

**STUDI KEPADATAN DAN POLA DISTRIBUSI LANDAK LAUT  
(*Sea Urchin*) DI TELUK PRIGI KECAMATAN WATULIMO  
KABUPATEN TRENGGALEK  
JAWA TIMUR**

**LAPORAN SKRIPSI  
MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

**SITI RESMIASARI**

**NIM : 0210810051**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERIKANAN**

MALANG

2007

**STUDI KEPADATAN DAN POLA DISTRIBUSI LANDAK LAUT  
(Sea Urchin) DI TELUK PRIGI KECAMATAN WATULIMO  
KABUPATEN TRENGGALEK  
JAWA TIMUR**

*Skripsi merupakan Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Perikanan  
Pada Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang*

**OLEH :**

**SITI RESMIASARI**

**NIM. 0210810051**



**Dosen Penguji I**

**(Ir. Muh. Musa, MS)**

**Tanggal :**

**Dosen Penguji II**

**(Ir. Kusriani)**

**Tanggal :**

**Menyetujui,**

**Dosen Pembimbing I**

**(Ir. Herwati Umi S, MS)**

**Tanggal :**

**Dosen Pembimbing II**

**(Ir. Wijarni, MS)**

**Tanggal :**

**Mengetahui,**



**Ketua Jurusan****(Ir. Abdul Qoid, MS)****Tanggal :****RINGKASAN****SITI RESMIASARI. Skripsi. Studi Kepadatan dan Pola Distribusi Landak Laut (Sea Urchin) di Teluk Prigi Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek Jawa Timur (dibawah bimbingan Ir. Herwati Umi S, MS dan Ir. Wijarni, MS)**

Produksi perikanan yang berasal dari laut saat ini telah menjadi salah satu kebutuhan manusia akan bahan pangan. Salah satunya adalah landak laut yang mulai dikonsumsi masyarakat sebagai bahan makanan. Gonad betina landak laut termasuk makanan bergizi dengan komposisi asam amino cukup lengkap. Landak laut adalah avertebrata laut yang termasuk ke dalam filum Echinodermata, kelas Echinoidea, subkelas Regularia. Keberadaannya di alam dipengaruhi oleh faktor fisika – kimia lingkungan, selain itu kondisi substrat dan habitat juga ikut menentukan sebaran lokal landak laut (Sea Urchin).

Penelitian mengenai Studi Kepadatan dan Pola Distribusi Landak Laut (Sea Urchin) di Teluk Prigi Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek Jawa Timur ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan dan pola distribusi landak laut di Teluk Prigi Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek Jawa Timur. Penelitian ini dilakukan di Teluk Prigi Kecamatan Watulimo Kabupaten Trenggalek Jawa Timur pada bulan Juli 2006.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Penentuan stasiun pengambilan sampel disesuaikan dengan pemanfaatan tata guna lahan yang ada di sekitar Teluk Prigi oleh masyarakat setempat. Stasiun dibagi menjadi 3 yaitu : Stasiun 1 (terletak di Pantai Prigi pada daerah dekat perkebunan), Stasiun 2 (terletak di Pantai Prigi pada daerah dekat muara Sungai Bengkorok), Stasiun 3 (terletak di Pantai Damas pada daerah dekat perbukitan yang merupakan areal hutan lindung). Pengambilan

sampel landak laut dilakukan pada saat surut. Masing – masing stasiun dibagi ke dalam 2 garis transek dengan jarak antar transek 10 m. Pada setiap transek terdapat 5 plot (1 x 1m) dengan jarak antar plot pada stasiun 1 sebesar 15 m, stasiun 2 sebesar 25 m dan stasiun 3 sebesar 10m. Parameter lingkungan perairan yang diukur yaitu suhu, salinitas, arus, kedalaman, pH dan kandungan bahan organik tanah. Identifikasi landak laut dilakukan di Laboratorium Ilmu – ilmu Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya sedangkan analisa kandungan bahan organik tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Adapun analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah kepadatan, kepadatan relatif, pola distribusi, indeks keanekaragaman Shannon – Weaver dan Uji - t.

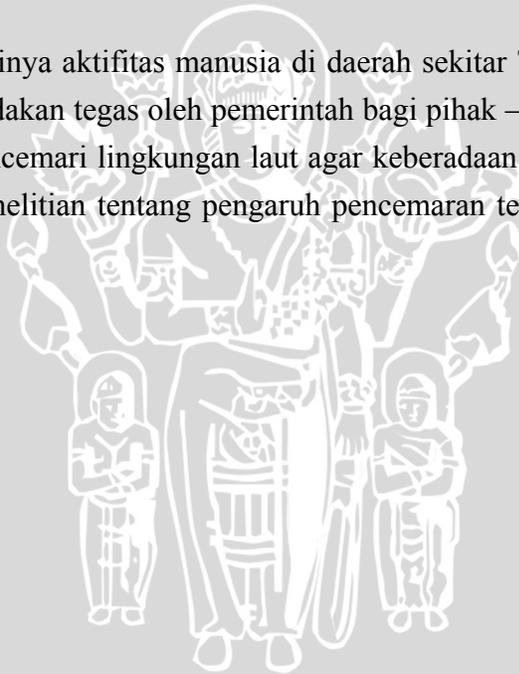
Landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi terdiri dari 3 ordo, 3 family, 5 genus dan 6 spesies. Masing – masing spesies yang ditemukan yaitu *Echinometra mathaei*, *Echinometra oblonga*, *Colobocentrotus atratus*, *Heterocentrotus trigonarius*, *Parasalenia gratiosa* dan *Phyllacanthus forcipulatus*. Kepadatan landak laut pada stasiun 1 sebesar 58 ind/10m<sup>2</sup>, pada stasiun 2 sebesar 24 ind/10m<sup>2</sup> dan pada stasiun 3 sebesar 39 ind/10m<sup>2</sup>. Pada stasiun 1, *Echinometra oblonga* memiliki nilai kepadatan tertinggi sebesar 28 ind/10m<sup>2</sup> (KR 48,28 %) sedangkan *Heterocentrotus trigonarius* memiliki nilai kepadatan terendah 11 ind/10m<sup>2</sup> (KR 18,96 %). Selanjutnya pada stasiun 2, kepadatan tertinggi ditemukan pada spesies *Echinometra mathaei* 18 ind/10m<sup>2</sup> (KR 75 %) dan kepadatan terendah pada spesies *Heterocentrotus trigonarius* 11 ind/10m<sup>2</sup> (KR 18,96 %). Pada stasiun 3, *Phyllacanthus forcipulatus* memiliki kepadatan tertinggi 22 ind/10m<sup>2</sup> (KR 56,41 %) sedangkan *Parasalenia gratiosa* memiliki kepadatan terendah 2 ind/10m<sup>2</sup> (KR 5,13 %).

