaruh substrat dasar perairan. Menurut Krebs (1978), substrat mempengaruhi penyebaran organisme dasar karena substrat merupakan habitat dasar dari organisme dimana dalam substrat mempunyai ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh masing-masing genus karang.

Pengkategorian terumbu karang menurut LIPI yang memiliki tutupan karang batu 0–24,9 % dalam kondisi *rusak*, 25–49,9 % dalam kondisi *cukup*, 50–74,9 % dalam kondisi *baik*, dan 75–100 % dalam kondisi *sangat baik/sempurna*. Melihat persentase tutupan karang batu yang diperoleh, stasiun Pulau Gili Noko kedalaman ≤ 5 m kondisi karang batunya dikategorikan **sangat baik**. Nilai sebaran persentase dalam bentuk grafik tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Gili Noko.

Dari gambar 8 terlihat bahwa perbandingan persentase tutupan komponen biotik dan abiotik menunjukkan masih tingginya tutupan komponen biotik (di atas 50 %)

dimana dari hasil ini menunjukkan bahwa secara umum kondisi ekosistem terumbu karang dapat dikategorikan dalam keadaan baik. Selain itu, banyak ditemukan koloni-koloni karang batu yang berukuran kecil maka dapat diartikan bahwa sedang terjadi perbaikan kondisi terumbu karang di lokasi/daerah penelitian ini.

Organisme yang lain yang menutupi terumbu karang adalah kelompok alga. Dari hasil penelitian diperoleh tutupan turf algae (TA) sebesar 2,45 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa substrat di lokasi ini menunjang kehidupan alga. Besarnya tutupan ini juga akan sangat mempengaruhi kehidupan karang batu dalam hal persaingan untuk menempati habitat. Karena kecepatan tumbuh dari alga lebih besar dari karang batu, sehingga komunitas alga akan lebih cepat mendapat tempat.

b. Kedalaman ≥ 10 m

Hasil yang diperoleh dari lokasi ini lebih banyak dari kedalaman ≤ 5 m yaitu 7 genus karang batu meliputi genus *Fungia*, genus *Montipora*, genus *Acropora*, genus *Porites*, genus *Merulina*, genus *Seriopora* dan genus *Platygyra*. Untuk kedalaman ≥ 10 m, identifikasi karang keras (HC) berdasarkan kategori *life form* dan kode (English, et. al. 1994) didapatkan kategori yang dominan adalah kategori CF (coral foliose) dengan genus dominan *Montipora* mempunyai rata-rata persen tutupan 12.263 % (dominan di segmen 4 sebesar 15,85 %) ditemukan paling banyak diantara 4 segmen di kedalaman ≥ 10 m. Jenis-jenis karang batu yang ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 5. Perolehan jumlah genus sebanyak 7 genus di Pulau Gili Noko relatif banyak. Hal ini menunjukkan lokasi Pulau Gili Noko merupakan lokasi terumbu yang cocok untuk hidup karang batu. Dari jenis-jenis yang ditemukan, merupakan jenis-jenis yang umum terdapat di terumbu karang perairan utara jawa.

Berdasarkan rumus perhitungan persentase tutupan karang, dari identifikasi genus karang keras diketahui bahwa persentase tertinggi dari data komponen karang hidup di ekosistem perairan ini adalah Acropora bercabang (ACB) dengan rata-rata persen tutupannya sebesar 8,625 % (dominan di segmen 3 sebesar 10 %), dalam transek di kedalaman ini ditemukan karang lunak/*soft coral* (SC) rata-rata persentase tutupannya 5,85 % (dominan segmen 3). Keberadaan persen tutupan pasir (S) 20,213 %, persen tutupan air (WA) 8,5 %, rata-rata persen tutupan abiotik 55,075 % dan rata-rata persen tutupan biotik sebesar 43,2 % lebih kecil dari pada persen tutupan abiotik yang menandakan perairan pulau gosong karang pada kedalaman ini memiliki tingkat kesuburan perairan karang yang rendah.

Hasil pengamatan (Tabel 3), terlihat bahwa tutupan karang batu lebih besar dari karang mati, yang menunjukkan bahwa daerah ini kondisi perairannya masih cukup mendukung kehidupan karang batu meski kesuburan perairan tergolong rendah. Karang batu dibagi dalam dua kategori yaitu Acropora dan non-Acropora, dimana di Pulau Gili Noko non-Acropora sangat menonjol dan didominasi oleh jenis genus Montipora.

Tabel 3. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Gili Noko.

Stasiun	Pulau Gili Noko (≥ 10 m)
Titik transek LU dan BT	05 ⁰ 48'57,4" dan 112 ⁰ 47'08,8"
Jumlah koloni karang batu (per transek)	22 koloni
Tutupan karang batu (%)	51,8
- Acropora	11,65
- Non-Acropora	26,637
Tutupan karang mati (%)	16,425
Tutupan biotik (%)	43,2
Tutupan abiotik (%)	55,075
Indeks keanekaragaman (H')	0,272
Indeks kematian (IM)	0,527
Indeks pemerataan (E)	0,516
Indeks kekayaan genus (d)	1,942
Genus dominan	Montipora

Nilai indeks kematian (IM) yang diperoleh relative kecil (0,527) menunjukkan kondisi karang batu ditunjang oleh lingkungan atau dengan kata lain memiliki daerah terumbu karang yang cukup sehat. Walaupun demikian dari hasil pengamatan di lapangan, masih terlihat beberapa karang batu yang telah terkena pemutihan karang (*bleaching*) dan adanya patahan karang (*rubble*) yang diperkirakan terkena bom atau jangkar.

Melihat indeks keanekaragaman dari karang batu di lokasi ini sebesar 0,272, menunjukkan keanekaragaman genus karang batu di lokasi penelitian ini masuk kategori **kecil**. Meski demikian dapat dikatakan bahwa terumbu karang di lokasi ini dapat dijadikan sebagai habitat oleh banyak jenis karang batu. Walaupun keanekaragamannya kecil, karang batu jenis tertentu seperti genus *Montipora* masih mendominasi lokasi tersebut dan bentuk pertumbuhan *branching*, *massive* dan *encrusting* mendominasi karang batu di lokasi ini, yang mengindikasikan relatif besar tekanan fisik perairan seperti arus dan gelombang di daerah ini. Kemungkinan kembali ke kondisi yang lebih baik untuk ekosistem ini besar dilihat dari hasil pengamatan parameter yang ada di lokasi. Tabel 4 menunjukkan tutupan penutupan *benthic coral* di daerah ini.

Tabel 4. Hasil perhitungan persentase tutupan *benthic coral* di lokasi ini.

Penutupan <i>benthic coral</i>	Persentase (%)
Tutupan Soft Coral (SC)	5,85
Tutupan Sponge (SP)	4,9

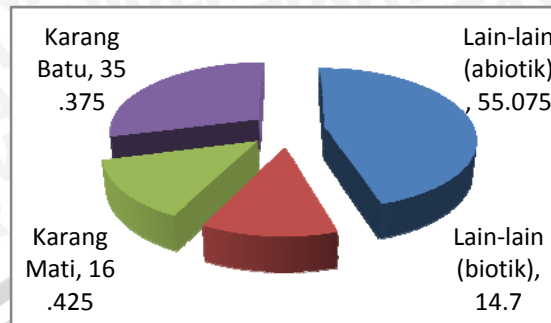
Nilai indeks pemerataan genus yang diperoleh di 4 segmen kedalaman 10 meter Pulau Gili Noko berkisar antara 0,347-0,473. Sedangkan indeks pemerataan 7 genus karang yang di temukan sebesar 0,516. Berdasarkan nilai indeks pemerataan

disimpulkan bahwa komunitas koloni karang di perairan Pulau Gili Noko merupakan komunitas koloni karang yang **labil** dengan pemerataan genus karang yang **sedang**. Indeks kekayaan merupakan ukuran jumlah koloni serta konsentrasi genus dalam suatu komunitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai indeks kekayaan genus Pulau Gili Noko di kedalaman ≥ 10 m sebesar 1,941.

Hasil analisis data untuk menghitung pola penyebaran genus karang dalam bentuk nilai varians (σ^2) dan mean (μ) dapat dilihat pada Lampiran 5. Nilai perbandingan antara varians (σ^2) dan mean (μ) menunjukkan bahwa pola penyebaran genus karang di kedalaman ≥ 10 m adalah **berkelompok**, karena diperoleh nilai varians (σ^2) lebih kecil dari nilai mean (μ). Pola sebaran secara seragam ini terjadi karena kompetisi antara koloni genus karang sangat keras dimana terdapat perbedaan yang positif yang mendorong pembagian tempat yang sama. Pola penyebaran yang terdapat pada lokasi penelitian ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan tersebut, termasuk pengaruh substrat dasar perairan.

Pengkategorian terumbu karang menurut LIPI yang memiliki tutupan karang batu 0–24,9 % dalam kondisi *rusak*, 25–49,9 % dalam kondisi *cukup*, 50–74,9 % dalam kondisi *baik*, dan 75–100 % dalam kondisi *sangat baik/semurna*. Melihat persentase tutupan karang batu yang diperoleh, stasiun Pulau Gili Noko kedalaman ≥ 10 m kondisi karang batunya dikategorikan **cukup**. Nilai sebaran persentase dalam bentuk grafik tersaji pada Gambar 9.

Gambar 9. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Gili Noko.



Dari Gambar 9 terlihat bahwa perbandingan persentase tutupan komponen biotik dan abiotik menunjukkan tingginya tutupan komponen abiotik (di atas 50 %) dimana dari hasil ini kita dapat mengkategorikan kondisi terumbu karang secara umum masih dalam keadaan kurang baik. Walaupun begitu, banyak ditemukan koloni-koloni karang batu yang berukuran kecil maka dapat diartikan bahwa sedang terjadi perbaikan kondisi terumbu karang di lokasi/daerah penelitian ini.

Organisme yang lain yang menutupi terumbu karang adalah kelompok alga (Tabel 5). Dari hasil penelitian diperoleh tutupan turf alga (TA) sebesar 9,8 %. Hal tersebut menunjukkan bahwa substrat di lokasi ini sangat menunjang kehidupan alga. Besarnya tutupan ini juga akan sangat mempengaruhi kehidupan karang batu dalam hal persaingan untuk menempati habitat. Karena kecepatan tumbuh dari alga lebih besar dari karang batu, menjadikan organisme ini lebih cepat memperoleh lokasi yang kosong dibandingkan dengan karang batu.

4.3.1-2 Lokasi ekosistem karang C (Pulau China)

Pulau China terletak di sebelah barat Pulau Bawean. Mempunyai substrat dasar perairan pasir berbatu. Merupakan terumbu karang tepi dengan lebar dari daratan sekitar 7 m dan memiliki kemiringan tepi terumbu sekitar $\pm 65^\circ$. Ekosistem karang Pulau China

diambil data dua kedalaman yaitu ≤ 5 m dan ≥ 10 m dengan panjang transek 100 m, pengulangan segmen sebanyak 4 kali di tiap transek/kedalaman masing-masing panjang segmen 20 m dengan panjang jeda tiap segmen 5 m sehingga didapat 80 m daerah segmen.

a. Kedalaman ≤ 5 m

Hasil yang diperoleh dari lokasi ini 5 genus karang batu yaitu genus Montipora, genus Acropora, genus Porites, genus Platygyra dan genus Millepora. Untuk kedalaman ≤ 5 m, karang keras (HC) yang dominan adalah kategori ACB (Acropora branching) dengan genus dominan Acropora rata-rata persen tutupan 38,388 % (dominan di segmen 4 sebesar 48,95 %) yang terbukti ditemukan paling banyak diantara 4 segmen di kedalaman ≤ 5 m. Jenis-jenis karang batu yang ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 6. Dengan perolehan jumlah genus sebanyak 5 genus di Pulau China ini dapat dikatakan lokasi Pulau China merupakan lokasi terumbu yang cocok untuk hidup karang batu.

Berdasarkan rumus perhitungan persentase tutupan karang, diketahui bahwa persentase tertinggi dari data komponen karang hidup di ekosistem perairan ini adalah kategori Acropora bercabang (ACB) dengan rata-rata persen tutupannya sebesar 17,238 % (dominan di segmen 2 sebesar 18,9 %), dalam transek di kedalaman ini ditemukan karang lunak/*soft coral* (SC) pada segmen 3 sebesar 0,15 %, seperti diketahui bahwa semakin besar tutupan soft coral akan mempersulit planula karang batu untuk mendapatkan tempat hidup. Keberadaan zoanths (ZO) memiliki persen tutupan sebesar 0,1 % (segmen 2), persen tutupan pasir (S) 6,05 % (segmen 3), persen tutupan air (WA) 6,15 % (segmen 4), rata-rata persen tutupan abiotik 43,775 % dan rata-rata persen tutupan biotik sebesar 55,838 % lebih besar dari pada persen tutupan

abiotik yang menandakan perairan pulau gosong karang ini memiliki tingkat kesuburan perairan karang yang tinggi.

Hasil pengamatan (Tabel 5), terlihat bahwa tutupan karang batu lebih besar dari karang mati, yang menunjukkan bahwa daerah ini kondisi perairannya masih mendukung kehidupan karang batu. Karang batu dibagi dalam dua kategori yaitu Acropora dan non-Acropora, dimana di Pulau China Acropora menonjol dan didominasi oleh jenis genus Acropora.

Tabel 5. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau China.

