

**KEPADATAN ZOOXANTHELLA PADA BEBERAPA TINGKATAN
UKURAN CANGKANG KIMA SISIK (*Tridacna squamosa* Lamark)**

**HARMITA
H 411 96 005**



**Pembimbing Utama : Drs. Willem Moka, M.Sc.
Pembimbing Pertama : Dr. Ir. A. Niartiningih, MS.
Pembimbing Kedua : Drs. A m b e n g**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002**

**KEPADATAN ZOOXANTHELLA PADA BEBERAPA TINGKATAN
UKURAN CANGKANG KIMA SISIK (*Tridacna squamosa* Lamark)**

**HARMITA
H41196005**

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi syarat
untuk memperoleh Gelar sarjana pada Fakultas MIPA-UH

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul skripsi : **Kepadatan Zooxanthella pada Beberapa tingkatan ukuran Cangkang Kima Sisik (*Tridacna squamosa* Lamark).**

Skripsi telah diperiksa
dan disetujui oleh :



Drs. Willem Moka, M.Sc.
Pembimbing Utama



DR. Ir. A. Niartining Sih, M.Si.
Pembimbing Pertama



Drs. Almbeng
Pembimbing Kedua

Tanggal lulus : 2 Mei 2002

KATA PENGANTAR

Bismillahi Rahmani Rahim

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan laporan hasil penelitian untuk melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat untuk mencapai gelar sarjana (menyelesaikan studi) pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis sepenuhnya sadar bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, sehingga masukan dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi tersebut.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

- Bapak Drs. Willem Moka, M.Sc, sebagai pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan.
- Ibu Dr. Ir. A. Niartiningsih, M.Si, selaku pembimbing pertama yang telah banyak membantu, membimbing serta memberikan banyak referensi sampai rampungnya penulisan skripsi ini.
- Bapak Drs. Ambeng, selaku pembimbing kedua yang telah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan saran dan masukan hingga akhir penulisan skripsi ini.
- Ibu Ketua Jurusan dan seluruh staf dosen jurusan Biologi F.MIPA UNHAS.

- Drs. H. A. Azis Mattimu MS, selaku Penasehat Akademik.
- Bapak Dekan F MIPA UNHAS.
- drg. Amin K, PhD dan drg. Ruslin, Ela dan rekan- rekan di RSGM-FKG Unhas atas bantuan dan kerjasamanya selama ini.
- Rekan Mahasiswa Biologi Angkatan 96, juga kepada Aq, Alma, Udin, rekan-rekan di Pulau Barrang Lompo (Pak Syarifuddin, Pak Ridwan, Ulla, Ami) dan teman-teman di Ramsis Unhas Blok 3E.

Penulis juga ucapkan banyak terima kasih kepada K'@chiem atas segala motivasi, bantuan dan dukungan sampai rampungnya penulisan skripsi ini.

Rasa penghargaan dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada Ayah, Ibu dan saudara-saudaraku tercinta (ka' Ummi, ka'ady dan diana) atas segala bantuan, dukungan dan doa restunya selama ini hingga selesainya skripsi ini.

Makassar, 20 Juli
2002

Penulis

Harmita

ABSTRAK

Penelitian mengenai “Kepadatan Zooxanthella pada Beberapa Tingkatan Ukuran cangkang Kima Sisik (*Tridacna squamosa* Lamark)” dilakukan dari bulan September sampai dengan Desember 2001 di Hatchery Marine Field Station Unhas Pulau Barrang Lompo Kecamatan Ujung Tanah Kotamadya Makassar Sulawesi Selatan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan antara ukuran panjang cangkang kima sisik (*T. squamosa*) dengan kepadatan zooxanthella dengan menggunakan kima sisik berukuran ± 10 cm, ± 15 cm, ± 20 cm dan ± 25 cm. Total sel zooxanthella dihitung dengan menggunakan Haemocytometer dan Hand Counter. Kepadatan zooxanthella dihitung dengan rumus APHA (1989). Data dianalisis dengan menggunakan uji-t dan analisa regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kepadatan sel zooxanthella tertinggi ditemukan pada kima berukuran ± 10 cm yaitu $86,4 \times 10^6$ individu per mm^2 . Sedangkan kepadatan sel zooxanthella terendah ditemukan pada kima ukuran ± 25 cm yaitu $45,6 \times 10^6$ individu per mm^2 . Hasil analisa uji-t dan regresi diketahui bahwa jumlah kepadatan sel zooxanthella signifikan dan kepadatan zooxanthella bergantung pada ukuran cangkang.

Kata kunci : Kima sisik (*Tridacna squamosa* Lamark), zooxanthella.



ABSTRACT

A research about "Zooxanthella Density for Several Size in Scaly Clam (*Tridacna squamosa* Lamark)" has been done from September to December 2001, in Hatchery of Marine Field Station of Unhas, Barrang Lompo Island Makassar South Sulawesi. The aim of this research was to know the relationship between the density of zooxanthella in the tissue of *T. squamosa* which has ± 10 cm, ± 15 cm, ± 20 cm and ± 25 cm of shell length respectively. The total cells of zooxanthella was counted by using Haemocytometer and Hand Counter, while the density of zooxanthella counted using APHA formula (1989) and data analysis using t-student test and regression analysis. The result shows that the highest density rate of of zooxanthella cell was found in ± 10 cm of shells length were $86,4 \times 10^6$ individu per mm^2 and the lowest density rate of zooxanthella cell was found in ± 25 cm of shells length were $45,6 \times 10^6$ individu per mm^2 . From the data analysis knows that the zooxanthella density are significant and it depend on the length of shell.

Key word : Scaly clam (*Tridacna squamosa* Lamark), zooxanthella.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRAC	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar belakang	1
I.2 Maksud dan Mujuan	3
I.2.1 Maksud Penelitian	3
I.2.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Lokasi dan Waktu	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Pengertian Umum Zooxanthella	4
II.2 Peranan Zooxanthella dalam Ekosistem Terumbu Karang	6
II.3 Assosiasi Simbiotik antara Zooxanthella dengan Kima (<i>Tridacnidae</i>)	10
II.4 Morfologi dan Ekologi Kima	16
II.5 Sistematika Kima Sisik (<i>Tridacna squamosa</i>)	17
II.6 Faktor Lingkungan	19

BAB III METODOLOGI	20
III.1 Alat dan Bahan	20
III.1.1 Alat	20
III.1.2 Bahan	20
III.2 Metode Kerja	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
IV.1 Hasil	25
IV.2 Pembahasan	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	32
V.1 Kesimpulan	32
V.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Kepadatan Zooxanthella pada Masing-masing Ukuran Cangkang Kima Sisik (<i>Tridacna squamosa</i>)	25
2.	Hasil Pengujian dengan Uji-t	29
3.	Hasil pengukuran parameter lingkungan lokasi pengambilan sampel	30
4.	Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Sampel Kima (Ukuran \pm 10 cm)	37
5.	Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Sampel Kima (Ukuran \pm 15 cm)	38
6.	Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Sampel Kima (Ukuran \pm 20 cm)	39
7.	Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Sampel Kima (Ukuran \pm 25 cm)	40
8.	Perhitungan Statistik Uji – t	41
9.	Nilai Rata-rata kepadatan Zooxanthella pada Empat Tingkatan Ukuran Kima Sisik (<i>Tridacna squamosa</i>)	43
10.	Nilai Standar Deviasi Kepadatan Zooxanthella	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Potongan Melintang untuk Menunjukkan Letak Zooxanthella pada Bagian Mantel	14
2.	Sistem Pembuluh Zooxanthella pada salah satu bagian dari Kima	14
3.	Grafik kepadatan zooxanthella pada Kima (<i>Tridacna squamosa</i>) ukuran 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm	28
4.	Grafik hubungan kepadatan zooxanthella dengan ukuran panjang cangkang kima sisik (<i>T. squamosa</i>)	30
5.	Peta Lokasi Pulau Barrang Lompo	37
6.	Foto Sampel Kima Sisik (<i>T. Squamosa</i>) Ukuran 10 cm	49
7.	Foto Sampel Kima Sisik (<i>T. Squamosa</i>) Ukuran 15 cm	49
8.	Foto Sampel Kima Sisik (<i>T. Squamosa</i>) Ukuran 20 cm	50
9.	Foto Sampel Kima Sisik (<i>T. Squamosa</i>) Ukuran 25 cm	50



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Peta Lokasi Penelitian Pulau Barrang Lompo	36
2.	Tabel Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Kima Sisik (<i>T. squamosa</i>) Ukuran 10 cm.....	37
3.	Tabel Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Kima Sisik (<i>T. squamosa</i>) Ukuran 15 cm.....	38
4.	Tabel Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Kima Sisik (<i>T. squamosa</i>) Ukuran 20 cm.....	39
5.	Tabel Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada Kima Ukuran 25 cm	40
6.	Tabel Perhitungan Statistiki Uji-t	41
7.	Tabel nilai rata-rata kepadatan zooxanthella pada empat tingkatan ukuran kima sisik (<i>Tridacna squamosa</i>)	43
8.	Tabel nilai standar deviasi kepadatan zooxanthella	44
9.	Hasil analisis regresi linier hubungana antara ukuran panjang cangkang kima dengan kepadatan zooxanthella	45
10.	Foto ukuran sampel kima sisik (<i>Tridacna squamosa</i>) 10 cm, 15 cm, 20 cm dan 25 cm	46



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu ciri yang menonjol dalam lingkungan laut adalah banyaknya asosiasi-asosiasi tertutup yang terlihat di antara species yang berbeda. Hubungan tertutup ini nampaknya tidak merugikan anggota lainnya, bahkan berguna untuk satu atau keduanya. Simbiosis merupakan sebutan bagi asosiasi-asosiasi seperti itu yaitu hubungan timbal balik antara dua species yang berbeda (Nybakken, 1992).

Zooxanthella merupakan alga uniseluler yang hidup bersimbiosis secara luas dalam tubuh berbagai hewan avertebrata. Ia mempunyai peranan yang sangat penting dalam ekosistem terumbu karang, yaitu menyediakan sumber energi dan nutrisi bagi kelangsungan hidup hewan yang menjadi inangnya (Suharsono dan Sukarno, 1993).

Kima merupakan salah satu hewan avertebrata laut yang menjadi inang dari zooxanthella. Kima banyak dikenal dikalangan masyarakat dan merupakan sumber hayati laut yang memiliki nilai ekonomis tinggi, disamping itu cangkangnya dapat dimanfaatkan sebagai hiasan rumah tangga, bahan baku industri seperti ubin teraso yang banyak digemari oleh masyarakat dan juga memiliki kandungan protein yang tinggi.

Hubungan antara zooxanthella dengan hewan inangnya merupakan hubungan yang saling menguntungkan (simbiosis mutualistik). Hasil fotosintesis dari zooxanthella yang berupa senyawa gula sederhana, protein, lemak dimanfaatkan oleh

inangnya untuk tumbuh dan berkembang biak, sebaliknya zooxanthella memanfaatkan hasil metabolisme inangnya sebagai makanannya (Jamaluddin, 2000).

Besarnya kontribusi zooxanthella terhadap inangnya, tergantung pada keberadaan cahaya dan spesies inangnya. Goreau (1961), menemukan bahwa zooxanthella meningkatkan laju proses mengeras menjadi kapur (kalsifikasi) yang dilakukan oleh karang dan laju pertumbuhan koloni karang (Ambariyanto, 1993).

Tingginya laju fotosintesis zooxanthella akan berdampak pada semakin besarnya kontribusi yang akan diberikan ke inangnya. Salah satu kontribusi zooxanthella yang berpengaruh pada kualitas zooxanthella adalah kepadatan.