Pola distribusi semua spesies pada tiap stasiun cenderung seragam, hanya *Heterocentrotus trigonarius* pada stasiun 1 dan *Echinometra mathaei* pada stasiun 2 yang memiliki pola distribusi berkelompok. Nilai indeks keanekaragaman landak laut di Teluk Prigi pada stasiun 1 (1,2011), stasiun 2 (0,6750) dan stasiun 3 (1,0876), dengan demikian nilai indeks keanekaragaman di ketiga stasiun adalah rendah. Dari hasil analisa Uji - t diketahui jumlah individu pada stasiun 1 dan stasiun 2 serta stasiun 1 dan 3 berbeda nyata. Sedangkan jumlah individu pada stasiun 2 dan stasiun 3 tidak berbeda nyata. Faktor-faktor abiotik yaitu suhu berkisar antara 24 – 27 °C, kedalaman antara 15-

33 cm, salinitas antara 32 – 35 ‰, pH 8 – 9, kecepatan arus antara 0,05 – 0,35 m/dt dan kandungan bahan organik tanah berkisar antara 0,27 – 0,62 %.

Dapat disimpulkan bahwa jumlah total landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi sebesar 121 individu/10m<sup>2</sup>. Kepadatan tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 58 ind/10m<sup>2</sup>. Kepadatan terendah pada stasiun 2 dimana hanya ditemukan 24 ind/10m<sup>2</sup>. Pola distribusi landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi cenderung seragam hanya jenis *Heterocentrotus trigonarius* pada stasiun 1 dan *Echinometra mathaei* pada stasiun 2 yang memiliki pola distribusi berkelompok.

Mengingat tingginya aktifitas manusia di daerah sekitar Teluk Prigi maka perlu adanya larangan dan tindakan tegas oleh pemerintah bagi pihak – pihak yang melakukan aktifitas yang dapat mencemari lingkungan laut agar keberadaan landak laut dapat tetap lestari. Perlu adanya penelitian tentang pengaruh pencemaran terhadap perkembangan enbrio landak laut.



# UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya laporan skripsi ini dapat terselesaikan.

Dalam menyelesaikan laporan Skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Herwati Umi S., MS selaku dosen pembimbing I.
2. Ir. Wijarni, MS sebagai dosen pembimbing II.
3. Ir. Muh. Musa, MS dan Ir. Kusriani selaku dosen penguji, atas arahan dan saran yang telah diberikan.
4. Bapak Yatno, Mbak Ning dan Pak Jianto atas bantuannya selama penelitian ini dilakukan.
5. Bapak dan Mama tercinta yang telah memberi dorongan materi dan spritual.
6. A' Iman, makasih doa dan supportnya.
7. Teman-teman Dewandaru (Mamet, Liena, Poo, Pyp, Redjo) I Luv U ALL.
8. Teman-teman MSP'02 and "M2\_people", thanks friend.

9. Dan semua pihak yang telah membantu atas tersusunnya laporan ini, yang tak bisa disebutkan satu persatu.

Tak ada gading yang tak retak, masih perlu banyak perbaikan untuk laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Amin Ya Robbal 'Alamin.

Malang, Desember 2006

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>RINGKASAN</b> .....	i
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Kegunaan Penelitian .....	5
1.5 Tempat dan Waktu .....	5



## II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Pantai .....	6
2.2 Landak Laut (Sea Urchin) .....	7
2.2.1 Ciri – ciri Umum .....	7
2.2.2 Makanan dan Cara Makan .....	10
2.2.3 Reproduksi .....	10
2.2.4 Siklus Hidup .....	11
2.2.5 Habitat .....	12
2.2.6 Adaptasi .....	12
2.2.7 Potensi Ekonomis .....	13
2.3 Distribusi Landak Laut .....	13
2.4 Bio Indikator .....	15
2.5 Faktor – faktor Abiotik .....	16
2.5.1 Salinitas .....	16
2.5.2 Pasang Surut .....	16
2.5.3 Suhu .....	17
2.5.4 pH .....	18
2.5.5 Bahan Organik .....	18
2.5.6 Subtrat .....	20
2.5.7 Arus .....	20