Stasiun	Pulau China (≤5 m)
Titik transek LU dan BT	05 ⁰ 48'58,2" dan 112 ⁰ 47'06,2"
Jumlah koloni karang batu (per transek)	58 koloni
Tutupan karang batu (%)	67,113
- Acropora	38,388
- Non-Acropora	22,025
Tutupan karang mati (%)	10,363
Tutupan biotik (%)	57,8
Tutupan abiotik (%)	43,775
Indeks keanekaragaman (H')	0,241
Indeks kematian (IM)	0,163
Indeks pemerataan genus (E)	0,278
Indeks kekayaan genus (d)	1,049
Genus dominan	Acropora

Gomez *et al.*, 1994 menyatakan bahwa untuk mengetahui berapa persen tutupan karang mati juga menunjukkan bagaimana kondisi kesehatan terumbu karang, melalui suatu nilai dari indeks kematian (IM). Melihat IM yang diperoleh 0,163 tergolong kecil menunjukkan kondisi karang batu sangat ditunjang oleh lingkungan atau dengan kata lain memiliki daerah terumbu karang yang sehat. Dari hasil pengamatan di lapangan, masih nampak beberapa karang batu yang telah terkena pemutihan karang batu (*bleaching*) dan adanya patahan (*rubble*).

Melihat indeks keanekaragaman dari karang batu di lokasi ini sebesar 0,241 menunjukkan keanekaragaman genus karang batu di lokasi penelitian ini kategori **kecil**. Meski begitu dapat dikatakan bahwa terumbu karang di lokasi ini dapat dijadikan sebagai habitat oleh banyak jenis karang batu. Terbukti karang batu jenis tertentu seperti genus *Acropora* masih mendominasi lokasi tersebut dan bentuk pertumbuhan branching dan encrusting mendominasi karang batu di lokasi ini, yang mengindikasikan relatif cukup besar tekanan fisik perairan seperti arus dan gelombang di daerah ini.

Melihat lokasi yang mudah dijangkau meski dengan perahu kecil (jukung), dapat dimungkinkan adanya praktek penangkapan ikan yang merusak misalnya penggunaan bom ikan (beberapa bentuk koloni patahan menunjukkan adanya ceruk-ceruk dan spot) seandainya tekanan-tekanan yang diterima (khususnya aktivitas manusia) diminimalkan, kemungkinan besar kondisi atau tutupan karang batu akan kembali ke kondisi yang lebih baik. Tabel 6 menunjukkan tutupan penutupan *benthic coral* di daerah ini.

Tabel 6. Hasil perhitungan persentase tutupan *benthic coral* di lokasi ini.

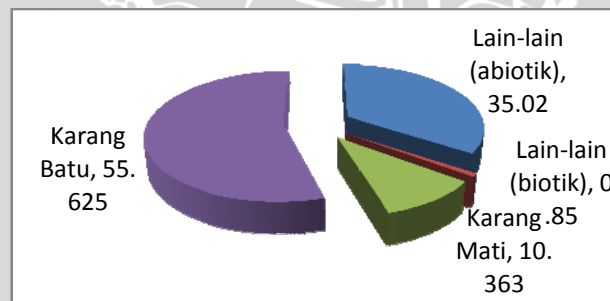
Penutupan <i>benthic coral</i>	Persentase (%)
Tutupan <i>Millepora</i> (CME)	2
Tutupan <i>zoanthid</i> (ZO)	9,45
Tutupan <i>soft coral</i> (SC)	0,15

Nilai indeks kemerataan genus yang diperoleh di 4 segmen kedalaman ≤ 5 m Pulau China berkisar antara 0,221-0,375. Sedangkan indeks kemerataan 6 genus karang yang di temukan sebesar 0.279. Berdasarkan nilai indeks kemerataan disimpulkan bahwa komunitas koloni karang di perairan Pulau China merupakan komunitas koloni karang yang **tertekan** dengan kemerataan genus karang yang **rendah**. Indeks kekayaan

merupakan ukuran jumlah koloni serta konsentrasi genus dalam suatu komunitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai indeks kekayaan genus Pulau China di kedalaman ≤ 5 m sebesar 1,049.

Hasil analisis data untuk menghitung pola penyebaran genus karang dalam bentuk nilai varians (σ^2) dan mean (μ) dapat dilihat pada Lampiran 6. Nilai perbandingan antara varians (σ^2) dan mean (μ) menunjukkan bahwa pola penyebaran genus karang di kedalaman ≤ 5 m adalah **berkelompok**.

Pengkategorian terumbu karang menurut LIPI yang memiliki tutupan karang batu 0–24,9 % dalam kondisi *rusak*, 25–49,9 % dalam kondisi *cukup*, 50–74,9 % dalam kondisi *baik*, dan 75–100 % dalam kondisi *sangat baik/sempurna*. Melihat persentase tutupan karang batu yang diperoleh, stasiun Pulau China kedalaman ≤ 5 m kondisi karang batunya dikategorikan **baik**. Nilai sebaran persentase tutupan tersaji dalam bentuk grafik di Gambar 10.



Gambar 10. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau China.

Dari gambar 10 terlihat bahwa perbandingan persentase tutupan komponen biotik dan abiotik menunjukkan masih tingginya tutupan komponen biotik (di atas 50%) dimana dari hasil ini kita dapat mengkategorikan kondisi terumbu karang secara umum masih dalam keadaan baik. Walaupun tutupan karang batunya relatif kecil, tetapi tutupan komponen biotiknya masih besar. Selain itu, dengan banyak ditemukan koloni-koloni

karang batu yang berukuran kecil maka dapat diartikan bahwa sedang terjadi perbaikan kondisi terumbu karang di lokasi/daerah penelitian ini.

Hasil pengamatan dan perhitungan diperoleh tutupan macro algae (MA) sebesar 0,6 yang menunjukkan bahwa substrat di lokasi ini menunjang kehidupan alga. Besarnya tutupan ini juga akan sangat mempengaruhi kehidupan karang batu dalam hal persaingan untuk menempati habitat. Karena kecepatan tumbuh dari alga lebih besar dari karang batu.

b. Kedalaman ≥ 10 m

Hasil yang diperoleh dari lokasi ini lebih banyak dari kedalaman ≤ 5 m yaitu 7 genus karang batu meliputi genus Favia, genus Montipora, genus Acropora, genus Psammocora, genus Millepora, genus Heliopora dan genus Platygyra. Untuk kedalaman ≥ 10 m, karang keras (HC) yang dominan adalah non-Acropora dengan genus dominan Platygyra rata-rata persen tutupan 14,425 % (dominan di segmen 3 sebesar 23,3 %) ditemukan paling banyak diantara 4 segmen di kedalaman ≥ 10 m. Jenis-jenis karang batu yang ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 7. Perolehan jumlah genus sebanyak 7 genus relatif banyak. Hal ini menunjukkan lokasi Pulau China kedalaman ≥ 10 m merupakan lokasi terumbu yang cocok untuk hidup karang batu. Dari jenis-jenis yang ditemukan, merupakan jenis-jenis yang umum terdapat di terumbu karang perairan tropis.

Dari perhitungan persentase tutupan karang, diketahui bahwa persentase tertinggi dari data komponen karang hidup di ekosistem perairan ini adalah kategori coral massive (CM) dengan rata-rata persen tutupannya sebesar 14,425 % (dominan di segmen 3 sebesar 23,3 %), dalam transek di kedalaman ini ditemukan karang lunak/*soft coral* (SC) cukup besar yaitu 16,788 % seperti diketahui bahwa semakin besar tutupan

soft coral akan mempersulit planula karang batu untuk mendapatkan tempat hidup. Keberadaan zoanths (ZO) memiliki persen tutupan sebesar 14,8 % (dominan segmen 2), persen tutupan pasir (S) 3,025 %, persen tutupan air (WA) 7,325 %, rata-rata persen tutupan abiotik 27,488 % dan rata-rata persen tutupan biotik sebesar 71,213 % lebih besar dari pada persen tutupan abiotik yang menandakan perairan pulau gosong karang ini memiliki tingkat kesuburan perairan karang yang tinggi.

Tutupan karang batu lebih besar dari karang mati, seperti tersaji pada Tabel 7 hasil pengamatan yang menunjukkan bahwa daerah ini kondisi perairannya masih mendukung kehidupan karang batu. Karang batu dibagi dalam dua kategori yaitu Acropora dan non-Acropora, dimana di kedalaman ≥ 10 m Pulau China non-Acropora menonjol dan didominasi oleh jenis genus *Platygyra*.

Tabel 7. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau China.

Stasiun	Pulau China (≥ 10 m)
Titik transek LU dan BT	05 ⁰ 48'58,2" dan 112 ⁰ 47'06,2"
Jumlah koloni karang batu (per transek)	25 koloni
Tutupan karang batu (%)	33,613
- Acropora	8,5
- Non-Acropora	27,163
Tutupan karang mati (%)	24,45
Tutupan biotik (%)	71,213
Tutupan abiotik (%)	27,488
Indeks keanekaragaman (H')	0,266
Indeks kematian (IM)	0,438
Indeks pemerataan (E)	0,481
Indeks kekayaan genus (d)	1,863
Genus dominan	<i>Platygyra</i>

Berdasarkan Gomez *et al.*, (1994) serta melihat IM yang diperoleh relative kecil (0,438) menunjukkan kondisi karang batu ditunjang oleh lingkungan atau dengan kata lain memiliki daerah terumbu karang yang **sehat**.

Melihat indeks keanekaragaman dari karang batu di lokasi ini sebesar 0,272, menunjukkan keanekaragaman genus karang batu di lokasi penelitian ini masuk kategori **kecil**. Meski demikian dapat dikatakan bahwa ekosistem terumbu karang di lokasi ini dapat dijadikan habitat oleh banyak jenis karang batu. Meski keanekaragamannya kecil, karang batu jenis tertentu seperti genus *Platygyra* mendominasi lokasi tersebut mengindikasikan relatif tidak terlalu besar tekanan fisik perairan seperti arus dan gelombang di daerah ini. Indeks keanekaragaman yang diperoleh dan adanya dominasi jenis karang besar (*giant coral*) cukup menunjukkan bahwa lokasi ini baik untuk habitat jenis-jenis karang batu. Apabila tekanan-tekanan yang diterima diminimalkan, terutama tekanan dari manusia kemungkinan besar kondisi atau tutupan karang batu akan kembali ke kondisi yang lebih baik. Tabel 8 menunjukkan tutupan penutupan *benthic coral* di daerah ini.

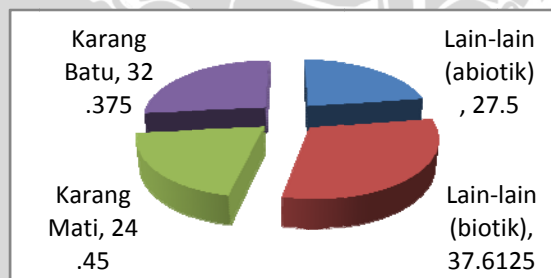
Tabel 8. Hasil perhitungan persentase tutupan *benthic coral* di lokasi ini.

Penutupan <i>benthic coral</i>	Persentase (%)
Tutupan soft coral (SC)	16,788
Tutupan fauna lain (OT)	11,983

Nilai indeks kemerataan genus yang diperoleh di 4 segmen kedalaman ≥ 10 m Pulau China berkisar antara 0,276-0,4. Sedangkan indeks kemerataan 7 genus karang yang di temukan sebesar 0,481. Berdasarkan nilai indeks kemerataan disimpulkan bahwa komunitas koloni karang di perairan Pulau China merupakan komunitas koloni karang yang **tertekan** dengan kemerataan genus karang yang **rendah**. Indeks kekayaan merupakan ukuran jumlah koloni serta konsentrasi genus dalam suatu komunitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai indeks kekayaan genus Pulau China di kedalaman ≥ 10 m sebesar 1,863.

Hasil analisis data untuk menghitung pola penyebaran genus karang dalam bentuk nilai varians (σ^2) dan mean (μ) dapat dilihat pada Lampiran 7. Nilai perbandingan antara varians (σ^2) dan mean (μ) menunjukkan bahwa pola penyebaran genus karang di kedalaman ≤ 5 m adalah **berkelompok**, karena diperoleh nilai varians (σ^2) lebih besar dari nilai mean (μ). Pola penyebaran yang terdapat pada lokasi penelitian ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan tersebut, termasuk pengaruh substrat dasar perairan.

Pengkategorian terumbu karang menurut LIPI yang memiliki tutupan karang batu 0–24,9 % dalam kondisi *rusak*, 25–49,9 % dalam kondisi *cukup*, 50–74,9 % dalam kondisi *baik*, dan 75–100 % dalam kondisi *sangat baik/semurna*. Melihat persentase tutupan karang batu yang diperoleh, stasiun Pulau China kedalaman ≥ 10 m kondisi karang batunya dikategorikan **cukup**. Nilai sebaran persentase tutupan tersaji dalam bentuk grafik di Gambar 11.



Gambar 11. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau China.

Dari gambar 11 terlihat bahwa perbandingan persentase tutupan komponen biotik dan abiotik menunjukkan masih tingginya tutupan komponen biotik dimana dari hasil ini kita dapat mengkategorikan kondisi terumbu karang secara umum masih dalam keadaan **cukup**. Selain itu, banyak ditemukan koloni-koloni karang batu yang berukuran kecil maka dapat diartikan bahwa sedang terjadi perbaikan kondisi terumbu karang di

lokasi/daerah penelitian ini. Organisme yang lain yang menutupi terumbu karang adalah kelompok alga (Tabel 9). Dari hasil penelitian diperoleh tutupan coralline algae (CA) sebesar 4,9 % dan turf algae (TA) sebesar 6,4 % menunjukkan bahwa substrat di lokasi ini menunjang kehidupan alga.

Tabel 9. Persentase tutupan alga Pulau China kedalaman ≥ 10 m.