Menurut Klumpp (1996) bahwa pada hewan kima perbedaan dalam ukuran akan memberikan pengaruh jumlah populasi kepadatan (*density*) zooxanthella, karena perbedaan kepadatan zooxanthella selain disebabkan karena perbedaan spesies juga disebabkan karena perbedaan ukuran.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka telah dilakukan penelitian mengenai kepadatan zooxanthella pada empat tingkatan ukuran cangkang kima sisik (*Tridacna squamosa*).

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian adalah untuk mengetahui kepadatan zooxanthella pada beberapa tingkatan ukuran panjang cangkang kima sisik (*Tridacna squamosa*).

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan beberapa tingkatan ukuran panjang kima sisik (*T. squamosa*) dengan kepadatan zooxanthella.

1.2.3 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi untuk penelitian selanjutnya.

1.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel yaitu di Pulau Barrang Lompo, Kecamatan Ujung Tanah, Kodya Makassar dari Bulan September sampai Desember Tahun 2001 dan dianalisis di Hatchery Marine Field Station UNHAS Pulau Barrang Lompo.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Pengertian Umum Zooxanthella

Zooxanthella adalah alga dinoflagellata yang berwarna kuning-kecoklatan yang hidup endosimbiotik dalam banyak spesies invertebrata laut (Brandt, 1881 dalam Ambariyanto, 1996).

Zooxanthella bersimbiosis dengan sekitar 150 genera avertebrata laut dan mempunyai penyebaran yang sangat luas yaitu daerah tropis sampai subtropis. Zooxanthella yang merupakan alga uniseluler yang hidup di dalam tubuh berbagai avertebrata bahari dalam hubungan yang saling menguntungkan atau bersifat simbiotis mutualistik (Muscatine, 1967).

Istilah zooxanthella adalah nama umum yang berasal dari nama marga (genus) zooxanthella yang digunakan oleh Brandt (1881) untuk suatu dinoflagellata yang hidup bersimbiosis dalam tubuh radiolaria *Collusum innerme* Haeckel (Muscatine, 1967). Sekarang istilah tersebut digunakan dalam pengertian yang lebih luas yang mencakup tiap alga uniseluler yang hidup sebagai simbion dalam invertebrate (Muscatine, 1967).

Kebanyakan zooxanthella merupakan anggota dari Dinophyceae. Umumnya Dinophyceae hidup sebagai fitoplankton, sedangkan zooxanthella hidup terutama di dalam hewan inangnya dan karenanya zooxanthella disebut juga sebagai plankton yang terjebak *Imprisoned Plankton* (Nontji, 1984).

Zooxanthella dalam konteks ekologi dapat dilihat sebagai salah satu komponen produsen bentik, atau dalam konteks fisiologis organismik zooxanthella merupakan unsur produsen-konsumen. Secara umum telah diketahui bahwa zooxanthella sangat berperan dalam pembentukan kerangka terumbu karang dan kecepatan pertumbuhan karang hermatipik (Goreau 1959 dalam Zamani, 1995).

Zooxanthella mempunyai jumlah yang berkisar 10^6 sel per cm^2 pada karang terumbu, atau per mg jaringan anemon laut, sampai 2×10^8 sel per gram jaringan mantel *Tridacna*. Alga ini dapat mencapai 3 % sampai 14 % dari total biomassa protein berbagai asosiasi yang pernah diukur (Muscatine, 1980).

Taylor (1974), zooxanthella membedakan dalam empat species yaitu: (1) *Gymnodinium (Symbiodinium) microadriaticum* yang hidup dalam protozoa, coelenterata, molluska; (2) *Amphinidium chottonii* dalam coelenterata; (3) *A. klebsii* dalam platyhelminthes dan (4) *Amphinidium sp* yang banyak terdapat pada protozoa. Namun zooxanthella yang paling sering ditemukan di lautan seluruh dunia merupakan spesies utama dinoflagellata. Spesies zooxanthella yang paling umum ditemukan adalah dinoflagellata *Symbiodinium (Gymnodinium) microadriaticum*.

Symbiodinium microadriaticum pertama kali diisolasi dari ubur-ubur *Cassiopea sp*. Penelitian lebih lanjut disebutkan *Symbiodinium microadriaticum* tidak monospesifik. Secara morfologi, fisiologis, biokimia dan genetika berbeda antara *Symbiodinium microadriaticum* yang berkumpul dari jaringan inang yang berbeda. Ada perbedaan dalam siklus hidup zooxanthella dalam simbiosis dan dalam kondisi kultur (Ambariyanto, 1996).

Secara genetika perbedaan dari zooxanthella genus Symbiodinium akhir-akhir ini telah dijelaskan bahwa tipe dari Symbiodinium dapat membentuk sebuah simbiosis dengan Tridacnidae, simbiosis dengan beberapa zooxanthella menyebabkan pertumbuhan yang tinggi dan tingkat ketahanan yang lebih tinggi dari yang lainnya. Bukti-bukti yang ada menunjukkan bahwa tipe pertumbuhan yang cepat dari zooxanthella (pada inang) juga mempercepat pertumbuhan yang besar pada kima (Copland dan Lucas, 1988).

II.2 Peranan Zooxanthella dalam Ekosistem Terumbu Karang

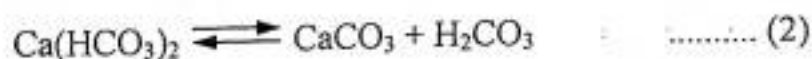
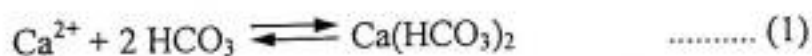
Zooxanthella sebagai produsen primer juga merupakan unsur dari asosiasi simbiotik yang bertanggung jawab pada perolehan nutrisi organik. (Odum, 1955 dalam Nontji, 1984) dalam penelitiannya mengenai struktur trofik di atol Eniwetok sampai pada suatu bahwa koloni karang ternyata mempunyai komponen-komponen tumbuhan yang jauh lebih besar dari pada komponen hewan, masing-masing dengan rata-rata $0,63 \text{ g/cm}^2$ dan $0,021 \text{ g/cm}^2$ berat kering atau berbeda sekitar 3 kali lipat. Komponen tumbuhan dapat berupa zooxanthella yang hidup di dalam polip dan filamentous green algae (Ganggang hijau berbentuk filamen) yang hidup terbenam di dalam kerangka karang.

Dalam penelitiannya, Taylor (1971) mendapatkan bahwa produk dari metabolisme simbiosis di antaranya adalah berupa gliserol, glukosa, alanin, lipid, asam organik, fosfat organik dan oksigen.

McLaughlin (1964) dalam Zamani (1995) menyatakan bahwa zooxanthella dapat menggunakan produk sisa dari inang seperti sulfur, nitrogen, dan kandungan fosfat yang berasal dari sisa makanan dan telah di daur ulang oleh hewan inang.

Ada 2 mekanisme penampakan zooxanthella pada generasi berikutnya dari simbiosis inangnya. Zooxanthella dapat diperoleh melalui transmisi paternal langsung melalui telurnya, atau perolehan langsung dari lingkungan. Zooxanthella tidak ditemukan dalam tahap trocophore (Fitt and Trench, 1981).

Zooxanthella juga berperan pokok dalam pertumbuhan anorganik (skeletogenesis) dari terumbu karang. Goreau (1959) dalam Jones, (1973) merancang teknik yang cepat dan tepat untuk pengukuran deposisi kalsium pada karang, di samping kontrol laboratorium dan kondisi lapangan. Mereka menemukan bahwa cahaya bersama adanya (keberadaan) zooxanthella penting pada percepatan kalsifikasi karang, di mana aktivitas karbon anhidrase mengurangi kecepatan deposisi kalsium. Hipotesis ini didasarkan pada reaksi kalsifikasi:



Hidrolisis asam karbonik pada produk akhir air dan CO₂ diduga dikatalisis oleh karbon anhidrase. Pada saat terang (siang hari), seluruh kecepatan reaksi kemungkinan meningkat, sementara itu zooxanthella menghabiskan CO₂ selama fotosintesis. Hipotesis ini adalah upaya pertama untuk menjelaskan bagaimana cahaya mempercepat deposisi kalsium (Jones dan Endean, 1973).

Setiap koloni *hermatypic corals* mengandung alga (*zooxanthella*) yang bersimbiosis dengan koloni karang. *Zooxanthella* yang hidup di koloni karang ini selain memproduksi karbon, juga memproduksi kalsium karbonat (kapur) atau kalsifikasi untuk membentuk bangunan karang. Sehingga karang jenis ini disebut "*reef building corals*", atau jenis karang yang dapat membuat bangunan karang dari kapur. *Zooxanthella* merupakan faktor yang esensial dalam proses kalsifikasi atau produksi kapur bagi *hermatypic coral*. Kecepatan kalsifikasi ini tidak sama untuk setiap spesies. Species-species tertentu tumbuhnya sangat cepat, yaitu bisa > 2 cm/bulan (umumnya *branching corals*), namun ada pula species karang (umumnya *massive corals*) yang tumbuh sangat lambat, yaitu hanya < 1 cm/tahun (Supriharyono, 2000).

Di dalam jaringan polip karang, *zooxanthella* melalui proses fotosintesis membantu dalam mensuplai makanan dan oksigen bagi polip dan juga membantu proses pembentukan kerangka kapur. Sebaliknya polip karang menghasilkan sisa-sisa hasil metabolisme berupa karbon dioksida, fosfat dan nitrogen yang digunakan oleh *zooxanthella* untuk fotosintesis dan pertumbuhannya. Keterkaitan hubungan antara keduanya sangat erat hingga misalnya pada kedalaman lebih 40 m polip karang biasanya sudah tidak hidup, sebab *zooxanthella* dalam jaringannya sudah tidak dapat menyumbang makanan dan oksigen dari proses fotosintesis karena cahaya sudah sangat redup. Makin dalam makin kecil intensitas cahaya hingga makin kecil pula makanan berupa produk fotosintesis yang dapat disumbangkan oleh *zooxanthella* kepada polip inangnya (Nontji, 1993).

Reaksi fotosintesis zooxanthella akan menghasilkan serangkaian senyawa organik yang merupakan energi potensial yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses biologis. Dalam asosiasi zooxanthella-karang ternyata hasil fotosintesis zooxanthella dapat ditranslokasikan kepada hewan inangnya. Pengalihan zat-zat organik dari zooxanthella ke hewan inangnya telah didemonstrasikan dengan menggunakan radioisotop. Bagaimana mekanisme translokasi dari zooxanthella ke hewan inang apakah dengan proses difusi aktif atau cara lain, merupakan pertanyaan yang belum terjawab terbatas (Nontji, 1984).

Ini adalah bukti bahwa cahaya bersama-sama dengan adanya zooxanthella merupakan faktor lingkungan yang mengontrol distribusi vertikal karang, laju kalsifikasi atau laju pembentukan terumbu (*reef*), bentuk terumbu dan atoll, dan bentuk individu dari setiap koloni karang. Mengingat kalsifikasi hanya terjadi bersamaan dengan produksi karbon, maka kalsifikasi hanya terjadi pada kondisi-kondisi tertentu saja, yaitu ketika siang hari atau ada sumber cahaya. Menurut Goreau dan Goreau (1959), ada korelasi positif antara laju iluminasi (fotosintesis) dengan kalsifikasi. Hasil penelitian dengan menggunakan unsur ^{45}Ca sebagai tanda (*tracer*), baik di laboratorium maupun lapangan, menunjukkan bahwa laju kalsifikasi atau pertumbuhan karang lebih cepat pada kondisi terang daripada gelap. Lebih lanjut disebutkan bahwa laju kalsifikasi lebih cepat sekitar dua kalinya di daerah yang terang dibandingkan dengan pada hari-hari berawan (Supriharyono, 2000).