## III. MATERI dan METODE

3.1. Materi Penelitian .....	22
3.1.1 Alat yang Digunakan .....	22
3.1.2 Bahan yang Digunakan .....	23
3.2. Metode Penelitian .....	23
3.2.1 Penetapan Stasiun Pengamatan .....	23
3.2.2 Metode Pengambilan Sampel Landak Laut .....	24
3.2.3 Metode Pengambilan Subtrat Tanah .....	24
3.2.4 Prosedur Analisis Bahan Organik Tanah .....	25

3.2.5 Pengambilan Data Pasang Surut .....	26
3.2.6 Prosedur Pengukuran Parameter Kualitas Air.....	26
a. Suhu .....	26
b. pH .....	27
c. Salinitas .....	27
d. Kedalaman .....	27
e. Arus .....	27
3.3 Analisa Data .....	28
a. Kepadatan .....	28
b. Kepadatan Relatif.....	28
c. Pola Penyebaran .....	28
d. Indeks Keanekaragaman Spesies .....	29
e. Uji – t.....	30
<b>IV. HASIL dan PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1 Keadaan Lokasi Penelitian.....	31
4.1.1 Keadaan Umum.....	31
4.1.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan .....	32
4.2 Jenis – jenis Landak Laut yang Ditemukan di Perairan Teluk Prigi.....	35
4.3 Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut.....	44
4.4 Pola Distribusi Landak Laut.....	60
4.5 Keanekaragaman Landak Laut.....	65
4.6 Faktor – faktor Lingkungan Perairan .....	67
a. Suhu.....	68
b. pH.....	69
c. Salinitas .....	70
d. Bahan Organik .....	71
e. Arus .....	72
<b>V. KESIMPULAN dan SARAN .....</b>	<b>74</b>
5.1 Kesimpulan .....	74

5.2 Saran ..... 75

**DAFTAR PUSTAKA ..... 76**

**LAMPIRAN ..... 79**



**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Kriteria Kandungan Bahan Organik Tanah.....	19
2. Alat – alat yang Digunakan untuk Pengambilan Sampel di Lapang.....	22
3. Kisaran Nilai Indeks Keanekaragaman.....	30
4. Jenis – jenis Landak Laut yang Ditemukan di Teluk Prigi.....	41



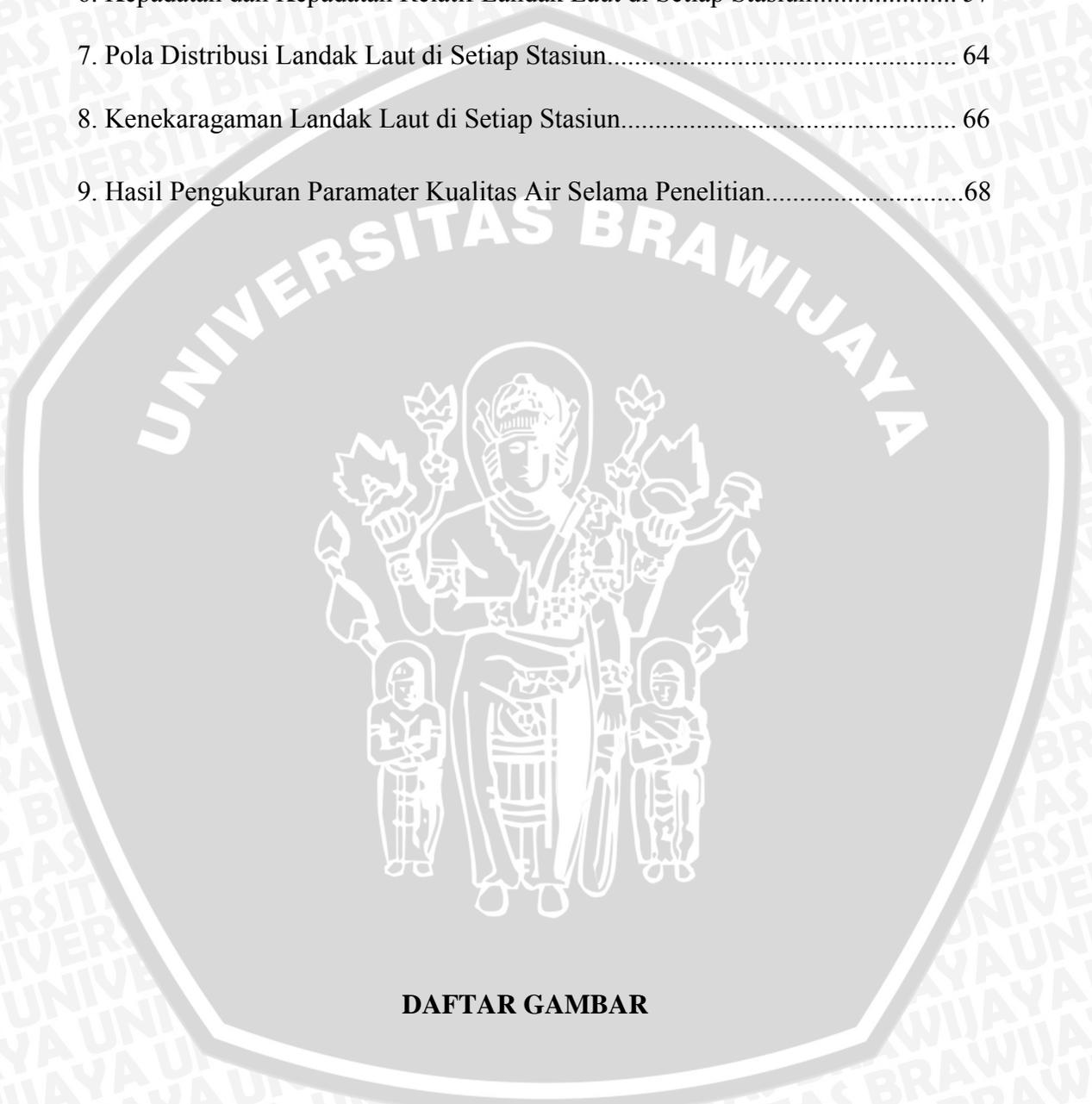
5. Dendogram Jenis – jenis Landak Laut yang Ditemukan di Teluk Prigi ..... 43

6. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Setiap Stasiun..... 57

7. Pola Distribusi Landak Laut di Setiap Stasiun..... 64

8. Kenekaragaman Landak Laut di Setiap Stasiun..... 66

9. Hasil Pengukuran Paramater Kualitas Air Selama Penelitian.....68

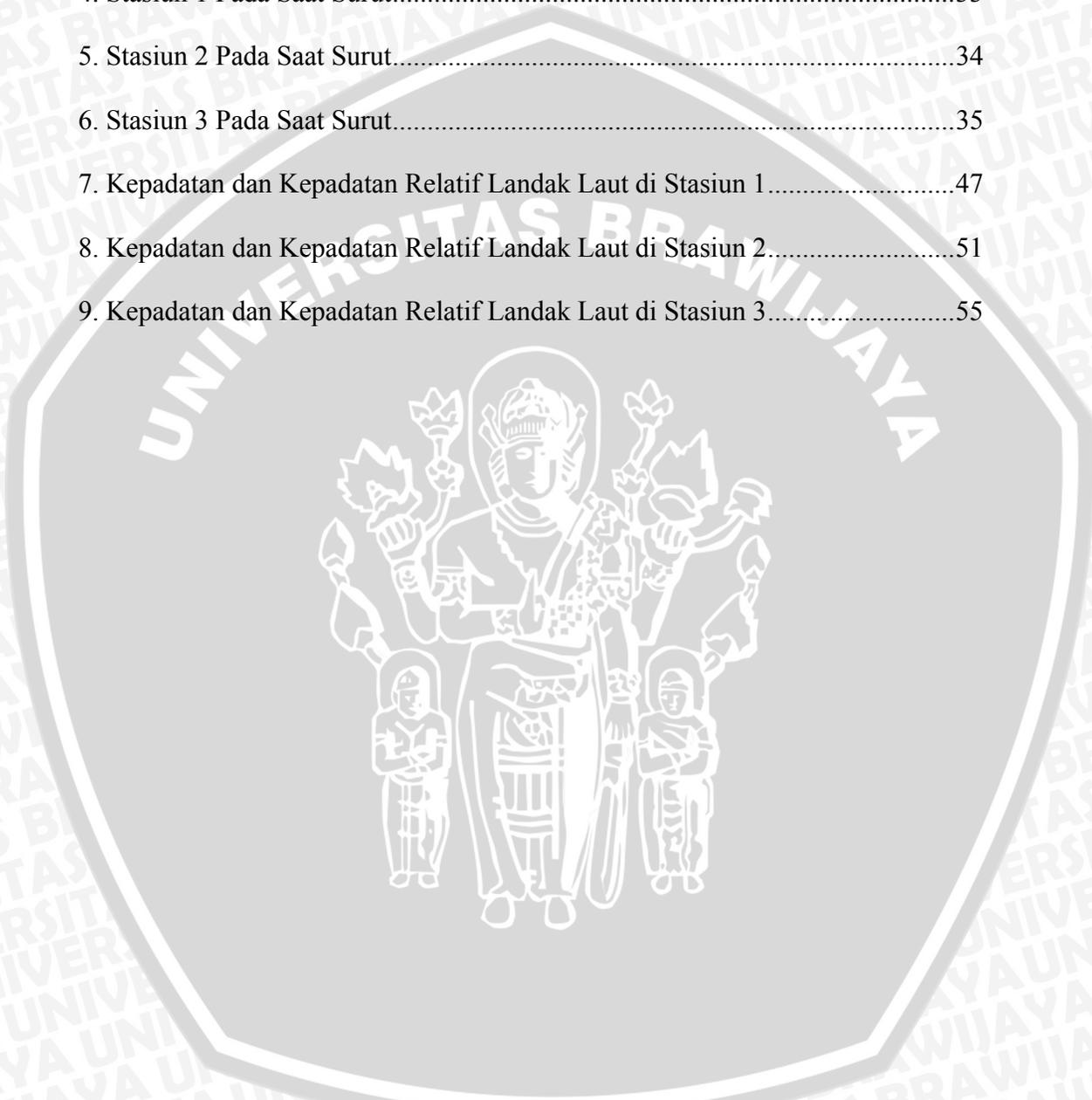


**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
1. Bagan Alir Pendekatan Masalah Penelitian.....	4
2. Morfologi Landak Laut Regularia .....	8



3. Siklus Hidup Landak Laut .....	11
4. Stasiun 1 Pada Saat Surut.....	33
5. Stasiun 2 Pada Saat Surut.....	34
6. Stasiun 3 Pada Saat Surut.....	35
7. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Stasiun 1.....	47
8. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Stasiun 2.....	51
9. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Stasiun 3.....	55