Penutupan alga	Persentase
Tutupan coralline algae (CA)	4,9
Tutupan turf algae (TA)	6,4

4.3.1-3 Lokasi ekosistem karang N (Pulau Noko)

Pulau Noko merupakan pulau gosong karang terletak di sebelah selatan Pulau Bawean. Mempunyai substrat dasar perairan pasir berbatu. Pulau Noko terletak di sebelah timur Pulau Bawean. Pulau ini memiliki kemiripan dengan Pulau Gili Noko hanya nampak lebih luas. Mempunyai substrat dasar perairan pasir berbatu. Pada saat survei dan pengambilan data transek, karang terumbu di perairan dangkal akan tampak (kedalaman 0-1 m) saat kondisi perairan surut (sekitar pukul 12.00-13.30 WIB).

a. Kedalaman ≤ 5 m

Hasil pengamatan dilokasi ini diperoleh 6 genus karang batu yaitu genus *Platygyra*, genus *Porites*, genus *Acropora*, genus *Montipora*, genus *Psammocora* dan genus *Fungia*. Untuk kedalaman ≤ 5 m, karang keras (HC) yang dominan adalah kategori ACB (*Acropora branching*) dengan genus dominan *Acropora* rata-rata persen tutupan 9,725 % (dominan di segmen 1 sebesar 23,05 %) yang terbukti ditemukan paling banyak diantara 4 segmen di kedalaman ≤ 5 m. Jenis-jenis karang batu yang

ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 8. Perolehan jumlah genus sebanyak 6 genus di Pulau Noko relatif cukup banyak. Hal ini menunjukkan lokasi Pulau Noko merupakan lokasi ekosistem terumbu yang cocok untuk hidup karang batu. Dari jenis-jenis yang ditemukan, merupakan jenis-jenis yang umum terdapat di terumbu karang perairan tropis.

Hasil perhitungan persentase tutupan karang, diketahui bahwa persentase tertinggi dari data komponen karang hidup di ekosistem perairan ini adalah Acropora bercabang (ACB) dengan rata-rata persen tutupannya sebesar 9,683 % (dominan di segmen 1 sebesar 19,4 %), dalam transek di kedalaman ini ditemukan karang lunak/*soft coral* (SC) pada segmen 4 sebesar 2,15 %, seperti diketahui bahwa semakin besar tutupan soft coral akan mempersulit planula karang batu untuk mendapatkan tempat hidup. Keberadaan zoanths (ZO) memiliki persen tutupan sebesar 5,275 % (dominan segmen 4), persen tutupan pasir (S) 5,95 % (segmen 2), persen tutupan patahan karang (*rubble*) sebesar 61,613 %, rata-rata persen tutupan abiotik 67,913 % dan rata-rata persen tutupan biotik sebesar 31,613 % lebih kecil dari pada persen tutupan abiotik yang menandakan perairan pulau gosong karang ini memiliki tingkat kesuburan perairan karang yang rendah atau dimungkinkan terjadi kerusakan.

Hasil pengamatan terlihat bahwa tutupan karang batu lebih kecil dari karang mati, yang menunjukkan bahwa daerah ini kondisi perairannya kurang mendukung kehidupan karang batu atau dapat diindikasikan terjadi penurunan/kerusakan pada ekosistem terumbu karang di lokasi transek ini. Karang batu dibagi dalam dua kategori yaitu Acropora dan non-Acropora, dimana di Pulau Noko Acropora lebih menonjol dan didominasi oleh jenis genus Acropora. Hasil pengamatan tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Noko.

Stasiun	Pulau Noko (≤ 5 m)
Titik transek LU dan BT	05 ⁰ 49'25,0" dan 112 ⁰ 35'56,9"
Jumlah koloni karang batu (per transek)	39 koloni
Tutupan karang batu (%)	29,875
- Acropora	9,725
- Non-Acropora	5,925
Tutupan karang mati (%)	3,1
Tutupan biotik (%)	31,613
Tutupan abiotik (%)	67,913
Indeks keanekaragaman (H')	0,244
Indeks kematian (IM)	0,189
Indeks pemerataan (E)	0,322
Indeks kekayaan genus (d)	1,397
Genus dominan	Acropora

Indek kematian di transek ini sebesar 0,189 menunjukkan kondisi karang batu mengalami tekanan yang sangat besar atau dengan kata lain memiliki daerah terumbu karang yang kurang sehat. Hasil pengamatan di lapangan, banyak ditemukan karang batu yang telah terkena pemutihan karang batu (*bleaching*) dan patahan karang yang sangat luas.

Nilai indeks keanekaragaman karang batu di lokasi ini sebesar 0,244, menunjukkan keanekaragaman genus karang batu di lokasi penelitian ini kategori **kecil**. Karang batu jenis tertentu seperti genus Acropora masih mendominasi lokasi tersebut dan bentuk pertumbuhan *branching* dan *encrusting* mendominasi karang batu di lokasi ini, yang mengindikasikan relatif cukup besar tekanan fisik perairan. Pengurangan tekanan-tekanan yang diterima ekosistem ini (khususnya aktivitas manusia) akan memperbesar kemungkinan rekondisi terumbu atau tutupan karang batu akan kembali ke kondisi yang lebih baik. Tabel 11 menunjukkan tutupan penutupan *benthic coral* di daerah ini.

Tabel 11. Hasil perhitungan persentase tutupan *benthic coral* di lokasi ini.

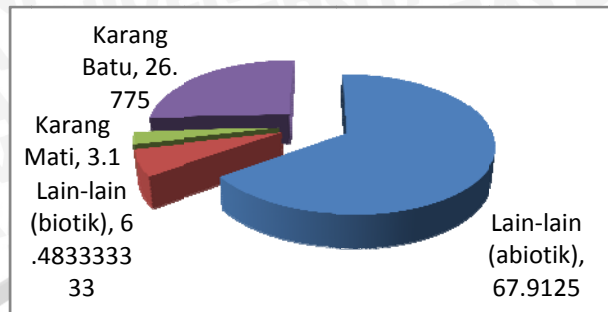
Penutupan <i>benthic coral</i>	Persentase (%)
Tutupan zoanthid (ZO)	5,275
Tutupan soft coral (SC)	2,15
Tutupan fauna lain (OT)	3,4

Nilai indeks pemerataan genus yang diperoleh di 4 segmen kedalaman ≤ 5 meter Pulau Noko berkisar antara 0,173-0,296. Sedangkan indeks pemerataan 6 genus karang yang di temukan sebesar 0.322. Berdasarkan nilai indeks pemerataan disimpulkan bahwa komunitas koloni karang di perairan Pulau Noko merupakan komunitas koloni karang yang **tertekan** dengan pemerataan genus karang yang **rendah**. Indeks kekayaan merupakan ukuran jumlah koloni serta konsentrasi genus dalam suatu komunitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai indeks kekayaan genus Pulau Noko di kedalaman ≤ 5 m sebesar 1,397.

Hasil analisis data untuk menghitung pola penyebaran genus karang dalam bentuk nilai varians (σ^2) dan mean (μ) dapat dilihat pada Lampiran 8. Nilai perbandingan antara varians (σ^2) dan mean (μ) menunjukkan bahwa pola penyebaran genus karang di kedalaman ≤ 5 m adalah **berkelompok**.

Pengkategorian terumbu karang menurut LIPI yang memiliki tutupan karang batu 0–24,9 % dalam kondisi *rusak*, 25–49,9 % dalam kondisi *cukup*, 50–74,9 % dalam kondisi *baik*, dan 75–100 % dalam kondisi *sangat baik/sepurna*. Melihat persentase tutupan karang batu yang diperoleh, stasiun Pulau Noko kedalaman ≤ 5 m kondisi karang batunya dikategorikan **cukup**. Nilai sebaran persentase tutupan tersaji dalam bentuk grafik di Gambar 12.

Gambar 12. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Noko.



Dari gambar 12 terlihat bahwa perbandingan persentase tutupan komponen biotik dan abiotik menunjukkan tingginya tutupan komponen abiotik (di atas 50 %) dimana dari hasil ini kita dapat mengkategorikan kondisi terumbu karang secara umum dalam keadaan tertekan dan cenderung rusak. Terlebih dari persentase tutupan patahan karang batu (*rubble*) sebesar 61,613 % yang mengindikasikan terjadi eksploitasi pada karang terumbu yang berlebih. Di lapangan terindikasi adanya penyelam lokal yang menggunakan kompresor angin untuk menangkap lobster dan ikan karang dengan menggunakan potas (*Cyanide Fishing*).

Organisme yang lain yang menutupi terumbu karang adalah kelompok alga. Dari hasil penelitian diperoleh tutupan macro algae (MA) sebesar 1,2 % menunjukkan bahwa substrat di lokasi ini menunjang kehidupan alga. Besarnya tutupan ini juga akan sangat mempengaruhi kehidupan karang batu dalam hal persaingan untuk menempati habitat.

b. Kedalaman ≥ 10 m

Hasil penelitian di lokasi ini, diperoleh lebih sedikit genus dari kedalaman ≤ 5 m yaitu 4 genus karang batu meliputi genus *Acropora*, genus *Platygyra*, genus *Montipora*, dan genus *Fungia*. Untuk kedalaman ≥ 10 m, karang keras (HC) yang dominan adalah kategori ACB (*Acropora branching*) dengan genus dominan *Acropora* rata-rata persen

tutupan 12.263 % (dominan di segmen 4 sebesar 15,85 %). Jenis-jenis karang batu yang ditemukan dapat dilihat pada Lampiran 9. Jenis-jenis karang yang ditemukan, merupakan jenis-jenis yang umum terdapat di terumbu karang perairan utara jawa dan Indo-Pasifik.

Hasil perhitungan persentase tutupan karang, diketahui bahwa persentase tertinggi dari data komponen karang hidup di ekosistem perairan ini adalah Acropora bercabang (ACB) dengan rata-rata persen tutupannya sebesar 10,58 % (dominan di segmen 4 sebesar 14,3 %), dalam transek di kedalaman ini ditemukan karang lunak (SC) sebesar 4,063 %. Keberadaan persen tutupan pasir (S) 5,313 %, persen tutupan air (WA) 5 %, rata-rata persen tutupan abiotik 43,3 % dan rata-rata persen tutupan biotik sebesar 56,5 % selisih sedikit tetapi masih lebih besar dari pada persen tutupan abiotik yang menandakan perairan pulau gosong karang ini memiliki tingkat kesuburan perairan karang yang cukup.

Hasil pengamatan (Tabel 12), terlihat bahwa tutupan karang batu lebih besar dari karang mati, yang menunjukkan bahwa daerah ini kondisi perairannya masih mendukung kehidupan karang batu. Karang batu dibagi dalam dua kategori yaitu Acropora dan non-Acropora, dimana di Pulau Noko Acropora menonjol dan didominasi oleh jenis genus Acropora.

Tabel 12. Hasil pengamatan parameter yang ada di terumbu karang Pulau Noko.

Stasiun	Pulau Noko (≥ 10 m)
Titik transek LU dan BT	05 ⁰ 49'25,0" dan 112 ⁰ 35'56,9"
Jumlah koloni karang batu (per transek)	48 koloni
Tutupan karang batu (%)	44,375
- Acropora	17,873
- Non-Acropora	15,438
Tutupan karang mati (%)	6,65
Tutupan biotik (%)	56.5

Tutupan abiotik (%)	43,3
Indeks keanekaragaman (H')	0,247
Indeks kematian (IM)	0,153
Indeks pemerataan (E)	0,286
Indeks kekayaan genus (d)	0,802
Genus dominan	Acropora

Berdasarkan Gomez *et al.*, (1994) serta melihat IM yang diperoleh relative kecil (0,153) menunjukkan kondisi karang batu ditunjang oleh lingkungan atau dengan kata lain memiliki daerah terumbu karang yang cukup sehat. Walaupun demikian dari hasil pengamatan di lapangan, terlihat beberapa karang batu yang telah terkena pemutihan karang batu (*bleaching*) dan adanya patahan karang (*rubble*).

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman dari karang batu di lokasi ini sebesar 0,247 menunjukkan keanekaragaman genus karang batu di lokasi penelitian ini masuk kategori **kecil**. Meski demikian dapat dikatakan bahwa terumbu karang di lokasi ini dapat dijadikan sebagai habitat oleh banyak jenis karang batu. Walaupun keanekaragamannya kecil, karang batu jenis tertentu seperti genus *Acropora* masih mendominasi lokasi tersebut dan bentuk pertumbuhan *branching*, *massive* dan *encrusting* mendominasi karang batu di lokasi ini, yang mengindikasikan relatif besar tekanan fisik perairan seperti arus dan gelombang di daerah ini. Dari adanya dominasi menunjukkan bahwa lokasi ini cukup baik untuk habitat jenis-jenis karang batu. Kemungkinan cukup besar adanya rekondisi ekosistem terumbu atau tutupan karang batu akan kembali ke kondisi yang lebih baik. Tabel 13 menunjukkan tutupan penutupan *benthic coral* di daerah ini.

Tabel 13. Hasil perhitungan persentase tutupan *benthic coral* di lokasi ini.