II.3 Asosiasi Simbiotik antara *Zooxanthella* dengan Kima (*Tridacnidae*)

Di antara ribuan jenis molluska yang ada di dunia ini, simbiosis dengan *zooxanthella* hanya dijumpai pada delapan jenis bivalvia, di antaranya tujuh jenis termasuk *Tridacnidae* (kima) dan satu jenis lainnya termasuk kerabat dekat kima, yaitu kerang hati, *Corculum cardisca* (Yonge, 1980).

Berbeda dengan bivalvia pada umumnya, kima hidup tertambat di atas pasir atau karang mati dalam posisi “terbalik”, yaitu pada posisi engsel (umbo) di bawah. Kima selalu membuka cangkangnya pada waktu siang, sehingga jaringan sifonal yang membesar dan diwarnai oleh pigmentasi dari *zooxanthella*, selalu mendapat radiasi yang cukup. Jaringan sifonal kima telah mendapat fungsi tambahan, yaitu sebagai kebun bagi *zooxanthella* yang sangat besar bagi nutrisi kima (Panggabean, 1987).

Fransisket (1969) dalam Fitt. W.K (1992), memperlihatkan bahwa jika kima tidak diberi makanan, tetapi tetap terkena cahaya, kima akan bertambah beratnya. Hal ini hanya dapat terjadi jika *zooxanthella* menyediakan makanan bagi kima. *Zooxanthella* yang berada di dalam kima respon terhadap cahaya. Namun respon ini tergantung pada ukuran kima, dimana kima yang kecil mencapai tingkat fotosintesis maksimal pada seperempat dari intensitas sinar matahari di udara, pada kima yang besar tidak pernah mencapai tingkat fotosintesis maksimal karena luasnya naungan yang dimiliki *zooxanthella* melalui kedua jaringan kima maupun *zooxanthella* yang lain.

Fotoadaptasi dari *zooxanthella* dalam kima terhadap cahaya sangat rendah dengan meningkatnya jumlah *zooxanthella* pada setiap kima atau jumlah dari

pigmen-pigmen yang menggunakan cahaya per-zooxanthella, sangat efektif dalam memaksimalkan fotosintesis dan untuk pertumbuhan kima (Fitt, 1992).

Kedua simbiosis dapat menciptakan ekosistem kecil di mana ada daur makanan yang seimbang dan efisien antara kedua jenjang tropik (kima dan zooxanthella). Kima dan zooxanthella masing-masing mempunyai kemampuan mengekstrak makanan esensial yang dibutuhkan pihak lawannya. Zooxanthella berfotosintesis dan hasil fotosintesisnya berupa senyawa gula sederhana seperti glukosa, oligosakarida, glutamat, aspartat, succinat, alanin dan gliserol juga protein dan lemak yang dimanfaatkan oleh kima untuk tumbuh dan berkembang. Selain itu, keberadaan zooxanthella dalam perairan membantu proses pengapuran dalam pembentukan cangkang sehingga memungkinkan kima dapat bertumbuh sangat besar (Munro dan Gwyther, 1981).

Zooxanthella telah menyesuaikan diri dengan kehidupan bersimbiosis dengan inangnya. Zooxanthella pada umumnya tinggal di perairan bebas. Di dalam jaringan inangnya zooxanthella berbentuk bulat dengan diameter sel antara 6-12 mikron dan membelah secara vegetatif. Di luar jaringan inangnya, ganggang ini dilengkapi bulu cambuk (bersifat motil) dan dapat berenang hingga sejauh 10 m/hari. Sel-sel motil tersebut amat banyak berperan dalam pembinaan persahabatan dengan kima muda, yaitu sejak masa burayak (larva) yang merupakan awal pertumbuhannya (Fitt, W.K., 1984).

Peranan tersebut amat penting karena hasil penelitian menunjukkan bahwa kehidupan bersimbiosis tersebut tidak diturunkan. Sel-sel motil tersebut bersifat

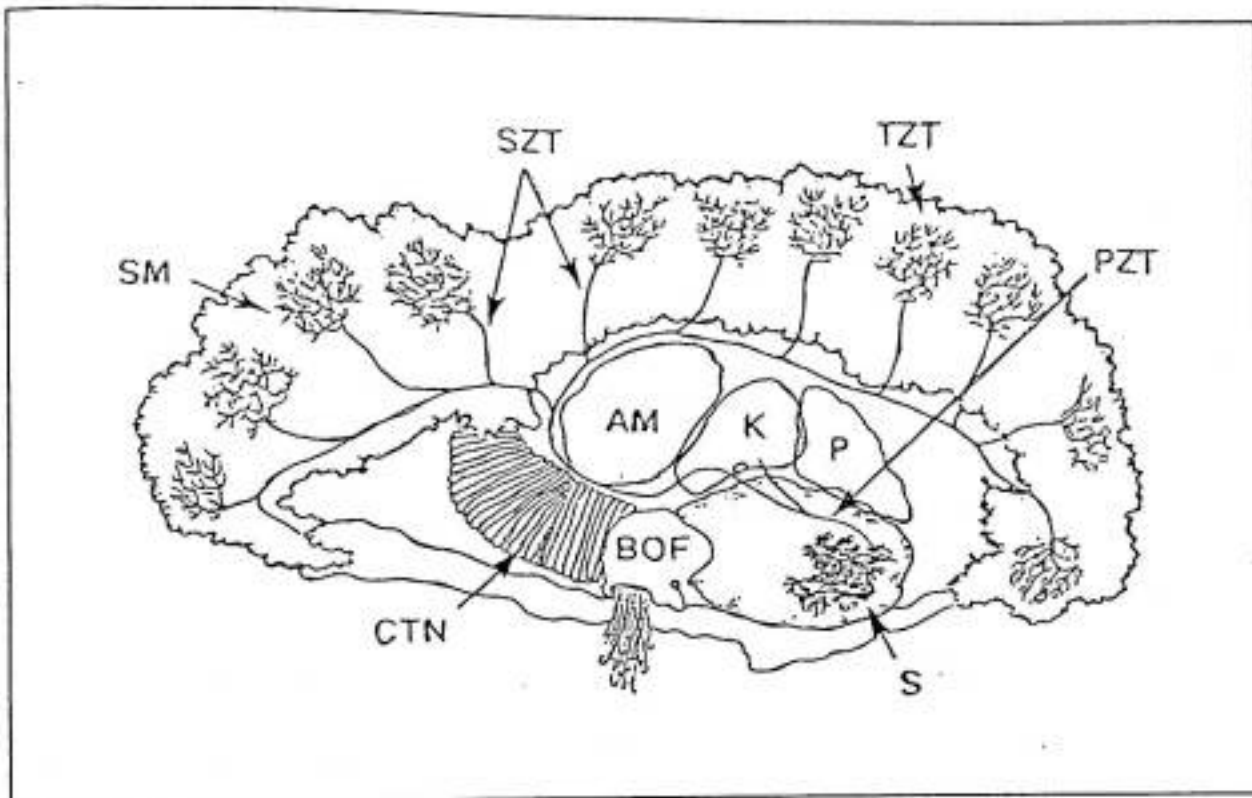
kemotaksis terhadap larutan ammonium. Larutan ini khas merupakan hasil katabolisme protein dari makhluk hidup di laut, sehingga kebanyakan zooxanthella motil dijumpai di perairan pada waktu inangnya sedang aktif, yaitu pada siang hari. Sel-sel ganggang tersebut dapat tersaring masuk ke perut burayak kima. Sampai di perut burayak kima, dapat tinggal selama lebih dari 1 minggu. Zooxanthella tersebut dapat bertahan terhadap proses pencernaan, untuk selanjutnya dapat berperan sebagai produsen yang menunjang kehidupan kima.

Beberapa hari setelah burayak kima mengalami metamorfosis menjadi hewan bentik, zooxanthella akan dijumpai berderet di sepanjang permukaan jaringan mantel yang sedang berkembang. Bagaimana zooxanthella dari perut dapat memasuki jaringan mantel kima, mekanismenya hingga saat ini masih merupakan rahasia yang belum terungkap. Namun sistem pembuluh zooxanthella yang melalui salah satu bagian dari kima dapat diperkirakan zooxanthella terdapat pada jaringan mantel melalui sistem pembuluh tersebut. (gambar 1). Yang jelas bahwa zooxanthella di jaringan mantel kima kemudian membelah diri seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan kima dan berperan dalam mencukupi kebutuhan nutrisi kima (Fitt dan Trench, 1981).

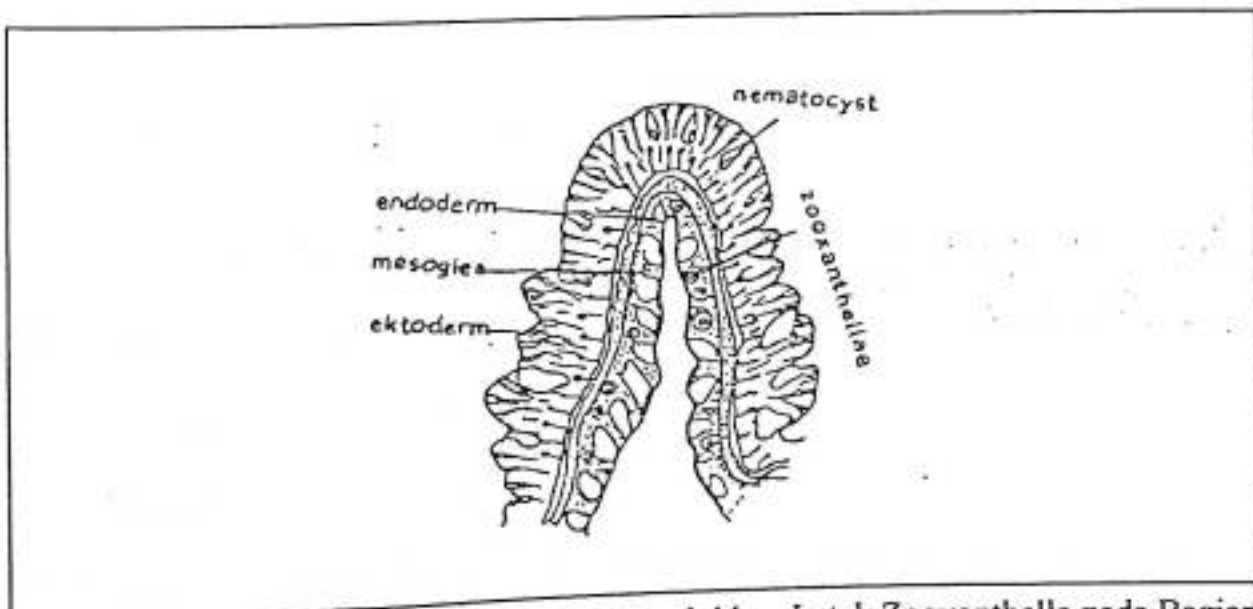
Seperti halnya dengan zooxanthella, kima juga menyesuaikan diri dengan kehidupan bersimbiosis tersebut melalui proses selama jutaan tahun. Yonge (1980) menyatakan bahwa kima telah berevolusi sehingga morfologi tubuhnya berbeda dengan Bivalvia pada umumnya. Sifat yang paling menonjol adalah modifikasi jaringan sifonal sehingga zooxanthella mendapat ruangan dan penerangan yang cukup

untuk membelah diri dan berfotosintesis. Jaringan sifonal kima mengalami perluasan menempati seluruh permukaan atau yang menghadap sinar matahari hingga melampaui tepi-tepi cangkang yang berlipat-lipat. Kima selalu membuka cangkangnya pada waktu siang hari sehingga jaringan tempat tinggal zooxanthella tersebut mendapat sinar matahari secara maksimal. Jaringan tersebut nampak berwarna-warni karena pengaruh pigmen yang dikandung zooxanthella ikut menambah keindahan di lingkungan terumbu karang. Jaringan sifonal kima juga dilengkapi dengan badan-badan seperti lensa (*hyaline organ*) sehingga dapat menambah penerangan internal (Niartiningsih, 2000).