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian.....	79



2. Denah Penempatan Transek Penelitian..... 80

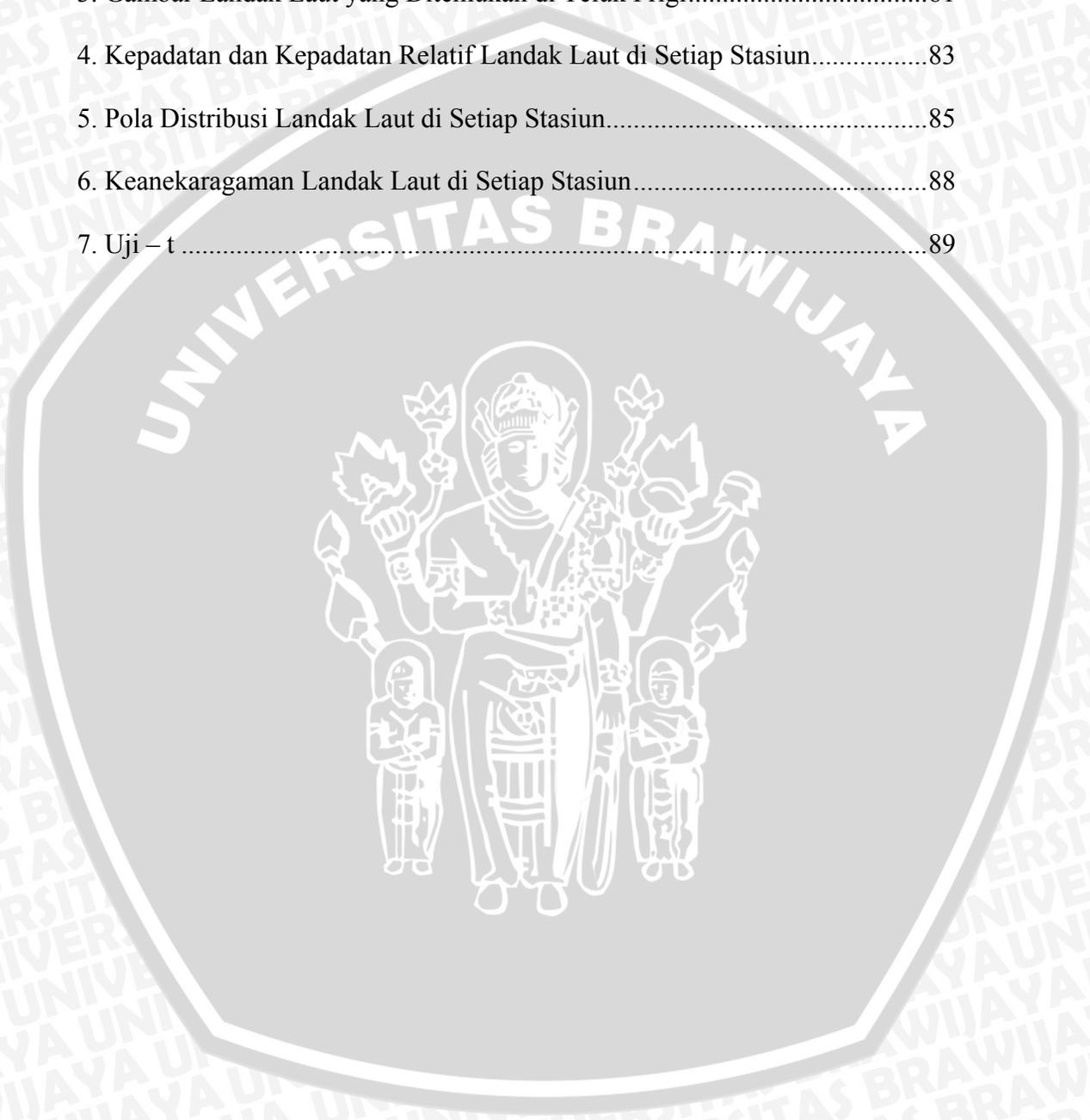
3. Gambar Landak Laut yang Ditemukan di Teluk Prigi..... 81

4. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Setiap Stasiun..... 83

5. Pola Distribusi Landak Laut di Setiap Stasiun..... 85

6. Keanekaragaman Landak Laut di Setiap Stasiun..... 88

7. Uji – t ..... 89



**1. PENDAHULUAN**



### 1.1 Latar Belakang

Perairan wilayah pesisir merupakan salah satu ekosistem yang sangat produktif di perairan laut. Namun aktivitas manusia dalam memanfaatkan sumberdaya alam ini seringkali mengakibatkan nilai guna ekosistem tersebut menjadi turun. Menurut Supriharyono (2002), Indonesia memiliki panjang garis pantai sekitar 81.791 km. Daerah pesisir yang berterumbu karang tepi (fringing reef) sangat kaya akan berbagai jenis hewan, terutama kelompok avertebrata, mulai dari filum Porifera, Coelenterata, Mollusca dan Echinodermata. Distribusi hewan – hewan avertebrata bentik ini di sepanjang garis pantai membentuk pola zonasi yang khas, sesuai dengan kondisi fisik pantai dan adaptasi dari hewan – hewan tersebut (Sutirjo, 2001).