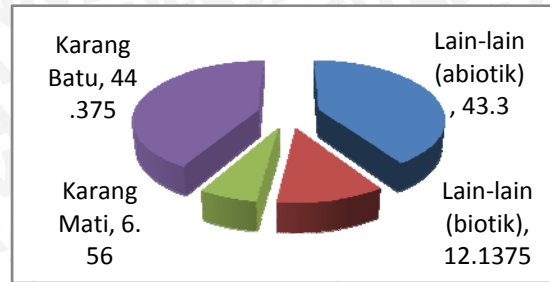
Penutupan <i>benthic coral</i>	Persentase (%)
Tutupan soft coral (SC)	4,063
Tutupan sponge (SP)	1,2
Penutupan fauna lain (OT)	2,8

Nilai indeks kemerataan genus yang diperoleh di 4 segmen kedalaman ≥ 10 meter Pulau Noko berkisar antara 0,213-0,29. Sedangkan indeks kemerataan 4 genus karang yang di temukan sebesar 0,286. Berdasarkan nilai indeks kemerataan disimpulkan bahwa komunitas koloni karang di perairan Pulau Noko merupakan komunitas koloni karang yang **tertekan** dengan kemerataan genus karang yang **rendah**. Indeks kekayaan merupakan ukuran jumlah koloni serta konsentrasi genus dalam suatu komunitas. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai indeks kekayaan genus Pulau Noko di kedalaman ≥ 10 m sebesar 0,802.

Hasil analisis data untuk menghitung pola penyebaran genus karang dalam bentuk nilai varians (σ^2) dan mean (μ) dapat dilihat pada Lampiran 9. Nilai perbandingan antara varians (σ^2) dan mean (μ) menunjukkan bahwa pola penyebaran genus karang di kedalaman ≥ 10 m adalah **berkelompok**, karena diperoleh nilai mean (μ) lebih kecil dari nilai varians (σ^2).

Pengkategorian terumbu karang menurut LIPI yang memiliki tutupan karang batu 0–24,9 % dalam kondisi *rusak*, 25–49,9 % dalam kondisi *cukup*, 50–74,9 % dalam kondisi *baik*, dan 75–100 % dalam kondisi *sangat baik/sempurna*. Melihat persentase tutupan karang batu yang diperoleh, stasion Pulau Noko kedalaman 10 m kondisi karang batunya dikategorikan **cukup**. Hasil perhitungan sebaran persentase tutupan karang tersaji pada Gambar 13.

Gambar 13. Grafik sebaran karang batu, karang mati, dan lain-lain di Pulau Noko.



Dari gambar 13 terlihat bahwa perbandingan persentase tutupan komponen biotik dan abiotik menunjukkan masih tingginya tutupan komponen biotik (di atas 50%) dimana dari hasil ini kita dapat mengkategorikan kondisi terumbu karang secara umum masih dalam keadaan baik. Walaupun tutupan karang batunya relatif kecil, tetapi secara umum tutupan komponen biotiknya masih besar. Selain itu, dengan banyak ditemukan koloni-koloni karang batu yang berukuran kecil maka dapat diartikan bahwa sedang terjadi perbaikan kondisi terumbu karang di lokasi/daerah penelitian ini.

Organisme lain yang menutupi terumbu karang adalah kelompok alga. Dari hasil penelitian diperoleh tutupan macro algae (MA) sebesar 14,15 % menunjukkan bahwa substrat di lokasi ini menunjang kehidupan alga. Besarnya tutupan ini juga akan sangat mempengaruhi kehidupan karang batu dalam hal persaingan untuk menempati habitat. Karena kecepatan tumbuh dari alga lebih besar dari karang batu.

4.4 Analisa persentase tutupan terumbu karang dan keanekaragaman karang.

4.4.1 Penutupan terumbu karang

4.4.1-1 Kedalaman ≤ 5 m.

Deskripsi data statistik genus karang di tiga pulau gosong karang dengan tiap pulau dilakukan pengambilan data di dua kedalaman yang berbeda dan tiap kedalaman masing-masing transek terdapat 4 segmen ulangan. Tiap segmen mempunyai panjang 20

meter dengan jeda antar segmen sebesar 5 meter. Indeks keanekaragaman dihitung pada tiap segmen dan tiap genus dalam transek.

Urutan berdasarkan penghitungan pulau yaitu Pulau China (1), Pulau Gili Noko (2), Pulau Noko (3). Dari Tabel 14 terlihat bahwa pada kedalaman ≤ 5 meter untuk genus di Pulau China memiliki nilai rata-rata tutupan sebesar 55,6250, kemudian Pulau Gili Noko dengan nilai rata-rata tutupan sebesar 89,1000, dan Pulau Noko dengan nilai rata-rata tutupan sebesar 26,7750. Walaupun tutupan genus karang di Pulau Gili Noko lebih besar dari Pulau China dan Pulau Noko ternyata standart deviasi dan standart error terbesar terdapat pada Pulau China yaitu 11,53058 dan 5,76529. Kemudian berturut-turut Pulau Noko dengan standart deviasi sebesar 4,17782 dan standart error 2,08891. Dan terakhir Pulau Gili Noko dengan standart deviasi sebesar 2,30326 dan standart errornya 1,15163.

Tabel 14. Deskripsi data statistik tutupan terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.

Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
China	4	55.6250	11.53058	5.76529	37.2773	73.9727	39.35	66.40
Gili Noko	4	89.1000	2.30326	1.15163	85.4350	92.7650	86.70	91.85
Noko	4	26.7750	4.17782	2.08891	20.1272	33.4228	21.80	30.45
Total	12	57.1667	27.38648	7.90580	39.7661	74.5672	21.80	91.85

Setelah mendapatkan deskripsi data statistik tutupan terumbu karang di tiap pulau pada kedalaman ini dilanjutkan dengan pengujian asumsi yang dilakukan dengan lavene

test. Asumsi anova satu jalur terpenuhi jika probabilitas lebih besar daripada 0,05. Sebaliknya asumsi anova satu jalur tidak terpenuhi jika probabilitas lebih kecil daripada 0,05. Hasil pengujian asumsi menunjukkan nilai probabilitas (Sig.) sebesar 0,119. Nilai probabilitas lebih besar dibandingkan dengan 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi uji anova satu jalur terpenuhi atau data yang diperoleh sudah homogen. Data yang sudah homogen menunjukkan bahwa data sampel karang yang diambil sudah mewakili tiap genus di kedalaman ini. Hasil pengujian asumsi anova satu jalur dapat dilihat dalam Tabel 15.

Tabel 15. Hasil uji homogenitas.

Test of Homogeneity of Variances			
tutupan			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.727	2	9	.119

Apabila data yang didapatkan sudah homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji anova. Hasil analisis menunjukkan nilai statistik hitung (F hitung) sebesar 74,975. Sedangkan nilai statistik tabel (F table) pada probabilitas 5 % dengan derajat bebas satu (df 1) = jumlah lokasi-1 (3-1=2) dan derajat bebas dua (df 2) = jumlah ulangan-jumlah lokasi (12-3=9) adalah sebesar 4,26. Nilai F hitung lebih besar dari F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara lokasi satu dengan yang lain pada kedalaman ini.

Selain dengan membandingkan antara nilai statistik hitung (F hitung) dengan nilai statistik tabel (F table), pengujian hipotesis dapat pula dilakukan dengan membandingkan antara nilai probabilitas (*alpha*) dengan nilai Sig. F yang diperoleh dari analisis data. Hipotesis diterima apabila nilai Sig. F lebih kecil dari probabilitas

(α). Sebaliknya, jika nilai Sig. F lebih besar daripada nilai probabilitas (α), berarti hipotesis tersebut ditolak.

Nilai probabilitas (α) ditentukan sebesar 5 % atau 0,05, sedangkan nilai Sig. F yang diperoleh dari hasil analisis data menunjukkan angka 0,000. Karena nilai Sig. F lebih kecil daripada nilai probabilitas (α), maka hipotesis diterima atau dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan tutupan terumbu karang antar lokasi pada kedalaman ini. Data hasil uji anova satu arah dapat dilihat di Tabel 16.

Tabel 16. Hasil uji anova.

ANOVA					
tutupan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7783.072	2	3891.536	74.975	.000
Within Groups	467.140	9	51.904		
Total	8250.212	11			

Dari tabel hasil perbandingan persentase tutupan terumbu karang dengan lokasi tiga pulau gosong karang (tabel *post hoc tests*) menunjukkan nilai perbandingan yang signifikan pada tiap-tiap perlakuan di kedalaman ini. Pada Tabel 17 dapat dilihat bahwa perbedaan terjadi pada nilai tutupan antara Pulau China dengan Pulau Gili Noko dimana nilai probabilitasnya sebesar 0,000 atau berada jauh dibawah 0,05 dan nilai rata-rata beda (*mean difference*) sebesar -33,47500. Sedangkan probabilitas perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang antara lokasi Pulau China dengan Pulau Gili Noko menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,000. Karena nilai probabilitas tersebut lebih kecil daripada nilai α (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa kedua lokasi tersebut memiliki perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang yang nyata.

Probabilitas perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang antara Pulau

China dengan Pulau Noko menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,001 sehingga dapat diartikan kedua lokasi tersebut memiliki perbedaan secara signifikan dikarenakan nilai probabilitas yang lebih kecil dari nilai alpha. Lebih jelas data perbandingan persentase tutupan terumbu tersaji di Tabel 17.

Tabel 17. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≤ 5 m.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: tutupan
Tukey HSD

(I) pulau	(J) pulau	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
China	Gili Noko	-33.47500*	5.09433	.000	-47.6984	-19.2516
	Noko	28.85000*	5.09433	.001	14.6266	43.0734
Gili Noko	China	33.47500*	5.09433	.000	19.2516	47.6984
	Noko	62.32500*	5.09433	.000	48.1016	76.5484
Noko	China	-28.85000*	5.09433	.001	-43.0734	-14.6266
	Gili Noko	-62.32500*	5.09433	.000	-76.5484	-48.1016

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Dari data perbandingan tutupan terumbu karang dengan lokasi dilanjutkan dengan melihat hasil perhitungan dari ada/tidaknya pengaruh di tiap lokasi pada masing-masing perbedaan besarnya tutupan terumbu karang. Di Tabel 18 terlihat bahwa Pulau Gili Noko memiliki nilai subset yang tertinggi sebesar 89,1000. Terlihat juga di grafik rata-rata tutupan pada kedalaman ini, Pulau Gili Noko memiliki titik tertinggi dibandingkan kedua lokasi lainnya. Lebih jelas tersaji pada Tabel 18 dan Grafik 14.

Tabel 18. Hasil homogenous subset.

tutupan

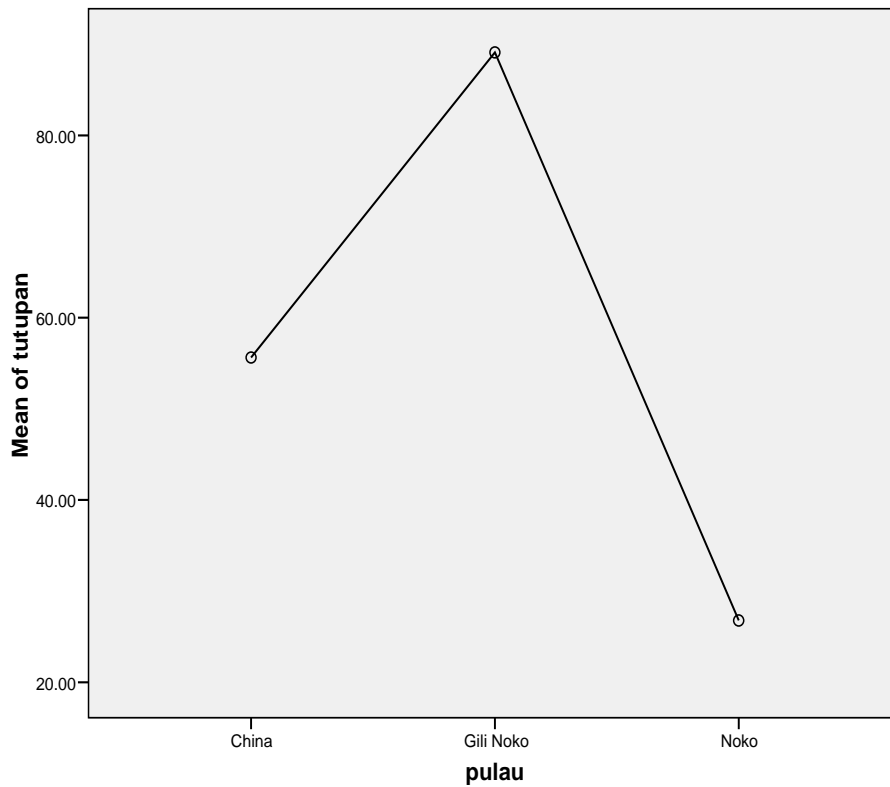
Tukey HSD ^a

pulau	N	Subset for alpha = .05		
		1	2	3
Noko	4	26.7750		
China	4		55.6250	
Gili Noko	4			89.1000
Sig.		1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Gambar 14. Grafik rata-rata tutupan terumbu karang pada kedalaman ≤ 5 m.



Persentase tutupan terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang berbeda secara signifikan dimungkinkan oleh dua faktor yaitu segi tampilan analisa data yang diperoleh dan segi proses pengambilan data karang di tiga pulau

gosong karang tersebut. Dari segi tampilan diperoleh, persentaseutupan karang pada kedalaman ini di tiga pulau dilihat dari rata-rata tertinggi yang pertama adalah Pulau Gili Noko hal ini dimungkinkan jarak yang cukup jauh dari konsentrasi nelayan Bawean serta adanya karang penghalang di bagian sisi timur membuat pulau pada sisi ini lebih terlindungi.