Jaringan mantel terdiri dari lapisan dari lapisan ektoderm, mesoglea, dan endoderm. Ektoderm merupakan jaringan terluar dan di dalam jaringan ini dapat dijumpai adanya cilia (bulu halus), kantong mucus (*lender*) dan sejumlah nematocyst. Mesoglea adalah jaringan yang mendekati homogen seperti jelly, terletak diantara ektoderm dan endoderm. Endoderm adalah jaringan yang terletak pada bagian yang paling dalam, sebagian besar terisi oleh zooxanthella seperti yang terlihat pada gambar 2 (Sumber : Suharsono, 1984).



Gambar 1. Sistem Pembuluh Zooxanthella yang Melalui Salah satu Bagian dari Kima. AM (otot abductor), BOF (Byssal), CTN (insang), K (ginjal), P (jantung), PZT (Saluran Zooxanthella Primer), S (Organ Pencernaan), SZT (Saluran Zooxanthella Sekunder), TZT (Saluran Zooxanthella Tertier). (Sumber : Norton, 1992).



Gambar 2. Potongan Melintang untuk Menunjukkan Letak Zooxanthella pada Bagian Mantel. (Sumber : Suharsono, 1984).

Ada 2 (dua) cara bagaimana kima dapat memperoleh manfaat dari zooxanthella, yaitu: pertama, kima memanfaatkan secara langsung hasil pencernaan zooxanthella, dan yang kedua melalui hasil fotosintesis dari zooxanthella. Akan tetapi kemungkinan manfaat yang pertama dipertanyakan oleh beberapa ilmuwan, meskipun zooxanthella telah ditemukan di dalam usus, kelenjar pencernaan dan faeces kima. Beberapa ahli melaporkan bahwa zooxanthella tidak dapat dicerna oleh kima (Niartiningsih, 2000).

Apakah produk fotosintesis berupa senyawa karbon dari zooxanthella dapat mencukupi kebutuhan energi kima untuk proses asimilasi makanan, pertumbuhan sel, reproduksi, produksi busuk dan lain-lain? Sumbangan zooxanthella terhadap respirasi hewan (*Contribution of Zooxanthella to Animal Respiration* atau disingkat dengan CZAR) mempunyai korelasi terhadap produksi karbon hasil asimilasi dari Zooxanthella ($P_{Zooxanthella}$) dan respirasi hewan (R_{hewan}).

CZAR ini dapat dihitung menurut persamaan:

$$CZAR = \frac{P_{zooxanthella}}{R_{hewan}} \times \%Translokasi$$

Beberapa peneliti telah menghitung CZAR, antara lain (Fisher, 1985) menghitung CZAR pada kima raksasa yang berukuran 0,86-36 cm pada intensitas cahaya yang tinggi yaitu 11.000 $\mu E/m^2/detik$. Harga CZAR yang dihitung dengan translokasi 40 % dan 95 % dapat berkisar antara 44-318 %. Harga CZAR ini menunjukkan betapa besarnya peranan Zooxanthella dalam mensuplai makanan kima. Seluruh kebutuhan energi kima dapat diperoleh dari senyawa karbon untuk dihasilkan

oleh zooxanthella selama proses fotosintesis. Jadi dengan kata lain zooxanthella merupakan modal utama bagi kima untuk berswasembada pangan (Niertiningsih, 2000).

II.4 Morfologi dan Ekologi Kima

Tridacna adalah hewan molluska yang termasuk dalam kelompok Bivalvia, yaitu kerang berkeping dua. Ukuran dari *Tridacna* dewasa bervariasi dari 15 cm sampai mencapai lebih dari 1 meter. Di beberapa tempat di Indonesia *Tridacna* disebut kima. Menurut taksonomi dan morfologinya kima diklasifikasikan sebagai phylum Molluska, kelas Bivalvia, ordo Veneroidea, famili Tridacnidae, genus *Tridacna* dan *Hippopus* (Norton, 1992 dalam Indriyani, 2000).

Lucas (1994) dalam Indriyani, (2000) menyatakan bahwa *T. squamosa* dapat dibedakan dengan melihat cangkangnya yang bersisik, ukurannya dapat mencapai 40 cm. Mantelnya mempunyai warna bercorak, bervariasi antara coklat, biru, hijau dan kuning. Ia hidup pada daerah terumbu karang pada kedalaman kurang lebih 18 meter dan ditemukan dalam jumlah besar di perairan dangkal yang banyak mendapat cahaya matahari (Purnomo, 1996).

Kima dewasa hidup menempel pada dasar, dan tidak mampu berenang. Sifatnya fototropik. Dalam jaringan mantelnya hidup alga bersel satu zooxanthella. Kima dan algae (zooxanthella) menjalin hubungan saling menguntungkan kedua belah pihak.

Menurut cara hidupnya, Tridacnidae dibedakan atas dua golongan. Golongan pertama meliputi kima yang hidup membenamkan diri pada karang baik sebagian

maupun seluruh tubuh, yaitu *Tridacna crocea*, *Tridacna maxima*. Golongan kedua adalah yang hidup bebas, menempel atau bergelatak di atas batu karang atau dasar yang berpasir pada terumbu karang, yaitu *Tridacna gigas*, *Tridacna derasa*, *Tridacna squamosa*, *Hippopus hippopus*, dan *H. porselamus*.

Menurut Yonge (1975) dalam Copland dan Lucas (1988), kima berbeda dengan bivalvia pada umumnya, kima hidup tertambat di atas pasir atau karang yang mati dengan posisi terbalik yaitu pada posisi engsel atau umbo di bawah. Kima selalu membuka cangkangnya pada siang hari, sehingga jaringan siphonal kima mendapat fungsi tambahan yaitu sebagai kebun bagi zooxanthella yang berperan besar bagi nutrisi kima.

II.5 Sistematika Kima Sisik (Wallace, 1997)

Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Ordo	: Veneroida
Family	: Tridacnidae
Genus	: <i>Tridacna</i>
Species	: <i>Tridacna squamosa</i> .

11.6 Faktor Lingkungan

Kecerahan

Kecerahan suatu perairan sangat berpengaruh terhadap kima, karena kaitannya dengan hidupnya yang bersimbiosis dengan zooxanthella. Zooxanthella membutuhkan cahaya untuk berlangsungnya fotosintesis. Oleh karena itu kima membutuhkan perairan yang dangkal dan jernih. Tinggi rendahnya kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh besarnya arus dan cahaya matahari yang menembus ke dalam lapisan perairan. Selain itu, kecerahan perairan juga ditentukan oleh adanya benda-benda halus tersuspensi, jasad-jasad renik berupa plankton dan warna airnya yang antara lain ditimbulkan oleh zat-zat koloid yang berasal dari daun-daun tumbuhan yang telah diekstrakkan (Hutabarat dan Evans, 1985).

Suhu

Hutabarat dan Evans (1987) dalam Inriyani (2000) menyatakan bahwa suhu perairan merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi organisme laut, karena dapat mempengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme tersebut. Suhu rata-rata yang diperoleh di mana kima dapat hidup yakni 28°C (Sastry 1963 dalam Harahap 1987). Sedangkan Braky (1992a dalam, Ellis 1995) menyatakan kisaran suhu untuk pemeliharaan kima di hatchery yaitu 25 – 30°C.

Salinitas

Sastry (1963) dalam Harahap (1987), menyatakan bahwa bivalvia biasanya ditemukan pada perairan laut bersalinitas 18 – 30 ppt, namun sampai sekarang belum

diketahui salinitas yang sesuai untuk kehidupan kima. Salinitas untuk pemeliharaan kima di hatchery mempunyai kisaran 32 – 35 ppt (Braky, 1992a dalam Ellis, 1995).

BAB III METODOLOGI

III.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

III.1.1 Alat

- Mikroskop
- pH meter
- Gunting
- Pisau
- Pipet
- Haemocytometer
- Hand Cunter
- Blender
- Kamera
- Saringan zooxanthella (50, 125, 250 μm)
- Gelas piala
- Filter Bag (1, 5, dan 10 μm)
- Timbangan analitik
- Thermometer
- Cawan petri
- Gelas ukur
- Botol sampel
- Meteran

III.1.2 Bahan

- Kima Sisik (*Tridacna squamosa* Lamark) sebagai sumber zooxanthella masing-masing berukuran \pm 5 cm, 10 cm, 20 cm, 25 cm.
- Air laut alam
- Alkohol 70 %

III.2 Metode Kerja

A. Persiapan Penelitian

Meliputi pengambilan hewan kima dari perairan terumbu karang dan diaklimatisasi selama dua minggu pada kedalaman yang sama yaitu sekitar 270 cm, dan persiapan alat-alat yang akan digunakan untuk dianalisis di laboratorium.

B. Pengambilan Hewan Uji dan Pengukuran Parameter Lingkungan

Hewan uji (kima) yang akan dianalisis diambil dari ekosistem terumbu karang pada kedalaman yang masih tembus cahaya matahari. Pengukuran parameter lingkungan juga di lakukan pada tempat pengambilan sampel meliputi salinitas, kedalaman perairan, kecerahan, pH, dan suhu.

C. Pengambilan Sampel Zooxanthella

- Jaringan mantel dipotong dengan ukuran 1 cm^2 dengan mengambil 3 bagian pada jaringan mantel I dan ditimbang beratnya.
- Potongan mantel kemudian dikerik sampai mantel berwarna putih, kemudian ditambah dengan air laut yang telah disaring dengan Filter Bag ukuran (10 μm , 5 μm dan 1 μm).

- Mantel kima yang sudah dikerik, kemudian disaring dengan saringan zooxanthella berukuran 50 μm , 125 μm dan 250 μm . Penyaringan pertama dengan menggunakan saringan berukuran 250 μm . Penyaringan kedua dengan saringan berukuran 125 μm dan penyaringan ketiga dengan ukuran 50 μm .
- Masing-masing hasil penyaringan sampel dicukupkan volumenya sampai 50 ml, kemudian sampel ditempatkan dalam botol sampel yang berbeda-beda.
- Selanjutnya sampel diamati dibawah mikroskop dan dihitung jumlah zooxanthella dengan menggunakan Haemocytometer dan Hand Counter , dan dilakukan pengulangan sebanyak 5 (lima) kali.