Menurut Nybakken (1988), zona intertidal memiliki potensi sumberdaya hayati yang cukup besar dalam mendukung ekosistem suatu perairan. Ditambahkan pula oleh Odum (1993), organisme yang beraneka ragam yang mendiami daerah intertidal adalah organisme yang menempel pada permukaan sedimen (epifauna) atau hidup di dalam sedimen (infauna). Pada dasarnya komunitas ini mempunyai sumbangan yang besar dalam menjaga keseimbangan bagi kelangsungan sistem kehidupan pada perairan sepanjang tidak ada gangguan pada habitatnya.

Daerah perairan pasang surut merupakan kawasan yang memiliki keanekaragaman ekosistem dan keanekaragaman organisme yang tinggi. Di kawasan ini dapat ditemukan beberapa macam ekosistem, seperti ekosistem terumbu karang, hutan bakau dan rawa payau. Masing – masing ekosistem tersebut dihuni oleh berbagai jenis hewan dan tumbuhan yang bervariasi, baik jenis maupun pola adaptasi dalam

kehidupannya. Dengan demikian kawasan pantai merupakan tempat yang ideal sebagai wahana belajar keanekaragaman makhluk hidup dan sistem ekologi (Sutirjo, 2001).

Lautan yang berbatasan dengan daratan biasanya memiliki sumber perikanan yang berpotensi tinggi. Produksi perikanan yang berasal dari laut akan menjadi penting artinya di masa mendatang dalam memenuhi kebutuhan manusia akan bahan pangan (Hutabarat dan Evans, 1986). Salah satunya adalah landak laut yang pada saat ini mulai dikonsumsi sebagai bahan pangan. Gonad betina landak laut termasuk makanan bergizi dengan komposisi asam amino cukup lengkap (Harvey, 1956 dalam Sumitro dkk, 1992).

Menurut Sutirjo (2001), Echinoidea yang memiliki nilai komersial yaitu landak laut merah (*Strongylocentrotus franciscanus*) dan landak laut hijau (*Strongylocentrotus droebachiensis*) telah dikonsumsi sebagai komoditi makanan. Ditambahkan oleh Sugiarto dan Supardi (1995), bahwa di Kepulauan Seribu dan di beberapa tempat di Maluku landak laut marga *Diadema* juga dimakan sebagai makanan tambahan.

Klas Echinoidea meliputi sea urchins (landak laut), sand dollars (dolar pasir) dan heart urchins (bulu hati). Tubuh hewan kelas Echinoidea berbentuk bola (subkelas Regularia) maupun pipih (subkelas Irregularia). Landak laut termasuk kelompok regularia, memiliki bentuk tubuh seperti bola tertekan (setengah bola) dengan duri – duri panjang. Sedangkan sand dollars dan heart urchins termasuk kelompok irregularia, memiliki bentuk tubuh pipih dan duri – duri pendek (Hickman et al, 2006).

Landak laut adalah avertebrata laut yang termasuk ke dalam filum Echinodermata. Cangkangnya tipis dan tersusun atas lempengan – lempengan yang saling berhubungan satu sama lain. Mempunyai tentakel yang berupa kaki tabung yang

berfungsi untuk merambat dan melekat pada substrat. Seluruh tubuh bagian luarnya ditumbuhi duri – duri yang bisa digerakkan (Harvey, 1956 dalam Sumitro dkk, 1992).

Landak laut merupakan biota laut penghuni ekosistem terumbu karang dan padang lamun yang sangat umum dijumpai di perairan dangkal. Biota ini tersebar luas mengikuti penyebaran terumbu karang (Sugiarto dan Supardi, 1995). Ditambahkan oleh Jasin (1987), landak laut hidup di dalam lubang batu karang, di bawah rumput laut atau di bawah karang – karang lunak.

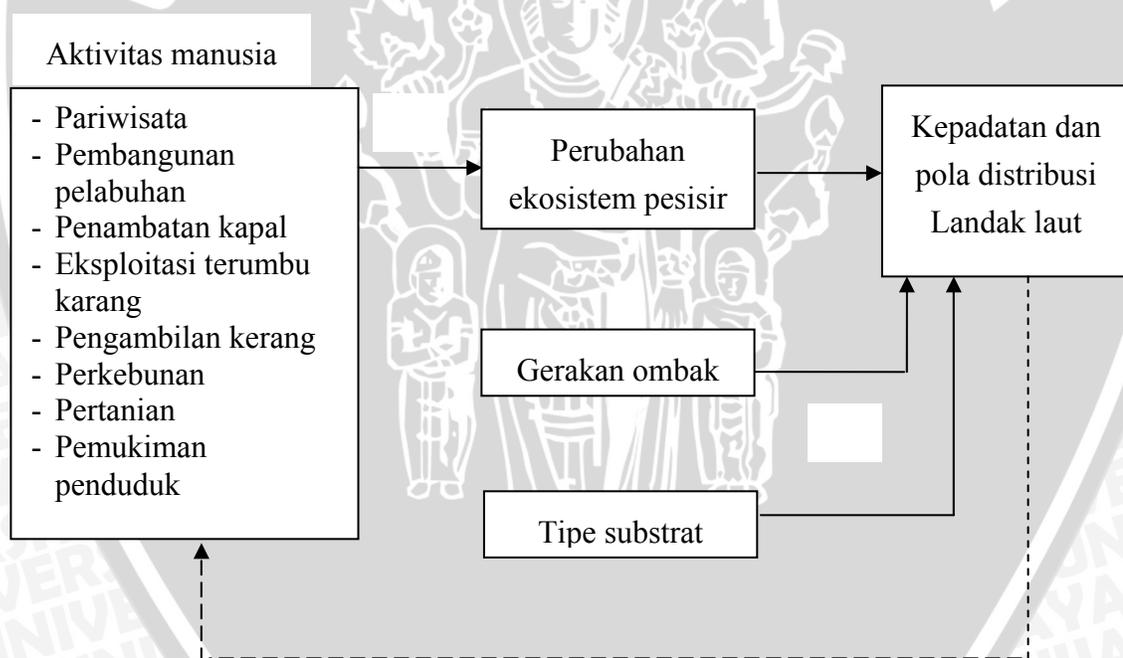
Teluk Prigi yang menjadi lokasi penelitian ini terletak di Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek. Mempunyai dasar laut bercampur pasir sedikit berbatu karang, mempunyai kedalaman 5 – 61m. Sebagian besar pantainya terbuka hanya sebagian kecil saja yang masih terdapat hutan. Teluk Prigi telah dikembangkan sebagai kawasan wisata, disini juga telah dibangun pelabuhan perikanan, tempat pelelangan ikan (TPI) dan pabrik pengolahan tepung ikan.