Reorganisasi dan daya pulih kembali terumbu karang berhubungan dengan sifat keterbukaan terumbu karang pada lingkungan sekitarnya (Cowen *et. al.* 2000). Kondisi sebaliknya terjadi pada Pulau Noko yang lebih terbuka dan adanya penambangan karang, pasir laut dan nelayan pencari lobster sehingga kondisi karang terumbu tertekan dan cenderung rusak meski kawasan pulau gosong ini sangat baik apabila menjadi tempat rekondisi perikanan atau daerah perlindungan. Untuk Pulau China memiliki rata-rata persenutupan kedua setelah Pulau Gili Noko meski letak perairan yang lebih dekat dengan konsentrasi nelayan tetapi kondisi bertebing membuat nelayan dengan perahu besar sulit mendekat terkecuali nelayan jukung dan pencari kerang dan biota karang yang berjalan/berenang dapat dengan mudah menjangkau.

4.4.1-2 Kedalaman ≥ 10 m.

Dari Tabel 19 terlihat bahwa pada kedalaman ≥ 10 meter untuk genusutupan karang di Pulau China memiliki nilai rata-rata sebesar 33,6125, kemudian Pulau Gili Noko dengan nilai rata-rata sebesar 35,3750, dan Pulau Noko dengan nilai rata-rata sebesar 44,3750. Standart deviasi dan standart error terbesar terdapat pada Pulau Noko yaitu 28,96404 dan 14,48202. Kemudian Pulau Gili Noko dengan standart deviasi sebesar 13,01131 dan standart error 6,50565. Dan terakhir Pulau China dengan standart deviasi sebesar 10,33645 dan standart errornya 5,16823.

Tabel 19. Deskripsi data statistik tutupan terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.

Descriptives								
tutupan								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
China	4	33.6125	10.33645	5.16823	17.1649	50.0601	21.35	46.35
Gili Noko	4	35.3750	13.01131	6.50565	14.6711	56.0789	25.35	54.10
Noko	4	44.3750	28.96404	14.48202	-1.7133	90.4633	3.45	71.65
Total	12	37.7875	18.12016	5.23084	26.2745	49.3005	3.45	71.65

Pengujian asumsi dilakukan dengan lavene test. Hasil pengujian asumsi menunjukkan nilai probabilitas (*Sig.*) sebesar 0,248. Nilai probabilitas lebih besar dibandingkan dengan 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi uji anova satu jalur terpenuhi atau data yang diperoleh sudah homogen. Data yang sudah homogen menunjukkan bahwa data sampel karang yang diambil sudah mewakili tiap genus di kedalaman ini, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Hasil uji homogenitas.

Test of Homogeneity of Variances			
tutupan			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.636	2	9	.248

Dalam uji anova hasil analisis menunjukkan nilai statistik hitung (*F* hitung) sebesar 0,359. Sedangkan nilai statistik tabel (*F* table) pada probabilitas 5 % dengan derajat bebas satu (*df* 1) = jumlah lokasi-1 (3-1=2) dan derajat bebas dua (*df* 2) = jumlah ulangan-jumlah lokasi (12-3=9) adalah sebesar 4,26. Nilai *F* hitung lebih kecil

dari F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara lokasi satu dengan yang lain pada kedalaman ini.

Nilai probabilitas (α) ditentukan sebesar 5 % atau 0,05, sedangkan nilai Sig. F yang diperoleh dari hasil analisis data menunjukkan angka 0,708. Karena nilai Sig. F lebih besar dari nilai probabilitas (α), maka hipotesis ditolak atau dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan tutupan terumbu karang antar lokasi pada kedalaman ini. Data hasil uji anova satu arah dapat dilihat di Tabel 21.

Tabel 21. Hasil uji anova

ANOVA					
tutupan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	266.584	2	133.292	.359	.708
Within Groups	3345.157	9	371.684		
Total	3611.741	11			

Dari tabel hasil perbandingan persentase tutupan terumbu karang dengan lokasi (tabel *post hoc tests*) menunjukkan nilai perbandingan yang tidak signifikan pada tiap-tiap perlakuan di kedalaman ini. Pada Tabel 22 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perbedaan pada nilai tutupan antara Pulau China dengan Pulau Gili Noko dimana nilai probabilitasnya sebesar 0,991 atau berada diatas 0,05 dan nilai rata-rata beda (*mean difference*) sebesar -1,76250. Probabilitas perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang antara lokasi Pulau China dengan Pulau Gili Noko menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,991. Karena nilai probabilitas tersebut lebih besar daripada nilai α (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa kedua lokasi tersebut tidak memiliki perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang yang nyata.

Probabilitas perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang antara Pulau

China dengan Pulau Noko menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,718 sehingga dapat diartikan kedua lokasi tersebut tidak memiliki perbedaan secara signifikan dikarenakan nilai probabilitas yang lebih besar dari nilai *alpha*. Lebih jelas data perbandingan persentase tutupan terumbu tersaji di Tabel 22.

Tabel 22. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≥ 10 m.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: tutupan

Tukey HSD

(I) pulau	(J) pulau	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
China	Gili Noko	-1.76250	13.63239	.991	-39.8242	36.2992
	Noko	-10.76250	13.63239	.718	-48.8242	27.2992
Gili Noko	China	1.76250	13.63239	.991	-36.2992	39.8242
	Noko	-9.00000	13.63239	.791	-47.0617	29.0617
Noko	China	10.76250	13.63239	.718	-27.2992	48.8242
	Gili Noko	9.00000	13.63239	.791	-29.0617	47.0617

Lanjutan hasil perhitungan ada/tidaknya pengaruh di tiap lokasi pada masing-masing perbedaan besarnya tutupan terumbu karang. Dari Tabel 23 dapat dilihat subset hanya terdiri dari satu kolom. Hal ini berarti bahwa antara persentase tutupan terumbu karang dari lokasi satu dengan lokasi yang lain tidak memiliki perbedaan nilai tutupan yang signifikan. Lebih jelas tersaji pada Tabel 23 dan Grafik 15.

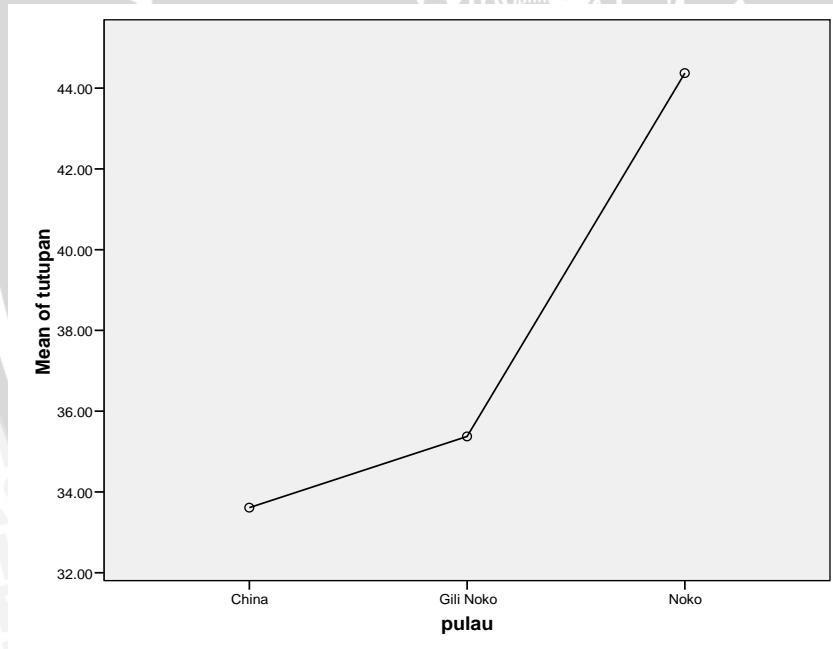
Tabel 23. Hasil homogeneous subset.

tutupan		
Tukey HSD ^a		
pulau	N	Subset for alpha = .05
China	4	1
Gili Noko	4	1
Noko	4	1
Sig.		.718

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Gambar 15. Grafik rata-rata tutupan terumbu karang pada kedalaman ≥ 10 m.



Beberapa sebab yang dimungkinkan terjadi yaitu adanya aktifitas penangkapan ataupun faktor alam terlihat di lapangan bahwa terjadi kerusakan yang hampir merata terutama pada daerah yang memiliki dasar perairan yang datar dan dangkal. Walaupun kerusakan karang terumbu telah terjadi, merujuk pada beberapa pendapat para ahli

tentang kerusakan dan kemampuan pulih kembali (*resilience*) terumbu karang setelah terjadinya gangguan yang mengancam kehidupan terumbu karang. Walaupun kemampuan pulih tersebut dapat berlangsung lama namun secara umum telah diasumsikan bahwa *resilience* akan berlangsung (Wilkinson, 1999). Keterbukaan ini bergantung pada letak terumbu karang baik di perairan dangkal, basin semi-tertutup, tepi dari sebuah daratan, atau di laut lepas (*atoll*). Keterbukaan tersebut akan sangat ditentukan oleh sistem arus (Robert, 1997). Tingkat dimana arus ini menghubungkan area satu dengan lainnya tergantung pada besar dan arah arus, jarak antara ekosistem, dan pengaruh dari gangguan iklim.

4.4.2 Keanekaragaman karang

4.4.2-1 Kedalaman ≤ 5 m

Penghitungan keanekaragaman didapatkan nilai untuk Pulau China (1) rata-rata keanekaragaman sebesar 0,24193, Pulau Gili Noko (2) rata-rata keanekaragamannya sebesar 0,22820 dan Pulau Noko (3) sebesar 0,24382. Dari Tabel 25 terlihat bahwa pada kedalaman 5 meter untuk genus di Pulau China memiliki nilai standart deviasi dan standart error sebesar 0,082438 dan 0,041219, kemudian Pulau Gili Noko mempunyai standart deviasi sebesar 0,086542 standart error sebesar 0,043271, dan terakhir Pulau Noko mempunyai standart deviasi sebesar 0,052591 dan standart error sebesar 0,026295.

Tabel 24. Deskripsi data statistik keanekaragaman terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.

Descriptives

keanekaragaman								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
China	4	.24193	.082438	.041219	.11075	.37311	.134	.323
Gili Noko	4	.22820	.086542	.043271	.09049	.36591	.130	.327

Nilai hasil pengujian asumsi (uji homogenitas) menunjukkan nilai probabilitas (*Sig.*) sebesar 0,453. Nilai 0,453 lebih besar dari 0,05 yang berarti bahwa data yang diperoleh sudah homogen menunjukkan bahwa data sampel karang yang diambil sudah mewakili tiap genus di kedalaman ini, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil uji homogenitas.

Test of Homogeneity of Variances			
keanekaragaman			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.866	2	9	.453

Data yang didapatkan sudah homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji anova. Berdasarkan hasil uji anova yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 26, didapatkan nilai F hitung sebesar 0,051. Nilai F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara lokasi satu dengan yang lain pada kedalaman ini.

Nilai Sig. F sebesar 0,950 (*Sig. F* > 0,05) karena nilai Sig. F lebih besar dari nilai probabilitas (*alpha*), maka hipotesis ditolak atau dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada keanekaragaman karang di tiga lokasi pulau gosong karang pada kedalaman ini. Data hasil uji anova satu arah tersaji di Tabel 26.

Tabel 26. Hasil uji anova.

ANOVA					
keanekaragaman					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	2	.000	.051	.950
Within Groups	.051	9	.006		
Total	.052	11			

Dari tabel hasil perbandingan keanekaragaman genus karang dengan lokasi (tabel *post hoc tests*) menunjukkan nilai perbandingan yang tidak signifikan pada tiap-tiap perlakuan di kedalaman ini. Pada Tabel 27 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perbedaan pada nilai keanekaragaman antara Pulau China dengan Pulau Gili Noko dimana nilai probabilitasnya sebesar 0,964 atau berada diatas 0,05 dan nilai rata-rata beda (*mean difference*) sebesar 0,013733. Nilai probabilitas tersebut lebih besar daripada nilai *alpha* (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa kedua lokasi tersebut tidak memiliki perbedaan nilai keanekaragaman genus karang yang nyata.

Probablitas perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang antara Pulau China dengan Pulau Noko menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,999 sehingga dapat diartikan kedua lokasi tersebut tidak memiliki perbedaan secara signifikan dikarenakan nilai probabilitas yang lebih besar dari nilai *alpha*. Lebih jelas data perbandingan keanekaragaman genus karang tersaji di Tabel 27.