Kepadatan (*density*) zooxanthella dihitung dengan menggunakan rumus APHA (1989) yaitu:

$$\text{Organisme per mm}^2 = \frac{N \times A_t \times V_t}{A_c \times V_s \times A_s}$$

Di mana:

N = Jumlah organisme yang dihitung

A_t = Luas cover glass (mm^2)

V_t = Volume total sampel awal (ml)

A_c = Luas sampel yang dikerik (mm^2)

V_s = Volume sampel yang digunakan (ml)

A_s = Luas Haemocytometer (mm^2)

D. Analisis Data

Data yang diperoleh selanjutnya dianalisa secara statistic dengan menggunakan uji t – student (Walpole dan Myers, 1986) yaitu :

$$t'_{1-2} = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)}}, \quad t'_{1-3} = \frac{X_1 - X_3}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_3^2}{n_3}\right)}}, \quad t'_{1-4} = \frac{X_1 - X_4}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{S_4^2}{n_4}\right)}}$$
$$t'_{2-3} = \frac{X_2 - X_3}{\sqrt{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right) + \left(\frac{S_3^2}{n_3}\right)}}, \quad t'_{3-4} = \frac{X_3 - X_4}{\sqrt{\left(\frac{S_3^2}{n_3}\right) + \left(\frac{S_4^2}{n_4}\right)}}$$

dimana:

t' = t_{hitung}

X_1 = Rata-rata kepadatan zooxanthella pada sampel A

X_2 = Rata-rata kepadatan zooxanthella pada sampel B

X_3 = Rata-rata kepadatan zooxanthella pada sampel C

X_4 = Rata-rata kepadatan zooxanthella pada sampel D

S^2 = Varians

n = Jumlah pengukuran



Untuk melihat hubungan jumlah kepadatan zooxanthella terhadap panjang ukuran cangkang kima dapat dilihat pada persamaan regresi linier yaitu :

$$y = a + bx$$

dimana nilai a dan b yaitu :

$$a = \frac{\sum y_i \sum x_i^2 - \sum x_i \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i \sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x)^2}$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV. 1 Hasil

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, menunjukkan adanya perbedaan jumlah kepadatan zooxanthella pada masing-masing ukuran sampel kima sisik (*Tridacna squamosa*), seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Kepadatan Zooxanthella pada masing-masing Ukuran Cangkang Kima Sisik (*Tridacna squamosa*)

Ulangan	Kepadatan Zooxanthella (Individu per mm ²) x 10 ⁶			
	Ukuran 10 cm	Ukuran 15 cm	Ukuran 20 cm	Ukuran 25 cm
1	90 x 10 ⁶	72 x 10 ⁶	58 x 10 ⁶	50 x 10 ⁶
2	92 x 10 ⁶	74 x 10 ⁶	58 x 10 ⁶	44 x 10 ⁶
3	80 x 10 ⁶	68 x 10 ⁶	64 x 10 ⁶	48 x 10 ⁶
4	84 x 10 ⁶	72 x 10 ⁶	62 x 10 ⁶	44 x 10 ⁶
5	86 x 10 ⁶	78 x 10 ⁶	56 x 10 ⁶	42 x 10 ⁶
Total	423 x 10 ⁶	364 x 10 ⁶	298 x 10 ⁶	228 x 10 ⁶
Rata-rata	86,4 x 10 ⁶	72,8 x 10 ⁶	59,6 x 10 ⁶	45,6 x 10 ⁶

IV. 2 Pembahasan

Dari hasil perhitungan diperoleh kepadatan zooxanthella yang terdapat pada sampel kima memperlihatkan perbedaan jumlah pada masing-masing ukuran sampel.



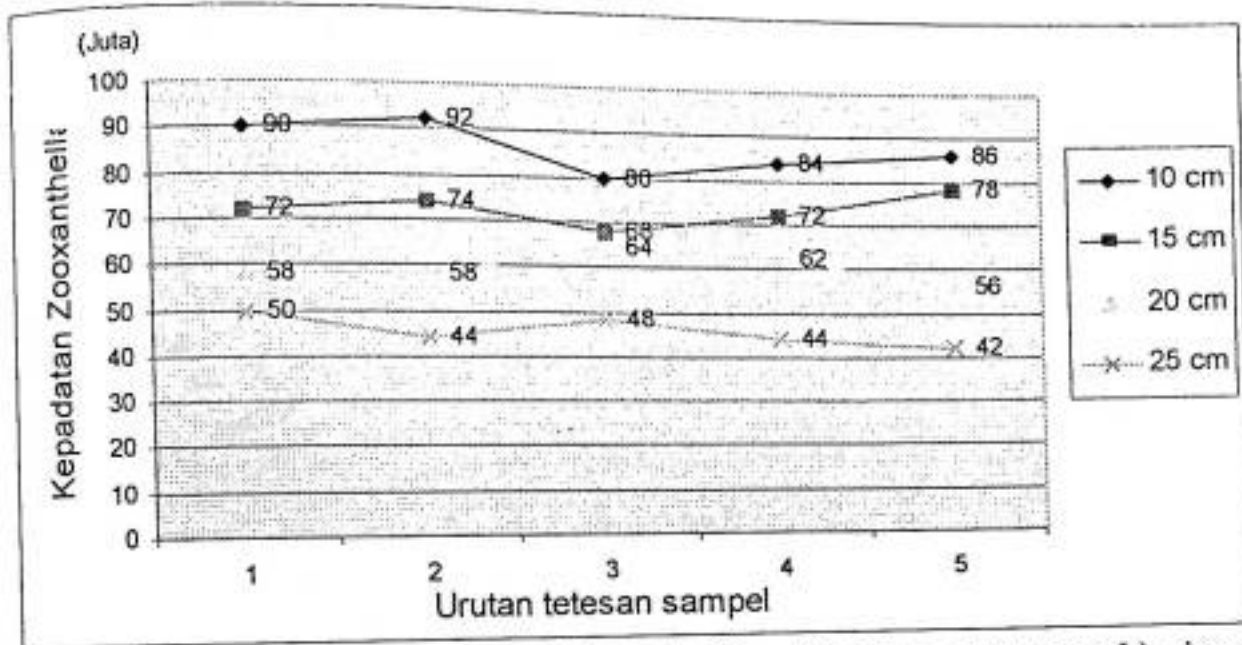
Pada Tabel 1. memperlihatkan ukuran kima ± 10 cm memiliki kepadatan zooxanthella yang paling tinggi yaitu $86,4 \times 10^6$ individu per mm^2 . Sampel ini memiliki kepadatan paling tinggi karena luas area mantelnya juga paling kecil dibandingkan dengan ukuran kima yang lain. Hal ini menyebabkan luas penyebaran zooxanthella pada bagian mantelnya lebih padat dibandingkan dengan sampel kima yang lebih besar ukurannya. Warna pada bagian mantel kima (± 10 cm) memperlihatkan warna yang lebih cerah dan segar dimana zooxanthella yang menyusun warna mantel tersebut memiliki peranan dalam proses fotosintesis, karena bagian mantel tersebut lebih tipis sehingga cahaya matahari mampu menembus sampai pada jaringan yang ada dibawahnya dimana zooxanthella juga hidup pada jaringan tersebut.

Sampel kima yang berukuran ± 15 cm, memiliki kepadatan zooxanthella yang cukup tinggi dibandingkan sampel kima yang berukuran ± 10 cm yaitu : $72,8 \times 10^6$ individu per mm^2 . Nilai tersebut sudah mengalami penurunan jumlah kepadatan zooxanthella seiring dengan perkembangan dan pertambahan ukuran cangkang, sehingga area mantelnya juga bertambah luas. Hal ini menyebabkan penyebaran zooxanthella lebih besar dibandingkan dengan kima yang berukuran lebih kecil sehingga kepadatan zooxanthella lebih kecil.

Pada sampel kima yang berukuran ± 20 cm, kepadatan zooxanthella yaitu : $59,6 \times 10^6$ individu per mm^2 . Jumlah tersebut semakin menurun sampai pada ukuran kima yang lebih besar yaitu pada ukuran ± 25 cm, dimana kepadatan zooxanthellanya adalah $45,6 \times 10^6$ individu per mm^2 .

Nilai kepadatan zooxanthella pada ukuran lebih kecil lebih tinggi dibandingkan dengan ukuran kima yang besar, hal ini mungkin juga disebabkan karena perbedaan laju metabolisme kima, dimana kima yang berukuran kecil memiliki laju metabolisme yang cepat serta membutuhkan banyak nutrisi dan energi yang disediakan oleh zooxanthella yang menyebabkan zooxanthella aktif berfotosintesis. Secara tidak langsung kepadatan zooxanthella pada kima yang berukuran kecil lebih banyak dalam memenuhi kebutuhan kima untuk tumbuh dan berkembang. Hal ini sesuai dengan pendapat Munro dan Gwyther, (1981) yang menyatakan bahwa manfaat yang diperoleh kima dari hubungan simbiosis dengan zooxanthella berupa senyawa sederhana seperti glukosa, oligosakarida, glutamat, gliserol, protein dan lemak dimanfaatkan oleh kima untuk tumbuh dan berkembang, sedangkan manfaat yang diberikan zooxanthella dari kima yaitu suplai CO_2 dan senyawa amonia yang berasal dari difusi oleh jaringan mantel yang digunakan zooxanthella untuk berfotosintesis. Fitt, (1984) menambahkan bahwa zooxanthella dalam kima sangat dipengaruhi oleh cahaya yang akan berdampak pada pertumbuhan kima. Kima yang berukuran kecil, zooxanthella memiliki laju fotosintesis yang tinggi yaitu seperempat dari intensitas cahaya matahari. Pada kima yang berukuran besar tidak mempunyai jangkauan untuk memperoleh laju fotosintesis maksimal karena terhalang oleh zooxanthella yang menutupi jaringan permukaan.

Untuk melihat perbandingan kepadatan zooxanthella pada Kima (*Tridacna squamosa*) ukuran ± 10 cm; ± 15 cm; ± 20 cm; ± 25 cm dapat dilihat pada gambar grafik di bawah ini :



Gambar 3. Kepadatan Zooxanthella pada Kima (*Tridacna squamosa* L) ukuran ± 10 cm; ± 15 cm; ± 20 cm; ± 25 cm

Secara umum dapat dilihat bahwa kepadatan zooxanthella pada sampel kima sisik (*T. squamosa*) paling banyak terdapat ukuran yang lebih kecil, dan secara berturut-turut yaitu : ukuran ± 10 cm , ± 15 cm , ± 20 cm dan ± 25 cm. Dari hasil tersebut memperlihatkan bahwa kepadatan zooxanthella paling tinggi pada ukuran 10 cm.

Menurut Klumpp, (1996) penambahan ukuran cangkang kima akan memberikan pengaruh terhadap jumlah/populasi zooxanthella yang berkurang jumlahnya. Selain itu dikatakan pula bahwa penurunan secara logaritmik jumlah absolut zooxanthella perkerang, seiring dengan peningkatan perbesaran kerang. Jumlah zooxanthella yang terbesar pada kima adalah yang berukuran lebih kecil dan mengalami pengurangan secara pasti seiring dengan peningkatan ukuran cangkang.