Perairan Teluk Prigi kaya akan sumberdaya laut, salah satunya adalah landak laut. Saat ini landak laut sudah mulai dikonsumsi masyarakat karena kandungan proteinnya yang tinggi. Dengan memperhatikan manfaat landak laut tersebut bagi masyarakat maka diperlukan informasi yang mendukung dalam upaya pengelolaan sumberdaya tersebut agar keberadaannya di alam dapat tetap lestari.

## 1.2 Perumusan Masalah

Teluk Prigi merupakan kawasan wisata. Aktivitas manusia dalam memanfaatkan daerah ini sebagai tempat rekreasi seringkali membuat pantai menjadi

kotor. Pembangunan pelabuhan, penambatan kapal, pengambilan kerang dan eksploitasi terumbu karang yang dilakukan oleh manusia diketahui dapat merusak habitat biota yang hidup di daerah tersebut. Sisa – sisa buangan bahan bakar kapal yang dibuang ke laut serta masukan yang berasal dari limbah rumah tangga, limbah pengolahan tepung ikan, limbah usaha pemindangan ikan, perkebunan dan pertanian yang terbawa bersama aliran sungai ke laut dapat mencemari perairan. Berbagai macam aktivitas manusia tersebut dapat merubah kondisi lingkungan pesisir sehingga dapat merubah kepadatan dan pola distribusi landak laut yang hidup disana.



Gambar 1. Bagan Alir Pendekatan Masalah Penelitian

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kepadatan dan pola

distribusi landak laut (*Sea urchin*) yang ada di Teluk Prigi Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur.

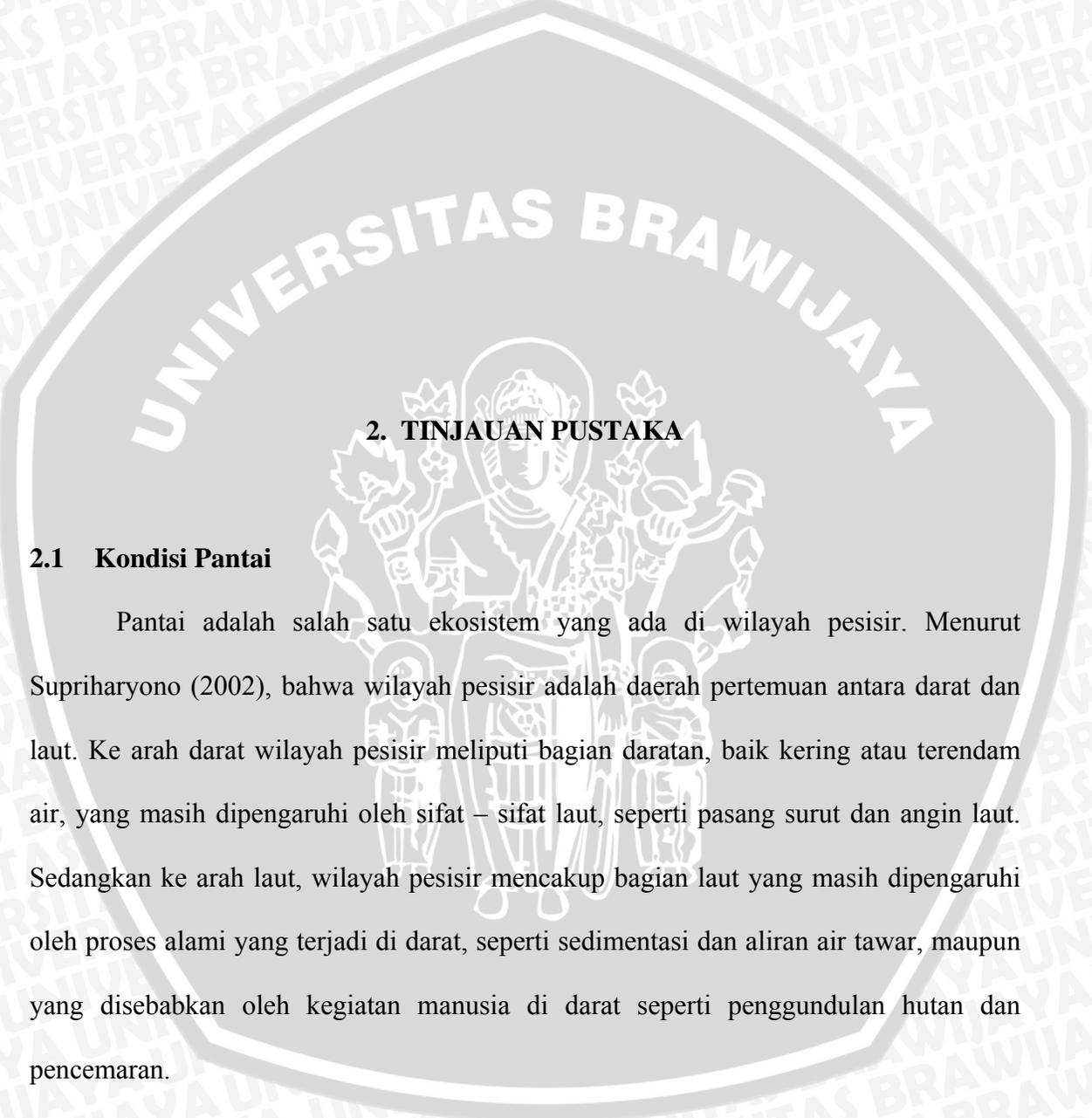
#### **1.4 Kegunaan Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber informasi tentang kondisi dan potensi perairan Teluk Prigi terutama komunitas landak laut.