Tabel 27. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≤ 5 m.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: keanekaragaman
Tukey HSD

(I) pulau	(J) pulau	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
China	Gili Noko	.013733	.053310	.964	-.13511	.16257
	Noko	-.001887	.053310	.999	-.15073	.14695
Gili Noko	China	-.013733	.053310	.964	-.16257	.13511
	Noko	-.015620	.053310	.954	-.16446	.13322
Noko	China	.001887	.053310	.999	-.14695	.15073
	Gili Noko	.015620	.053310	.954	-.13322	.16446

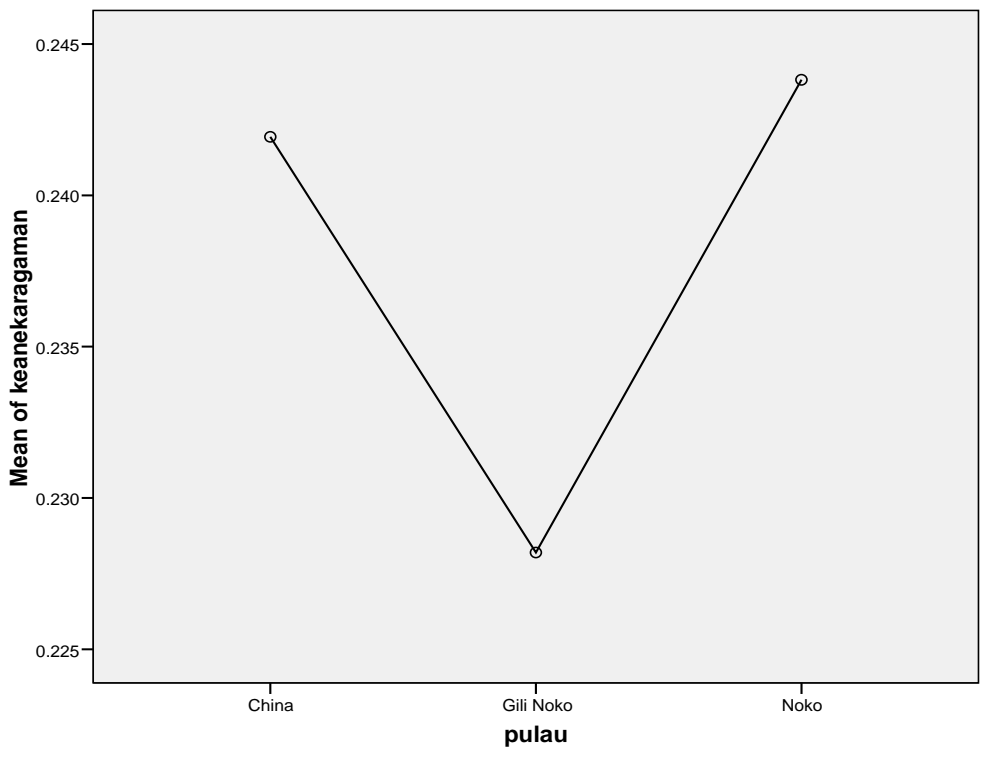
Hasil perhitungan di tiap lokasi terhadap keanekaragaman genus karang dapat dilihat sub set hanya terdiri dari satu kolom dan nilai sub set berada pada rentang 0,22820-0,24382. Hal ini berarti bahwa antara keanekaragaman genus karang dari lokasi satu dengan lokasi yang lain tidak memiliki perbedaan nilai yang signifikan. Lebih jelas tersaji pada Tabel 28 dan Grafik 16.

Tabel 28. Hasil homogeneous subset.

keanekaragaman		
Tukey HSD ^a		
pulau	N	Subset for alpha = .05
		1
Gili Noko	4	.22820
China	4	.24193
Noko	4	.24382
Sig.		.954

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
 a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

Gambar 16. Grafik keanekaragaman karang pada kedalaman ≤5 m.



Keanekaragaman karang kedalaman ini di tiga pulau gosong karang tidak berbeda nyata, hal ini mungkin disebabkan oleh dua faktor yaitu segi tampilan analisa data yang diperoleh dan segi proses pengambilan data karang di tiga pulau gosong karang tersebut.

4.4.2-2 Kedalaman ≥ 10 m

Berdasarkan penghitungan keanekaragaman di kedalaman ≥ 10 meter didapatkan nilai untuk Pulau China (1) rata-rata keanekaragaman sebesar 0,26668, Pulau Gili Noko (2) rata-rata keanekaragamannya sebesar 0,27145 dan Pulau Noko (3) sebesar 0,24662. Dari Tabel 29 terlihat bahwa pada kedalaman ≥ 10 meter untuk genus di Pulau China memiliki nilai standart deviasi dan standart error sebesar 0,068391 dan 0,034196, kemudian Pulau Gili Noko mempunyai standart deviasi sebesar 0,116923 standart error sebesar 0,058462, dan terakhir Pulau Noko mempunyai standart deviasi sebesar 0,107487 dan standart error sebesar 0,053743.

Tabel 29. Deskripsi data statistik keanekaragaman terumbu karang pada kedalaman ini di tiga pulau gosong karang.

Descriptives								
keanekaragaman								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
China	4	.26668	.068391	.034196	.15785	.37550	.166	.311
Gili Noko	4	.27145	.116923	.058462	.08540	.45750	.122	.400
Noko	4	.24662	.107487	.053743	.07558	.41765	.102	.341
Total	12	.26158	.091002	.026270	.20376	.31940	.102	.400

Nilai hasil uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai Sig. sebesar 0,605. Nilai 0,605 lebih besar dari 0,05 yang berarti data yang diperoleh sudah homogen. Kolom

lavene test menampilkan distribusi data yang tidak heterogen dengan nilai sebesar 0,531. Data yang sudah homogen menunjukkan bahwa data sampel karang yang diambil sudah mewakili tiap genus data di kedalaman ini, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 30.

Tabel 30. Hasil uji homogenitas.

Test of Homogeneity of Variances

keanekaragaman				
Levene Statistic	df1	df2	Sig.	
.531	2	9	.605	

Apabila data yang didapatkan sudah homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji Anova. Hasil uji Anova yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 31, didapatkan nilai statistik hitung (F hitung) sebesar 0,070. Nilai F hitung lebih kecil dari F tabel yang artinya keanekaragaman genus karang di kedalaman ini tiap pulau tidak berbeda nyata. Nilai Sig. F sebesar 0,933 (Sig. F > 0,05) karena nilai Sig. F lebih besar dari nilai probabilitas (*alpha*), maka hipotesis ditolak atau dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada keanekaragaman genus karang di tiga lokasi pulau gosong karang pada kedalaman ini. Data hasil tersaji pada Tabel 31.

Tabel 31. Hasil uji anova.

ANOVA

keanekaragaman					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	2	.001	.070	.933
Within Groups	.090	9	.010		
Total	.091	11			

Keaneekaragaman karang kedalaman ini di tiga pulau gosong karang tidak berbeda nyata mungkin disebabkan oleh dua faktor yaitu segi tampilan analisa data yang diperoleh dan segi proses pengambilan data karang di tiga pulau gosong karang tersebut serta pengaruh keaneekaragaman genus karang di setiap pulau. Nilai rata-rata beda antar lokasi untuk analisa variable terikat didapat nilai berkisar antara 0,004775-0,024833. Nilai probabilitas hanya berkisar antara 0,935-0,997 (probabilitas > α) yang dapat diartikan mempunyai rentang pendek dan perbedaan tidak nampak secara signifikan. Hasil perbandingan probabilitas kedalaman ini tersaji pada Tabel 32.

Tabel 32. Hasil perbandingan di tiap lokasi pada kedalaman ≥ 10 m.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: keaneekaragaman
Tukey HSD

(I) pulau	(J) pulau	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
China	Gili Noko	-.004775	.070595	.997	-.20188	.19233
	Noko	.020058	.070595	.957	-.17704	.21716
Gili Noko	China	.004775	.070595	.997	-.19233	.20188
	Noko	.024833	.070595	.935	-.17227	.22193
Noko	China	-.020058	.070595	.957	-.21716	.17704
	Gili Noko	-.024833	.070595	.935	-.22193	.17227

Analisa keseragaman hasil yang didapatkan pada perlakuan keaneekaragaman terhadap lokasi tiga pulau gosong karang mempunyai nilai yang hampir sama atau tidak ada perbedaan secara nyata. Nilai rata-rata total untuk α 0,05 pada analisa tukey sebesar 0,935. Dari grafik diperoleh analisa rata-ratautupan tertinggi pada Pulau Gili Noko. Lebih lanjut tersaji pada Tabel 33 dan Gambar 17.

Tabel 33. Hasil homogeneous subset.

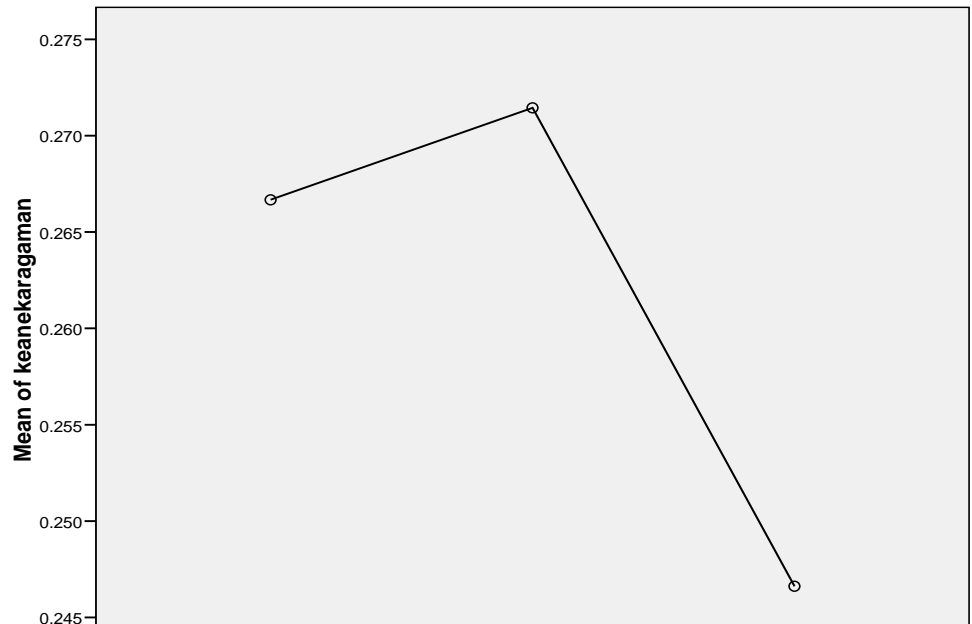
keaneekaragaman

Tukey HSD ^a

pulau	N	Subset for alpha = .05
		1
Noko	4	.24662



Gambar 17. Grafik keanekaragaman karang pada kedalaman ≥ 10 m.



Pola keanekaragaman dapat juga tergantung dari kualitas perairan dan tingginya kelimpahan karang atau rekrutmen. Besarnya variasi rekrutmen karang pada skala spasio-temporal yang berbeda belum banyak terdokumentasikan (Dunstan and Johnson, 1998). Beberapa peneliti mengungkapkan bahwa rekrutmen karang, ikan, dan organisme terumbu karang lainnya yang mempunyai fase larva pelagis bergantung pada terumbu karang parental atau terumbu karang yang berada pada jarak tertentu/dekat (*Self seeding/recruitment*) (Jones *et. al.*, 1999, Swearer *et. al.*, 1999, Cowen *et. al.*, 2000, Barber *et. al.*, 2000). Peneliti yang lain berpendapat bahwa larva organisme terumbu karang mampu menyebar pada jarak yang jauh melintasi wilayah geografi (Robert, 1997). Efek arus pada skala yang berbeda berpengaruh penting pada keragaman dan daya pulih (*resilience*) suatu habitat terumbu karang. Sebagai contoh adalah bahwa rata-rata daya rekrutmen karang di Karibia adalah lebih rendah dari daerah lain di Indo Pasifik (Hughes *et. al.*, 1999).

4.4.3 Hubungan tutupan dengan keanekaragaman

Untuk mendapatkan deskripsi data statistik genus karang di tiga pulau gosong karang pada tiap pulau dilakukan pengambilan data di dua kedalaman yang berbeda dan tiap kedalaman masing-masing transek terdapat 4 segmen ulangan. Tiap segmen mempunyai panjang 20 meter dengan jeda antar segmen sebesar 5 meter sehingga dapat dianalisa hubungan tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karangnya.

Penghitungan hubungan kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang pada tiga pulau gosong karang (Tabel 34) untuk kelas satu (1) didapat nilai rata-rata sebesar 6,2000, kelas dua (2) didapat nilai rata-rata sebesar 6,4000, kelas tiga (3) didapat nilai sebesar 12,0000 dan kelas empat (4) didapat nilai sebesar 8,6000. Dari tabel 34 terlihat bahwa pada kelas satu (1) untuk genus didapat nilai standart deviasi dan standart error sebesar 4,43847 dan 1,98494, kelas dua (2) didapat standart deviasi sebesar 1,94936 standart error sebesar 0,87178, kemudian kelas tiga (3) dadapat nilai standart deviasi sebesar 4,79583 nilai standart error 2,14476 dan kelas empat (4) didapat nilai standart deviasi sebesar 2,96648 dan standart error sebesar 0,93217.

Tabel 34. Deskripsi data statistik hubungan tutupan terumbu berdasarkan kelas dengan keanekaragaman terumbu karang di tiga pulau gosong karang.

Descriptives								
genuskarang								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Class 1	5	6.2000	4.43847	1.98494	.6889	11.7111	2.00	13.00
Class 2	5	6.4000	1.94936	.87178	3.9796	8.8204	4.00	9.00
Class 3	5	12.0000	4.79583	2.14476	6.0452	17.9548	8.00	19.00
Class 4	5	8.6000	2.96648	1.32665	4.9166	12.2834	5.00	13.00
Total	20	8.3000	4.16881	.93217	6.3489	10.2511	2.00	19.00

Setelah mendapatkan deskripsi data statistik tutupan terumbu karang di tiap pulau dilanjutkan dengan pengujian asumsi yang dilakukan dengan lavene test. Asumsi anova satu jalur terpenuhi jika probabilitas lebih besar daripada 0,05. Sebaliknya asumsi anova satu jalur tidak terpenuhi jika probabilitas lebih kecil daripada 0,05. Hasil pengujian asumsi menunjukkan nilai probabilitas (*Sig.*) sebesar 0,130. Nilai probabilitas lebih

besar dibandingkan dengan 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi uji anova satu jalur terpenuhi atau data yang diperoleh sudah homogen. Data yang sudah homogen menunjukkan bahwa data sampel karang yang diambil sudah mewakili tiap genus. Hasil pengujian asumsi anova satu jalur dapat dilihat dalam Tabel 35.

Tabel 35. Hasil uji homogenitas.

Test of Homogeneity of Variances			
genuskarang			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.184	3	16	.130

Apabila data yang didapatkan sudah homogen, maka dapat dilanjutkan dengan uji anova. Hasil analisis menunjukkan nilai statistik hitung (F hitung) sebesar 2,628. Sedangkan nilai statistik tabel (F table) pada probabilitas 5 % dengan derajat bebas satu ($df 1$) = jumlah kelas-1 ($4-1=3$) dan derajat bebas dua ($df 2$) = jumlah ulangan-jumlah kelas ($20-4=16$) adalah sebesar 3,24. Nilai F hitung lebih kecil dari F tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang.