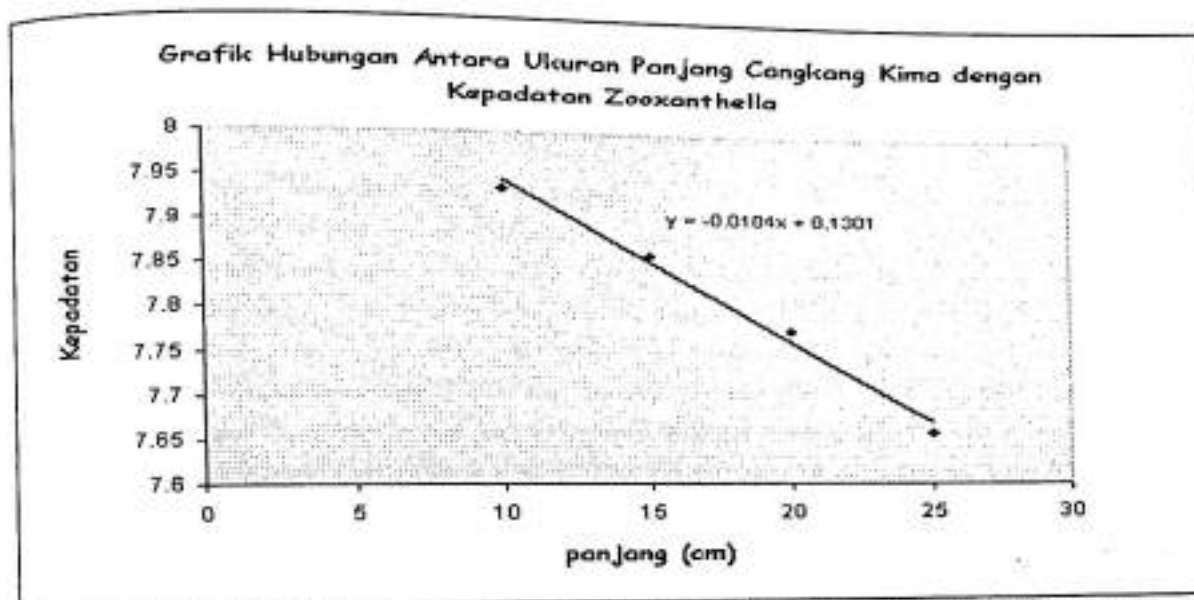
Hasil uji statistik dengan menggunakan uji-t (Tabel 2), menunjukkan bahwa pada sampel kima ukuran (± 10 cm, ± 15 cm, ± 20 cm dan ± 25 cm) kepadatan zooxanthella memperlihatkan nilai yang signifikan, dimana pada masing-masing sampel kima kepadatan zooxanthellanya berbeda nyata ($t_{\text{stat}} > 0,05$). Ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kepadatan zooxanthella pada masing-masing sampel kima.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan Distribusi-t

Perbandingan panjang cangkang (cm)	Nilai t-hitung	t-tabel ($\alpha=0,05$)
10 : 15	5.068	2.306
10 : 20	4.153	2.306
10 : 25	6.659	2.306
15 : 20	6.024	2.306
15 : 25	12.415	2.306
20 : 25	6.735	2.306

Untuk melihat bentuk hubungan (korelasi) antara kepadatan zooxanthella dengan panjang ukuran cangkang kima (*Tridacna squamosa*) dapat dilihat pada

Gambar 2 berikut ini :



Gambar 4. Grafik Hubungan antara ukuran Panjang Cangkang Kima Sisik (*T. squamosa*) dengan Kepadatan Zooxanthella.

Berdasarkan hasil analisis regresi menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara ukuran cangkang dengan kepadatan zooxanthella yang ditunjukkan oleh nilai $r = -0,99468$ dan hubungan tersebut merupakan hubungan yang berbanding terbalik. Untuk lebih jelasnya perhitungan persamaan regresi dapat dilihat pada Lampiran 9.

Parameter oseanografi yang terukur pada saat pengambilan sample kima tertera pada table 3 berikut :

Table 3. Hasil Pengukuran Parameter Oseanografi pada Lokasi Pengambilan Sampel

Parameter Oseanografi	Kisaran
Suhu (°C)	27 - 31
Salinitas (‰)	31 - 33
Kecerahan (%)	100
Kedalaman (m)	2 - 2,7
pH	7,8 - 8

Kisaran suhu yang terukur di lokasi pengambilan sample penelitian berada pada kisaran yang baik untuk pertumbuhan kima, yang menurut Harahap (1987) adalah 25 – 31 °C.

Salinitas air yang diperoleh pada saat pengambilan sample berkisar antara 31 – 33 ‰. Menurut Nontji (1987) bahwa kima dapat hidup pada salinitas 33,4 - 33,7 ‰. Sedangkan nilai pH berada dalam kisaran yang cukup baik untuk pertumbuhan kima, yaitu : 7,8 – 8, dan air laut sedikit bersifat basa dengan pH 7,5 – 8,4 cukup baik untuk pertumbuhan organisme laut.

Dari data pengukuran kecerahan menunjukkan tingkat kecerahan yang sangat baik dengan kedalaman 2 – 2,7 m. Hal ini sangat penting karena erat kaitannya dengan kebiasaan organisme yang hidup dengan zooxanthella, dimana zooxanthella membutuhkan cahaya matahari untuk berlangsungnya proses fotosintesis. Menurut Hutabarat dan Evans (1985) zooxanthella membutuhkan cahaya untuk berlangsungnya fotosintesis, oleh karena itu kima membutuhkan perairan yang dangkal dan jernih.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Kepadatan zooxanthella pada kima sisik (*Tridacna squamosa*) paling tinggi terdapat pada ukuran cangkang yang lebih kecil (± 10 cm yaitu $86,4 \times 10^6$ individu per mm^2) dibandingkan dengan ukuran cangkang yang lebih besar (± 15 cm yaitu $72,8 \times 10^6$ individu per mm^2 , ± 20 cm yaitu $59,6 \times 10^6$ individu per mm^2 dan ± 25 cm yaitu $45,6 \times 10^6$ individu per mm^2).
- Hasil analisis statistik menunjukkan, bahwa kepadatan zooxanthella pada masing-masing ukuran panjang cangkang kima (± 10 cm, ± 15 cm, ± 20 cm dan ± 25 cm) sangat signifikan.
- Penurunan jumlah atau populasi kepadatan zooxanthella dipengaruhi oleh makin bertambahnya panjang ukuran cangkang kima sisik (*T. squamosa*).

V.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian mengenai kepadatan zooxanthella pada spesies bivalvia yang lain sebagai bahan perbandingan jumlah kepadatan zooxanthella.

DAFTAR PUSTAKA

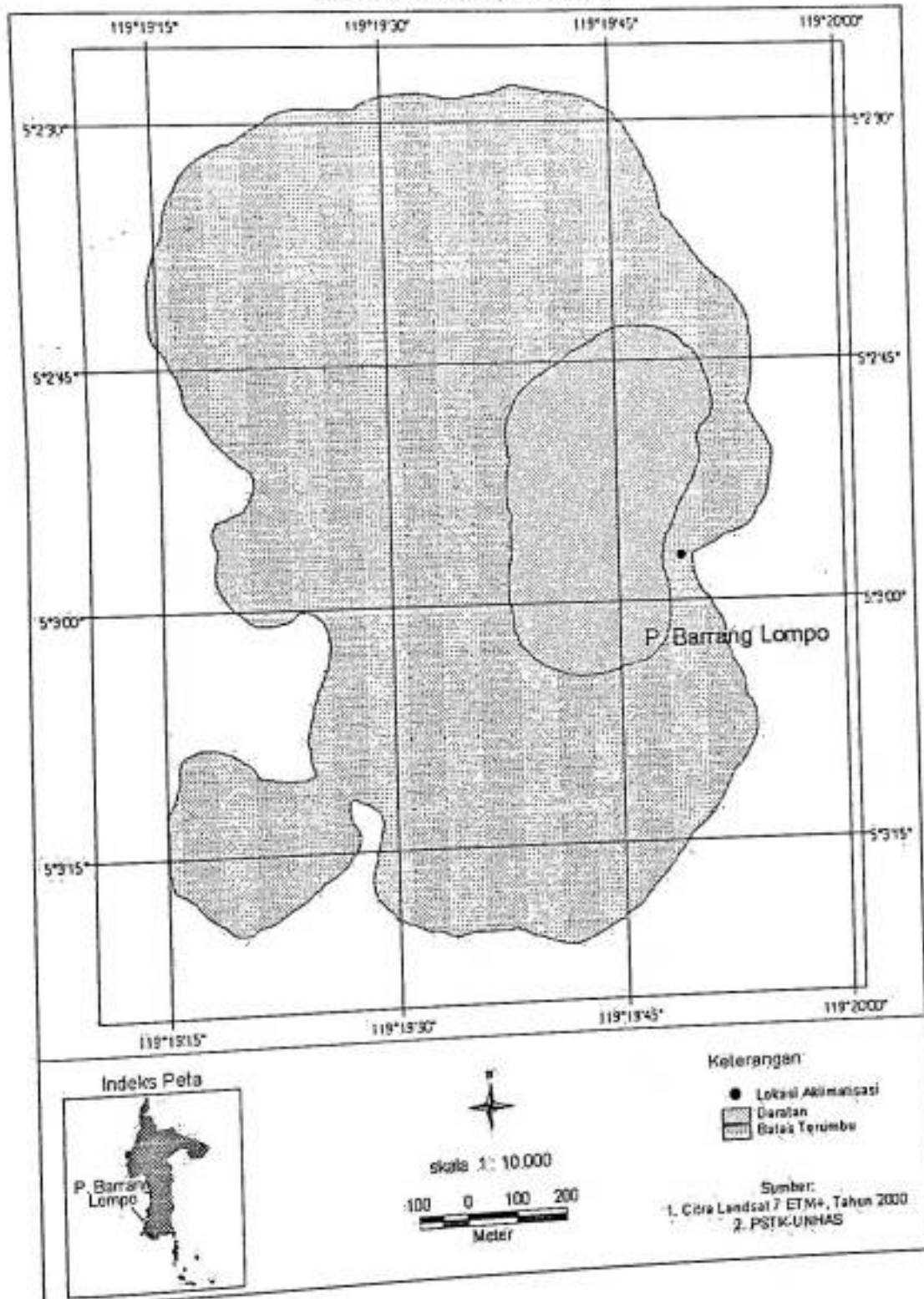
- Ambariyanto, 1996. **Effects of Nutrient Enrichment in the Field on the Giant Clam, *Tridacna maxima***. Thesis. School of Biological Sciences and Marine Studies Center the University of Sydney. Australia.
- APHA, 1992. **Standard Methods for Examination water and Waste Water**. Ed. APHA-AWWA-WPFC. Pub., AM. Public Health Associations Washinton.
- Copland, J.W and Lucas, J.S., 1988. **The Giant Clam : Hatchery and Nursery Culture Manual**. Australian Centre for International. Agriculture Research. (ACIAR) Cambera.
- Ellys, S., 1995. **Spawning and Early Larva Rearing of Giant Clams (*Bivalvia* : *Tridacnidae*)**. CTSA Publication No. 130. Waimanalo. Hawai. USA.
- Fitt, W.K dan Trench, R.K., 1981. **Spawning, Development and Acquisition of *Zooxanthella* by *Tridacna squamosa* (Mollusca, *Bivalvia*)**. Biol. Bull 161: 213 – 235.
- Fitt, W.K., 1984. **the Role of Chemosensory Behaviour os *Symbiodinium microadriaticum* in the infection of Coelentrates and Molluscs with *Zooxanthella***. Mar. Biol 81: 8 – 17.
- , W. K. 1992. **Role of *Zooxanthella* in the Mariculture of Giant Clam**. In : Giant clam. Hal 166 – 167.
- Hutabarat, S. dan Evans, S. M. 1985. **Pengantar Oceanografi**. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Harahap, D.Z., 1987. **Aspek-aspek Biologi Kima untuk Kemungkinan Bididaya di Perairan Pulau Barrang Lompo**. Kecamatan Ujung Tanah. KMUP.
- Indriyani, S., 2000. **Pengaruh Beberapa Sumber *Zooxanthella* terhadap Sintasan Larva Kima Sisik (*Tridacna squamosa*)**. Jurusan Ilmu Perikanan. FIKP Universitas Hasanuddin. Makassar
- Jamaluddin, A. 2000. **Indeks Mitotik *Zooxanthella* yang Berasal dari Kima (*Tridacna squamosa*), Karang (*Acropora samoensis*) dan Anemon laut (*Stichodactyla gigantea*)**. Jurusan Ilmu Kelautan. FIKP Universitas Hasanuddin, Makassar.