Nilai probabilitas (α) ditentukan sebesar 5 % atau 0,05, sedangkan nilai Sig. F yang diperoleh dari hasil analisis data menunjukkan angka 0,086. Karena nilai Sig. F lebih besar daripada nilai probabilitas (α), maka hipotesis ditolak atau dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang. Data hasil uji anova satu arah dapat dilihat di Tabel 36.

Tabel 36. Hasil uji anova.

ANOVA					
genuskarang					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	109.000	3	36.333	2.628	.086
Within Groups	221.200	16	13.825		
Total	330.200	19			

Dari tabel hasil perbandingan kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang (tabel *post hoc tests*) menunjukkan nilai perbandingan probabilitas yang tidak signifikan pada hubungan kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang. Pada Tabel 37 dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan nyata pada nilai kelas tutupan terumbu karang antara kelas satu (1) dengan kelas dua (2) dimana nilai probabilitasnya sebesar 1,000 atau berada jauh diatas 0,05 dan nilai rata-rata beda (*mean difference*) sebesar -0,20000.

Sedangkan probabilitas perbedaan nilai persentase tutupan terumbu karang antara kelas satu (1) dengan kelas tiga (3) menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,104 dan nilai rata-rata beda sebesar -5,80000. Karena nilai probabilitas tersebut lebih besar daripada nilai *alpha* (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa kedua lokasi tersebut tidak memiliki perbedaan nyata kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus.

Nilai probabilitas kelas tutupan terumbu karang antara kelas satu (1) dengan kelas empat (4) menurut metode Tukey HSD adalah sebesar 0,740 dan nilai rata-rata beda sebesar -2,40000 sehingga dapat diartikan kedua lokasi tersebut tidak memiliki perbedaan secara signifikan dikarenakan nilai probabilitas yang lebih besar dari nilai *alpha* (0,05), hal ini mungkin disebabkan oleh tampilan analisa data yang diperoleh dan segi proses pengambilan data karang di tiga pulau gosong karang tersebut serta pengaruh persentase tutupan terumbu di setiap pulau. Data perbandingan persentase tutupan terumbu tersaji di Tabel 37.

Tabel 37. Hasil perbandingan kelas tutupan terhadap keanekaragaman genus karang.

Multiple Comparisons

Dependent Variable: genuskarang
Tukey HSD

(I) classpercentcover	(J) classpercentcover	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Class 1	Class 2	-.20000	2.35160	1.000	-6.9280	6.5280
	Class 3	-5.80000	2.35160	.104	-12.5280	.9280
	Class 4	-2.40000	2.35160	.740	-9.1280	4.3280
Class 2	Class 1	.20000	2.35160	1.000	-6.5280	6.9280
	Class 3	-5.60000	2.35160	.121	-12.3280	1.1280
	Class 4	-2.20000	2.35160	.787	-8.9280	4.5280
Class 3	Class 1	5.80000	2.35160	.104	-.9280	12.5280
	Class 2	5.60000	2.35160	.121	-1.1280	12.3280
	Class 4	3.40000	2.35160	.491	-3.3280	10.1280
Class 4	Class 1	2.40000	2.35160	.740	-4.3280	9.1280
	Class 2	2.20000	2.35160	.787	-4.5280	8.9280
	Class 3	-3.40000	2.35160	.491	-10.1280	3.3280

Dari data perbandingan tutupan terumbu karang dengan lokasi dilanjutkan dengan melihat hasil perhitungan dari ada/tidaknya pengaruh kelas tutupan terumbu karang terhadap keanekaragaman genus karang. Di Tabel 38 terlihat bahwa tutupan terumbu karang pada kelas empat (4) memiliki nilai sub set yang tertinggi sebesar 12,0000. Kolom perbandingan keseragaman hanya terdiri dari satu kolom (*sub set*) yang diasumsikan tidak ada perbedaan signifikan hubungan kelas tutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang. Terlihat juga di grafik rata-rata kelas tutupan terumbu karang untuk seluruh kelas tutupan terhadap keanekaragaman genus karang. Lebih jelas tersaji pada Tabel 38 dan Grafik 18.

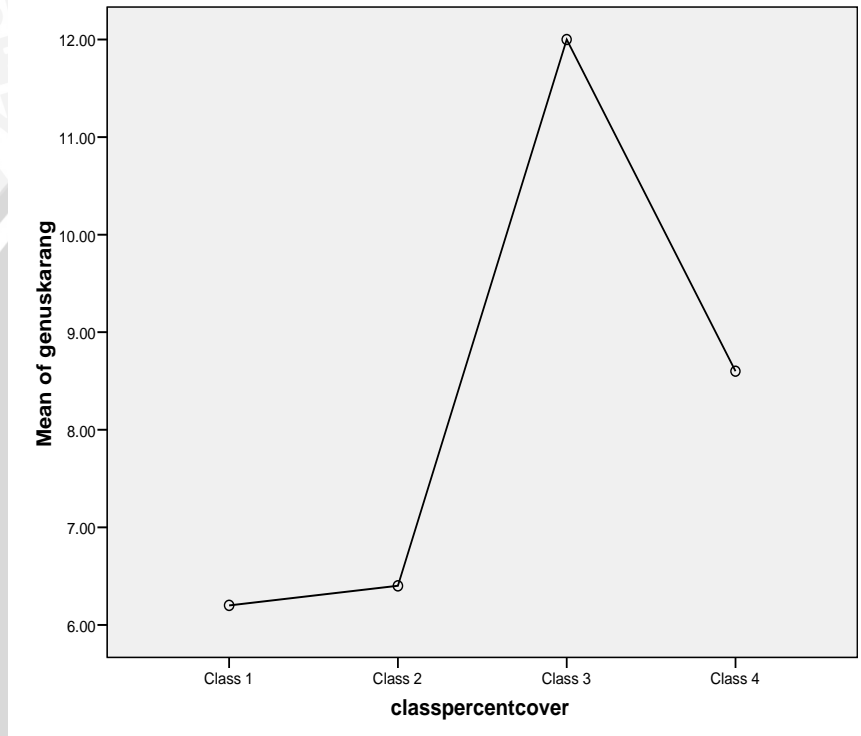
Tabel 38. Hasil homogenous subset.

genuskarang

Tukey HSD^a

classpercentcover	N	Subset for alpha = .05
		1
Class 1	5	6.2000
Class 2	5	6.4000
Class 4	5	8.6000
Class 3	5	12.0000
Sig.		.104

Gambar 18. Grafik kelas tutupan terumbu karang terhadap keanekaragaman genus.



4.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang pada tiga pulau gosong karang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang pada tiga pulau gosong karang di Kepulauan Bawean antara lain :

Cahaya

Pada perairan Pulau China kedalaman ≥ 10 meter memiliki kecerahan tertinggi dengan nilai 8,58 meter tetapi mengalami penurunan nilai kecerahan di kedalaman ≤ 5 meter menjadi 3,82 meter hal ini terkait dengan pergerakan massa air di sekitar pulau ini yang meningkat pada saat siang hari. Di Pulau Gili Noko kedalaman ≤ 5 meter dan ≥ 10 meter memiliki nilai kecerahan yang sama yakni sebesar 3,775 meter. Di Pulau Noko memiliki kecerahan sebesar 8,54 untuk masing-masing kedalaman ≤ 5 dan ≥ 10 meter.

Suhu

Pada daerah observasi, ekosistem Pulau China memiliki suhu atas sebesar 30°C dan suhu bawah sebesar 29°C . Untuk ekosistem Pulau Gili Noko memiliki suhu atas sebesar 30°C dan suhu bawah 29°C sama seperti yang di dapat di Pulau China sedangkan untuk ekosistem Pulau Noko memiliki suhu atas sebesar 29°C dan suhu bawah 29°C .

Salinitas

Pengukuran salinitas ekosistem Pulau China di dapat nilai sebesar 35 %. Ekosistem Pulau Gili Noko didapat nilai sebesar 32 % dan Pulau Noko sebesar 35 %.

Sedimentasi

Lokasi penelitian berada jauh dari muara sungai, juga karena lokasi merupakan jenis pulau gosong karang dan terdapat pula karang penghalang pada

beberapa bagian sisinya sehingga tingkat sedimentasi rendah. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan karang tidak terhambat dari faktor sedimentasi.

Substrat

Perairan di tiga pulau gosong karang ini memiliki dasar perairan yang sama yakni pasir, sehingga cocok untuk pertumbuhan karang.

Pergerakan massa air

Ekosistem Pulau China di atas transek kedalaman ≤ 5 meter memiliki kecepatan pergerakan massa air sebesar $0,1 \text{ m/det}$ (timur laut), transek ≥ 10 meter kecepatan arus $0,09 \text{ m/det}$. Ekosistem Pulau Gili Noko di dua tempat pengambilan data memiliki nilai kecepatan arus sebesar $0,1 \text{ m/det}$. Ekosistem Pulau Noko memiliki nilai kecepatan pergerakan massa air untuk dua tempat pengambilan data $0,1 \text{ m/det}$.

Oksigen terlarut (*dissolved oksigen*)

Pengukuran oksigen terlarut ekosistem Pulau China kedalaman ≤ 5 meter didapat nilai $5,16 \text{ mg/l}$, kedalaman ≥ 10 meter sebesar $6,39 \text{ mg/l}$. Pulau Gili Noko kedalaman ≤ 5 meter $5,16 \text{ mg/l}$, kedalaman ≥ 10 meter $13,3 \text{ mg/l}$. Pulau Noko kedalaman ≤ 5 meter dan kedalaman ≥ 10 meter didapat nilai sebesar $5,83 \text{ mg/l}$.

Tingkat keasaman (pH)

Di lokasi penelitian Pulau China mempunyai nilai pH 8 untuk kedalaman ≤ 5 meter dan pH 9 untuk ≥ 10 meter. Pulau Gili Noko didapat nilai pH 8 untuk kedalaman ≤ 5 meter dan 9 untuk yang ≥ 10 meter. Pulau Noko kedalaman ≤ 5 meter dan ≥ 10 meter memiliki nilai pH 9.

4.6 Faktor-faktor yang merusak ekosistem terumbu karang di tiga pulau gosong karang.

Persentase tutupan, keanekaragaman, penyebaran, dan pertumbuhan terumbu karang tergantung pada kondisi lingkungannya. Kondisi perairan cenderung mengalami perubahan, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor baik alam maupun manusia. Salah satu faktor yakni adanya gangguan baik berupa fisika-kimia maupun biologi. Faktor fisika-kimia, antara lain cahaya matahari, suhu, salinitas, sedimentasi, arus, pH, dan DO. Sedangkan faktor biologi antara lain dengan adanya predator.

4.6.1 Faktor-faktor yang berasal dari alam.

1. Faktor fisika-kimia

Di perairan faktor fisika-kimia seperti cahaya matahari yang tidak sampai dasar perairan, suhu, salinitas dan sedimentasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian terumbu karang. Suhu rata-rata untuk pertumbuhan karang adalah 23-30. Secara umum suhu diatas rata-rata dapat menyebabkan pemutihan karang (*bleaching*). Salinitas rata-rata untuk pertumbuhan adalah 32-36, tingkat sedimentasi (perairan dekat muara sungai), akan menghambat pertumbuhan karang yang menyebabkan kematian karang. Disamping ketiga faktor diatas, pergerakan massa air (gelombang) merupakan penyebab terbesar dari faktor alam dalam kerusakan karang di perairan kepulauan Bawean.

2. Faktor biologi

Di perairan ketiga pulau gosong karang tidak ditemukan *Acanthaster planci*, sehingga perairan ini termasuk yang masih sehat.

4.6.2 Faktor yang berasal dari aktivitas manusia

1. Penggunaan alat tangkap tidak ramah lingkungan

Penggunaan pukat masih ada dan berintensitas tinggi diindikasikan dari adanya kapal dengan alat tangkap tersebut di pendaratan ikan kecamatan Sangkapura dengan perkiraan 20-30 GT dan penggunaan jaring *millennium* oleh nelayan dari Tuban dan Lamongan yang ditemukan di kapal yang berlabuh di pelabuhan pendaratan ikan yang mana jaring *millennium* merupakan modifikasi dari payang dan *trawl*.

Aktivitas oknum nelayan yang menangkap ikan (kerapu, napoleon) dan lobster dengan menggunakan bahan peledak dan potas (*Chyanide*) menyebabkan kehancuran skala luas dan pemutihan karang. Dalam wawancara, penggunaan bahan peledak sudah ada sejak lama dan belum adanya penyuluhan yang aktif dan berkala dari lembaga terkait. (sumber : pengepul ikan karang dan lobster).

2. Penambangan pasir laut

Beberapa tempat pernah dilakukan penambangan pasir laut seperti Pulau Gili Noko dan Pulau Noko terlihat dari adanya bekas dan hasil dari wawancara pemangku desa dan nelayan setempat yang membenarkan bahwa ada penambangan pasir. Hasil dari penambangan ini digunakan untuk membangun infrastruktur di dua kecamatan.