- Jones, O. A, dan Endean, R. 1973. **Biology and Geology of Corals Reefs**. Vol. II. Biology. Academic Press, Inc. New York.
- Klumpp, D.W., Griffiths, C.L. 1996. **Relationships between Size, Mantle Area and Zooxanthella Numbers in Five Species of Giant Clam (Tridacnidae)**. Marine ecology Progress Series. Vol. 137: 139-147.
- Muscatine, L., 1967. **Glycerol excretion by Symbiotic Algae from Corals, Tridacna and It's control by the Host**. Cscience 156: 516-519.
- , 1980. **Productivity of Zooxanthella**. In. Folkowski, P.G. (ed). **Prymary Productivity in the Sea**. Plenum Press. New York. Pp. 381-402.
- Munro, J.L., and Gwyther, J., 1981. **Growth Rates and Mariculture Potential of tridacna Clams**. Proceedings of the Fourth International Coral reef Symposium (2): 633-636.
- Niartiningsih, A., 2001. **Assosiasi Simbiotik antara Zooxanthella dengan beberapa Avertebrata Laut**. Program Pascasarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Nybakken, J. W., 1992. **Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi**. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Nontji, A. 1982. Oseana No.3 **Peranan Zooxanthella dalam Ekosistem Terumbu Karang**. Lembaga Oceanologi Nasional. LIPI Jakarta.
- , 1993. **Laut Nusantara**. Penerbit Djambatan. Jakarta.
- Panggabean, L.M.G., 1987. **Rahasia Kehidupan Kima I : Swasembada Pangan**. Oseana. Vol XV. 4 : 157 - 163.
- Purnomo, A., 1996. **Panduan Pendidikan Konservasi Kelautan (WWF-IP)**. Jakarta.
- Rasyid., 2000. **Analisis Kandungan Klirofil-a Zooxanthella yang berasal dari Anemon laut (*Stichodactyla gigantea*), Kima (*Tridacna squamosa*) dan Karang (*Acropora samoensis*)**. Jurusan Ilmu Perikanan FIKP Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Supriharyono, M. S., 2000. **Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang**. Penerbit Djambatan. Jakarta.

- Suharsono dan Soekarno, 1983. **Oceana : Kandungan Zooxanthella pada Karang Batu di Terumbu Karang Pulau Pari.** Lembaga Oceanologi Nasional. LIPI. Jakarta. No.16: 1-7.
- Suharsono, 1984. **Oceana : Pertumbuhan Karang.** Lembaga Oceanologi Nasional. LIPI. Jakarta. Vol. IX No. 2 : 41 – 48.
- Taylor, D.L., 1971. **Ultra Structure of Zooxanthella Endodinium cottii in Situ.** Mar. Biol. Ass. U.K 51: 227-238.
- Wallace, C.C dan Feng Dai, C. 1997. **Zoologi Study : Sceleractinia of Taiwan (IV). Review of the zcora Genus acropora from Taiwan.** Institute of Oceanografy. National Taiwan University. Taiwan.
- Walpole, R.E dan Myers, R.H., 1986. **Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuan.** Penerbit ITB Bandung.
- Yellowless, D., 1992. **The Giant Calams As a Model Animal for Study of Marine Algal – Invertebrate Associations Guam.** USA.
- Yonge, C.M., 1980. **Functional Morphology and Evolution in the tridacnidae (Mollusc; Bivalvia; Cardicea).** Records of the Australian Museum, 33: 735-777.
- Zamani, N.P, 1995. **Effect of Enviromental Stress on Cell Division and Other Celluler Parameter of Zooxanthella in the Tropical Symbiotic Anemone Heteractis Malu.** Haddon and shackleton, PhD Thesis. Marine Science and Coastal management program. University of New Castle Upon Tyne Kingdom. Inggris.

PETA LOKASI PENELITIAN
DI PULAU BARRANG LOMPO



Lampiran 2

Tabel 4. Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada sampel Kima (Ukuran ± 10 cm)

Ulangan	Σ Zooxanthella dalam sample Kima			Rata-rata (\bar{N})	Kepadatan Zooxanthella / mm ²
	1 cm ²	1 cm ²	1 cm ²		
1	59	73	25	52	90.000.000
	63	24	47	45	
	48	31	58	46	
	50	29	35	38	
Rata-rata	55	39	41	$\bar{N} = 45$	
2	39	75	35	50	92.000.000
	47	23	40	37	
	53	36	48	46	
	44	52	52	49	
Rata-rata	46	47	44	$\bar{N} = 46$	
3	34	75	30	46	80.000.000
	36	35	45	39	
	37	32	40	36	
	35	40	35	37	
Rata-rata	36	46	36	$\bar{N} = 40$	
4	32	24	63	40	84.000.000
	41	60	51	51	
	38	53	27	39	
	42	28	43	38	
Rata-rata	38	41	46	$\bar{N} = 42$	
5	34	111	72	72	86.000.000
	21	45	39	35	
	25	30	33	29	
	32	39	48	36	
Rata-rata	28	54	48	$\bar{N} = 43$	

Lampiran 3

Tabel 5. Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada sampel Kima (Ukuran ± 15 cm)

Ulangan	$\bar{\Sigma}$ Zooxanthella dalam sample Kima			Rata-rata (\bar{N})	Kepadatan Zooxanthella / mm^2
	1 cm^2	1 cm^2	1 cm^2		
1	43	38	30	37	72.000.000
	20	37	37	31	
	28	42	45	38	
	31	30	47	36	
Rata-rata	31	37	40	$\bar{N} = 36$	
2	33	39	21	31	74.000.000
	46	52	43	47	
	27	25	38	30	
	41	38	45	41	
Rata-rata	37	39	37	$\bar{N} = 37$	
3	27	40	45	37	68.000.000
	35	45	29	36	
	30	28	26	28	
	23	55	30	36	
Rata-rata	39	42	33	$\bar{N} = 34$	
4	26	37	43	36	72.000.000
	47	24	39	37	
	35	26	33	31	
	40	38	47	42	
Rata-rata	37	31	41	$\bar{N} = 36$	
5	38	47	50	45	78.000.000
	44	35	44	41	
	28	48	33	36	
	30	39	29	33	
Rata-rata	35	42	39	$\bar{N} = 39$	

Lampiran 4

Tabel 6. Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada sampel Kima (Ukuran ± 20 cm)

Ulangan	$\bar{\Sigma}$ Zooxanthella dalam sample Kima			Rata-rata (\bar{N})	Kepadatan Zooxanthella / mm^2
	1 cm^2	1 cm^2	1 cm^2		
1	28	33	20	27	58.000.000
	35	19	24	16	
	22	20	39	27	
	40	25	45	37	
Rata-rata	31	24	32	$\bar{N} = 29$	
2	17	44	38	33	58.000.000
	34	33	16	28	
	31	13	47	30	
	28	29	20	26	
Rata-rata	28	30	30	$\bar{N} = 29$	
3	22	36	39	32	64.000.000
	26	35	42	34	
	28	30	25	28	
	30	29	33	37	
Rata-rata	27	33	35	$\bar{N} = 32$	
4	21	45	35	34	62.000.000
	37	22	35	31	
	43	23	40	35	
	26	20	27	24	
Rata-rata	32	28	34	$\bar{N} = 31$	
5	42	21	39	34	56.000.000
	25	23	25	24	
	35	26	30	30	
	20	30	25	25	
Rata-rata	31	25	30	$\bar{N} = 28$	

Lampiran 5

Tabel 6. Perhitungan Kepadatan Zooxanthella pada sampel Kima (Ukuran ± 25 cm)

Ulangan	Σ Zooxanthella dalam sample Kima			Rata-rata (\bar{N})	Kepadatan Zooxanthella / mm ²
	1 cm ²	1 cm ²	1 cm ²		
1	16	26	33	25	50.000.000
	20	30	36	29	
	39	21	17	26	
	21	19	19	20	
Rata-rata	24	24	26	$\bar{N} = 25$	
2	20	30	29	26	44.000.000
	19	21	20	20	
	15	12	18	15	
	25	26	31	27	
Rata-rata	20	22	25	$\bar{N} = 22$	
3	35	21	37	31	48.000.000
	12	30	16	19	
	20	15	19	18	
	32	29	24	28	
Rata-rata	25	24	24	$\bar{N} = 24$	
4	31	17	33	27	44.000.000
	15	20	10	15	
	30	23	21	25	
	16	15	25	19	
Rata-rata	23	19	22	$\bar{N} = 22$	
5	25	30	16	24	42.000.000
	23	11	20	18	
	20	22	23	22	
	10	17	29	19	
Rata-rata	20	20	22	$\bar{N} = 21$	

Lampiran 6

Tabel 7. Perhitungan Statistic Uji-t/ t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

	10cm	15cm
Mean	86400000	72800000
Variance	2,28E+13	1,32E+13
Observations	5	5
Pooled Variance	1,8E+13	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	5,068420749	Ho ditolak
P(T<=t) one-tail	0,00048345	
t Critical one-tail	1,85954832	
P(T<=t) two-tail	0,000966899	
t Critical two-tail	2,306005626	

	10cm	20cm
Mean	82800000	59600000
Variance	1,452E+14	1,08E+13
Observations	5	5
Pooled Variance	7,8E+13	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	4,153466269	Ho ditolak
P(T<=t) one-tail	0,001596866	
t Critical one-tail	1,85954832	
P(T<=t) two-tail	0,003193732	
t Critical two-tail	2,306005626	

	10cm	25cm
Mean	82800000	45600000
Variance	1,452E+14	1,08E+13
Observations	5	5
Pooled Variance	7,8E+13	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	6,659868329	Ho ditolak
P(T<=t) one-tail	7,95858E-05	
t Critical one-tail	1,85954832	
P(T<=t) two-tail	0,000159172	
t Critical two-tail	2,306005626	

	15cm	20cm
Mean	72800000	59600000
Variance	1,32E+13	1,08E+13
Observations	5	5
Pooled Variance	1,2E+13	
Hypothesized Mean Difference	0	
Df	8	
t Stat	6,024948133	Ho ditolak
P(T<=t) one-tail	0,000157269	
t Critical one-tail	1,85954832	
P(T<=t) two-tail	0,000314538	
t Critical two-tail	2,306005626	

	15cm	25cm
Mean	72800000	45600000
Variance	1,32E+13	1,08E+13
Observations	5	5
Pooled Variance	1,2E+13	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	12,41504464	Ho ditolak
P(T<=t) one-tail	8,26905E-07	
t Critical one-tail	1,85954832	
P(T<=t) two-tail	1,65381E-06	
t Critical two-tail	2,306005626	

	20cm	25cm
Mean	59600000	45600000
Variance	1,08E+13	1,08E+13
Observations	5	5
Pooled Variance	1,08E+13	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	8	
t Stat	6,735753141	Ho ditolak
P(T<=t) one-tail	7,3595E-05	
t Critical one-tail	1,85954832	
P(T<=t) two-tail	0,00014719	
t Critical two-tail	2,306005626	



Lampiran 7

Tabel 8. Nilai Rata-rata Kepadatan Zooxanthella pada Empat Tingkatan Ukuran Kima sisik (*Tridacna squamosa*).