3. Wahana wisata bahari

Pulau gosong karang memiliki keunikan dan daya tarik tersendiri karena memiliki keanekaragaman dan kekayaan habitat terumbu dan biota yang tinggi. Beberapa diantaranya adalah *Diving* dan *Snorkeling* yang juga menjadi penyumbang kerusakan terumbu karang. Pemakaian *fin* yang tidak benar dapat mematahkan karang. Pengunjung yang menginjak karang dan pengambilan biota yang merusak.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, didapat beberapa kesimpulan antara lain:

1. Status keanekaragaman terumbu karang di kedalaman 5 meter pulau gosong karang yaitu (1). Ekosistem karang Pulau China berada pada kondisi **rendah (0,241)**; (2). Ekosistem karang Pulau Gili Noko berada pada kondisi **rendah (0,228)**; dan (3). Ekosistem karang Pulau Noko berada pada kondisi **rendah (0,244)**.
Status keanekaragaman ekosistem karang di kedalaman 10 meter pada 3 ekosistem di perairan Bawean yaitu (1). Ekosistem karang Pulau China berada pada kondisi **rendah (0,266)**; (2). Ekosistem karang Pulau Gili Noko berada pada kondisi **rendah (0,272)**; dan (3). Ekosistem karang Pulau Noko berada pada kondisi **rendah (0,247)**.
Kondisi keanekaragaman pada daerah sampling **rendah** hal ini dimungkinkan pola sebaran genus koloni yang acak dengan kondisi tutupan per koloni genus besar.
2. Hasil transek di 3 ekosistem karang dengan 2 kedalaman berbeda, masing-masing kedalaman 4 lokasi pengidentifikasian menunjukkan persentase tutupan karang batu hidup rata-rata: (1). Ekosistem karang Pulau China kedalaman 5 meter **55,625 % (baik)** dan kedalaman 10 meter **33,6125 % (cukup)**; rendahnya tutupan di kedalaman 10 meter karena kondisi dive site yang bertebing sehingga rentan terhadap keruntuhan material dari permukaan. (2). Ekosistem karang Pulau Gili Noko kedalaman 5 meter **89,1 % (sangat baik)** dan kedalaman 10 meter **35,375 % (cukup)**; rendahnya tutupan di kedalaman 10 meter dimungkinkan adanya kegiatan penangkapan mini trawl, karena terdapat patahan karang yang merata dan luas. (3). Ekosistem karang Pulau Noko kedalaman 5 meter **26,775 % (cukup)** dan kedalaman 10 meter **44,375 % (cukup)**; kondisi terbalik tutupan terumbu dari dua dive site

yang lain yakni pada dive site kedalaman 5 meter ada aktifitas penangkapan kima dan lobster dengan intensitas yang cukup.

3. Hasil uji statistik dengan *SPSS 15 for Windows* didapatkan hasil yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara pengaruh lokasi tiga pulau gosong karang dengan persentaseutupan terumbu karang di kedalaman 5 m sedangkan pada kedalaman 10 m tidak terdapat perbedaan signifikan. Pada uji statistik hubungan lokasi dengan keanekaragaman untuk kedalaman 5 m tidak terdapat perbedaan signifikan, begitu pula di kedalaman 10 m. Untuk uji statistik hubungan kelasutupan terumbu karang dengan keanekaragaman genus karang tidak ditemukan adanya perbedaan signifikan.
4. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang antara lain cahaya, suhu, salinitas, sedimentasi, substrat dan pergerakan massa air. Di perairan Pulau Bawean, faktor-faktor tersebut sangat cocok dan menunjang bagi pertumbuhan karang. Rata-rata cahaya (kecerahan) 6,172 m; suhu 29,3 °C; salinitas 34 ‰; sedimentasi rendah; substrat dasar perairan pasir; dan rata-rata pergerakan massa air 0,098 m/s, rata-rata Oksigen Terlarut (DO) sebesar 6,945 mg/l, dan tingkat keasaman (pH) di tiga pulau gosong karang berkisar antara 8-9.
5. Faktor penyebab kerusakan dan kematian karang di perairan Bawean adalah karena faktor alam dan manusia. Faktor alam seperti terjadinya badai atau gelombang besar dan faktor aktifitas manusia seperti penggunaan bom dan potas (Chyanide Fishing), serta alat tangkap yang tidak ramah lingkungan pada waktu penangkapan ikan.

5.2 Saran dan Rekomendasi

5.2.1 Saran

Hasil penelitian di ekosistem karang tiga pulau gosong menunjukkan bahwa di ekosistem tersebut sudah mengalami penurunan kualitas perairan, persentase tutupan dan keanekaragaman yang seharusnya lebih dari 50 %. Kondisi ini untuk masa yang akan datang akan semakin memburuk jika tidak segera ditangani. Untuk itu, diperlukan kebijakan pengelolaan yang lebih baik terutama dari aspek pengamanan kawasan.

Perlu diadakannya studi pengelolaan kawasan agar dapat menentukan kebijakan pengelolaan yang tepat, sangat disayangkan jika pulau gosong karang mengalami kerusakan dengan sengaja ataupun tidak akibat kebijakan yang tidak tepat.

Penyadaran tentang pentingnya terumbu karang kepada aparat pemerintah, masyarakat, dan institusi pendidikan agar tercipta keselarasan dengan alam lingkungan sehingga kemakmuran tercapai.

5.2.2 Rekomendasi

Perlu adanya kearifan lokal yang akan menjaga keutuhan kawasan pulau gosong sebagai habitat alami ikan serta biota lainnya dan diberlakukannya penegakan hukum yang maksimal bagi pelanggar aturan di kawasan ini.

Perlu diadakannya penelitian (monitoring) yang berkelanjutan untuk melihat perkembangan status keanekaragaman ekosistem terumbu karang yang ada. Dengan demikian, kebijakan pengelolaan selalu didasarkan atas rekomendasi penelitian yang diadakan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2001. **Petunjuk Pelaksanaan Transplantasi Karang**. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Direktorat Konservasi dan Taman Laut Nasional Laut. Jakarta.
- _____. 2004. **Panduan Praktis Praktikum Pengantar Oceanografi**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- _____. 2005. **Laporan survey Pulau Bawean**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Arikunto, S. 2002. **Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek**. Edisi Revisi V. Cetakan Keduabelas. Rineka Cipta. Jakarta.
- Barber P. H., Palumbi S. R., Erdman M. Y., Moosa M. K. 2000. **A Marine Wallace's Line?** Nature 406:692-3.
- Barus. 2002. **Pengantar limnologi**. Fakultas MIPA. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Bellwood, D. R., Hughes, T. P., Folke, C., and Nystro, M. 2004. **Confronting The Coral Reef Crisis**. Nature vol. 429. June 2004. Nature publishing group.
- Bengen, D. G., 2002, **Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut serta Prinsip Pengelolaannya**. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir Dan Lautan, Institut Pertanian Bogor. 66p (<http://www.dkp.go.id/>) Dikunjungi 15 Desember 2007
- Birkeland, C. 1997. **Life and Death of Coral Reefs**. 537p.cm. Chapman & Hall 2-6 Boundary Row. London SE1 8HN. England.
- Burke L, E. Selig and M. Spalding. 2002. **Reef at Risk in Southeast Asia**. World Resources Institute. Washington DC.
- Constanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M., Grasso, B., Hannon, K., Limburg, S., Naeem, R. V., O'Neill, J., Paruelo, R. G., Raskin, P., Sutton and M. Van der Belt. 1997. **The Value of The World's Ecosystem Service and Natural Capital**, Nature 387: 255-60. <http://www.geocities.com/coral/ecosystem/naturalservice.html> akses 15 juli 200.
- Cowen R. K., Lwiza K. M. M., Sponagule S, Paris C. B., Olson D. B., 2000. **Connectivity of marine populations: open or closed?** Science 287:857-9.
- DitJen Perikanan. 2001. **Petunjuk Pelaksanaan Transplantasi Karang**. Departemen Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Pesisir dan Pulau-pulau Kecil Direktorat Konservasi dan Taman Nasional Laut. Jakarta. hal 1.

- Dunstan P. K., Johnson C. R., 1998. **Spatio-temporal variation in coral recruitment at different scales on Heron Reef, southern Great Barrier Reef.** *Coral Reefs* 17:71-81.
- English, S., C. Wilkinson and V. Baker. 1994. **Survey Manual For Tropical Marine Resources.** *Australian International Development Assistance Bureau (AIDAB).* Australia. 368 pp.
- Goreau T. J., McClanahan T., Hayes R., Strong A. 2000. **Case Study Waste Nutrients: Impact on Coastal Coral Reef and Fisheries, and Abatement Via Land Recycling.** Global Coral Reef Alliance, 37 Pleasant Street, Cambridge, MA 02139, USA
<http://www.geocities.com/coralreefalliance/biorock.html>. akses 15 juli 2006.
- Hanafiah K. A. Dr. Ir. MSi. 1991. **Rancangan Percobaan-Teori dan Aplikasi.** Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang. Divisi Buku Perguruan Tinggi. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Hasan, M. Iqbal. 2002. **Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya.** Cetakan Pertama. Jakarta : Galia Indonesia.
- Hughes T. P., Baird A. B., Dinsdale E. A., Moltschaniwskyj N. A., Pratchett M. S., Tanner J. E., Willis B. L., 1999. **Pattern of recruitment and abundance of corals along the Great Barrier Reef.** *Nature* 397: 59-63.
- Johan. M. Si., O. 2003. **Metode Survei Terumbu Karang Indonesia.** Makalah pada *Training Course: Karakteristik Biologi Karang di Jakarta*, 7-12 Juli 2003. 8 hal.
- Jones G. P., Milicich M. J., Emslie M. J., Lunow C. 1999. **Self-recruitment in a coral reef fish population.** *Nature* 402:802-4.
- Kenchinton R. and Ch'ng Kim Looi. 1994. **Staff Training Materials for The Management of Marine Protected Areas.** RCU/EAS Technical Report Series No. 4. UNEP. Bangkok.
- Krebs, C. J. 1985. **Ecology The Experimental Analysis of Distribution and Abundance 2nd Edition.** Harper and Row Publisher. London.
- Lutwig, J. A. and Reynolds, J. F. 1988. **Statistical Ecology A Prime On Methods and Computing.** John Willey and Sons, Inc. Canada.
- Nybakken, J. W. 1992. **Biologi Laut Satu Pendekatan Ekologis.** (Terjemahan. Alih bahasa oleh H.M Eidman). PT. Gramedia. Jakarta).

- Nontji, A. 1993. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Odum, H. T. 1992. **Ekologi Sistem Suatu Pengantar**. Penerjemah: Supriharyono, dkk.. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Odum, E. P. 1971. **Fundamental of Ecology (3th Edition)**. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Oktariana. 2006. **SPSS 13.0 untuk Orang Awam**. Maxicom. Palembang.
- Oliver et al. 2004. **A Global Protocol for Assessment and Monitoring of Coral Bleaching**. 1st Edition. Behalf of WorldFish Center and WWF Indonesia. Jakarta.
- Patria, M. P. 2005. **Terumbu Karang dan Karang**. <http://www.terangi.or.id/publications/pdf/terumbukarang.pdf>. 4 hal. tanggal akses : 1 September 2005.
- _____, M. P., Dr. 2003. **Terumbu Karang dan Karang**. (tidak diterbitkan).
- Robert C. M., 1997. **Collectivity and management of Caribbean coral reefs**. Science 278: 1454-7.
- Robson, Alford and Jones, 2003. **Biometry**. BS2001 & ZL5003. Lecture Notes. School of Tropical Biology. RM 216 New Biology Building. Australia.
- Romimohtarto, K. dan Juwana, S. 2001. **Biologi Laut. Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut**. Djambatan. Jakarta.
- _____, K. dan Juwana, S. 2005. **Biologi Laut**. Djambatan. Jakarta. 540 hal.
- Setyanto. A. 2005. **Kawasan Perlindungan Laut (KPL) untuk Mengelola Sumberdaya Ikan Laut**. Makalah pada Pelatihan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan di BPPI Semarang, 14-24 Juni 2005. 5 hal.
- Subana, M. dan Sudrajat. 2005. **Dasar-dasar Penelitian Ilmiah**. Pustaka Setia. Bandung.
- Subarijanti, H.U. 2000. **Ekologi Perairan**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Suharsono, 1986, **Jenis-jenis karang yang umum dijumpai di Perairan Indonesia**. LIPI. Jakarta.
- _____. 1996. **Jenis-jenis Karang Yang Umum Dijumpai di Perairan Indonesia**. LIPI. Jakarta.

_____ and Purnomohadi N. 2001. **International coral reef initiative country report: Indonesia**. Paper presented at the regional ICRI workshop for East Asia, Cebu, Philippines, April 2, p. 1.

Supriharyono. 2000a. **Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang**. Djambatan. Jakarta.

_____. 2000b. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Alam di Wilayah Pesisir Tropis**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Swearer S. E., Caselle J. E., Lea D. W., Warner R. R., 1999. **Larval retention and recruitment in an island population of coral reef fish**. *Nature* 402:799-802.

Timotius, S. 2003. **Biologi Terumbu Karang**. Makalah pada Training Course Yayasan Terumbu Karang Indonesia (Terangi): Karakteristik Biologi Karang di Jakarta, 7-12 Juli 2003.

Tokan. F. M., 2006. **Pemetaan Potensi Sebagai Dasar Pengelolaan Sumberdaya Perikanan Pulau Bawean Kabupaten Gresik**. Skripsi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Tidak diterbitkan.

Tomascik T., Mah A. J., Nontji A., Moosa M. K., 1997. **The ecology of the Indonesian seas, Part One**. Vol VII. Dalhousie University, Canada.

Veron, J. E. N. 1986. **Corals of Australia and the Indo-Pacific**. Australian Institute of Marine Science and CRR Qld Pty Ltd. Townsville – Australia. 644 pp.

Wilkinson C. 1999. **Global and local threats to coral reef functioning and existence: review and predictions**. *Mar. Freshwater Res.* 50:867-878.