Ukuran Kima (cm)	Kepadatan Zooxanthella / mm ²
10 cm	86400000
15 cm	72800000
20 cm	59600000
25 cm	45600000

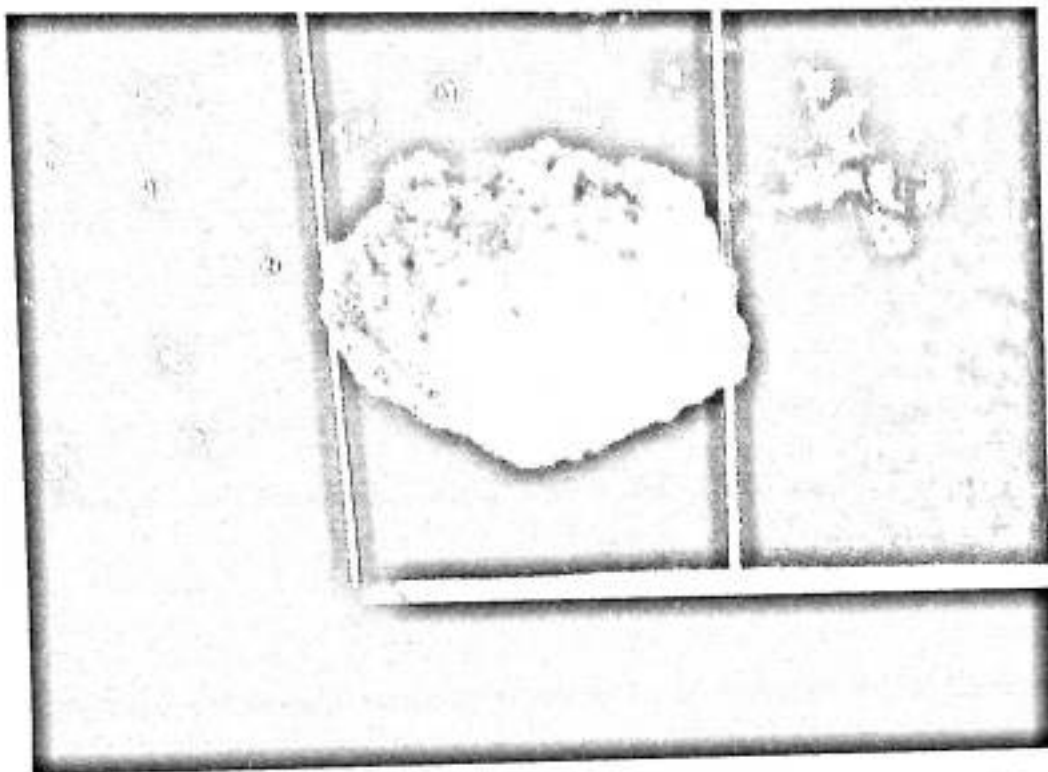
Lampiran 8

Tabel 9. Nilai Standar Deviasi Kepadatan Zooxanthella

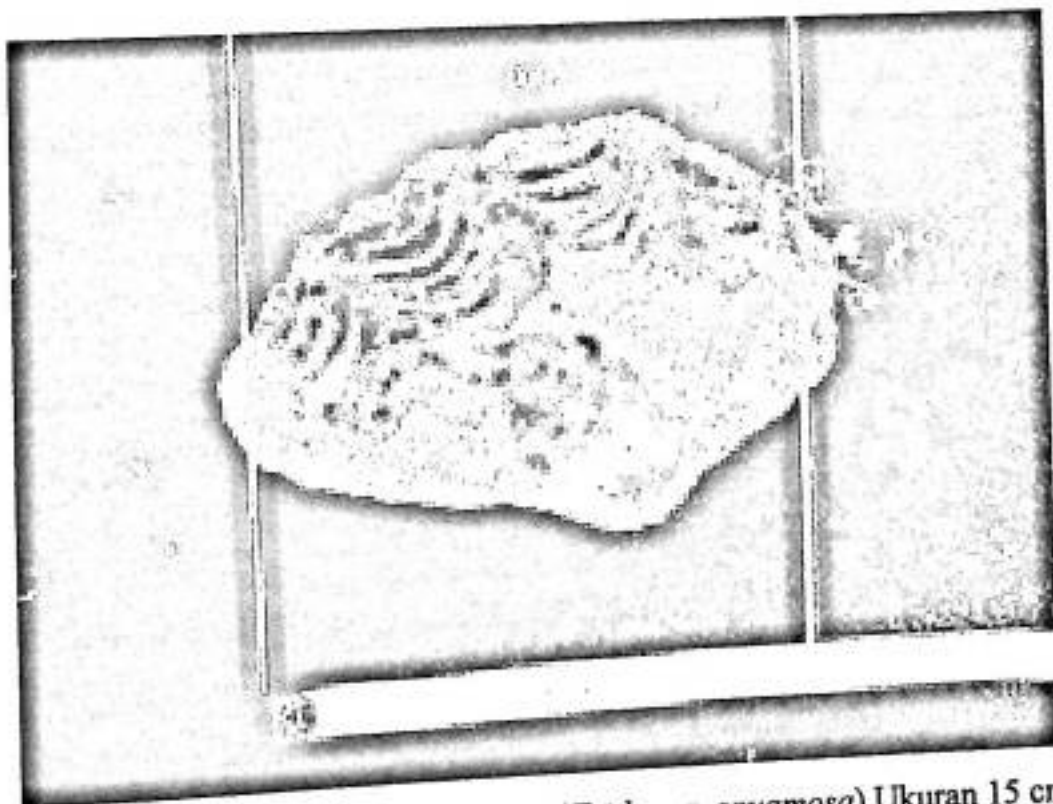
$$S = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

Kepadatan Zooxanthella	Standar Deviasi
7,936513742	0,0241
7,862131379	0,0216
7,77524626	0,0237
7.658964843	0,031

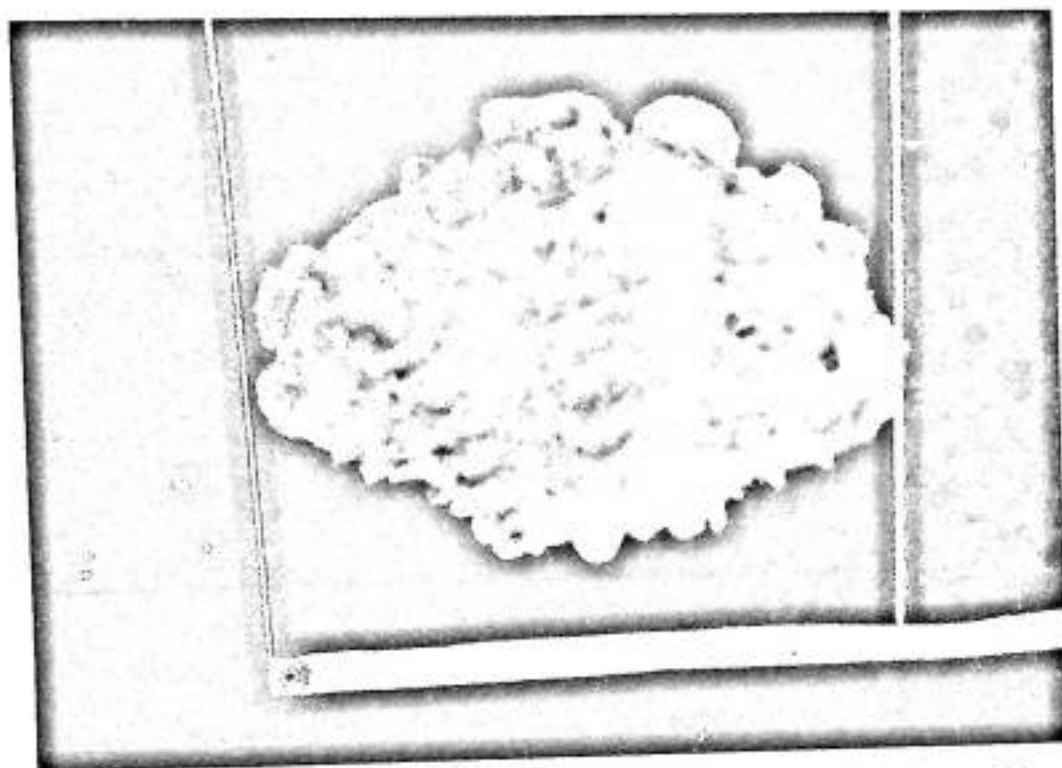
Lampiran 11



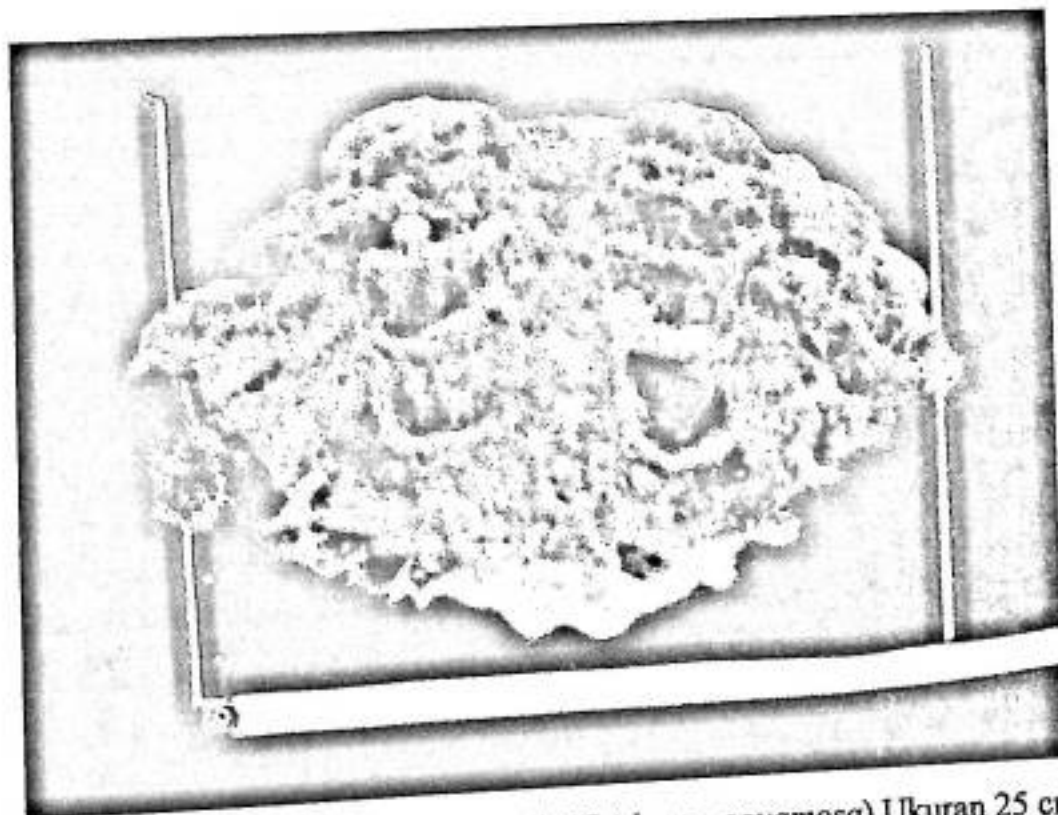
Gambar 3. Foto Sampel Kima Sisik (*Tridacna squamosa*) Ukuran 10 cm



Gambar 4. Foto Sampel Kima Sisik (*Tridacna squamosa*) Ukuran 15 cm



Gambar 5. Foto Sampel Kima Sisik (*Tridacna squamosa*) Ukuran 20 cm



Gambar 6. Foto Sampel Kima Sisik (*Tridacna squamosa*) Ukuran 25 cm