#### **1.5 Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Teluk Prigi Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur pada bulan Juli 2006. Untuk identifikasi landak laut dilakukan di Laboratorium Ilmu-ilmu Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya sedangkan analisa kandungan bahan organik tanah dilakukan di Laboratrium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

## UNIVERSITAS BRAWIJAYA



### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kondisi Pantai

Pantai adalah salah satu ekosistem yang ada di wilayah pesisir. Menurut Supriharyono (2002), bahwa wilayah pesisir adalah daerah pertemuan antara darat dan laut. Ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering atau terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat – sifat laut, seperti pasang surut dan angin laut. Sedangkan ke arah laut, wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat, seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan oleh kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

Pengaruh daratan pada perairan pantai sangat nyata terlihat pada daerah pasut dan daerah estuari. Hal ini dikaitkan dengan rendahnya salinitas, bertambahnya sedimentasi yang berakibat berkurangnya daya tembus sinar matahari, dan bertambah

besarnya rasio antara larva planktonik dan plankton dewasa. Besarnya populasi plankton larva di perairan pantai ini disebabkan oleh melimpahnya jenis – jenis hewan laut yang menempel dan yang hidup di dasar perairan pantai, yang sebagian daur hidupnya ditempuh melalui fase larva yang hidup sebagai plankton sementara.

Wilayah pantai terbagi menjadi daerah yang selalu terendam air dan daerah pasut, yakni daerah yang secara berkala mengalami pengeringan dan perendaman. Sifat yang amat penting dari daerah pasut adalah berubah – ubahnya sifat – sifat lingkungan di pantai. Daerah ini mengalami perendaman dan pengeringan secara berkala setiap hari, sehingga perbedan suhu lebih besar dari bagian laut lainnya. Disamping itu pengaruh cahaya juga lebih besar dari bagian laut lainnya, yang berpengaruh langsung terhadap sebaran tumbuh – tumbuhan laut untuk fotosintesis. Tumbuh – tumbuhan laut ini sangat penting bagi kehidupan di perairan pantai (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

Zona intertidal (pasang surut) merupakan bagian laut yang paling banyak dikenal dan dipelajari karena sangat mudah dicapai manusia. Zona ini terletak diantara pasang tertinggi dan surut terendah. Daerah pantai pasang surut di Pulau Jawa umumnya berupa hamparan terumbu karang tepi (fringing reef), pantai berpasir, pantai berlumpur dan berbakau atau pantai berbatu (Sutirjo, 2001). Kehadiran terumbu karang merupakan ciri yang dominan dari perairan dangkal yang ada di khatulistiwa. Daerah pesisir yang berterumbu karang tepi sangat kaya akan berbagai jenis hewan, terutama dari kelompok avertebrata, mulai dari filum Porifera, Coelentereata, Mollusca dan Echinodermata (Romimohtarto dan Juwana, 2005).

## 2.2 Landak Laut (Sea urchin)

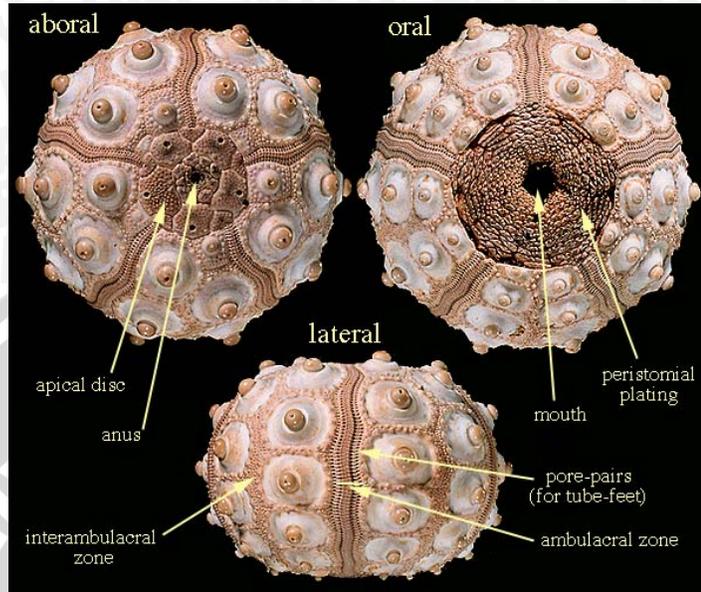
### 2.2.1 Ciri – ciri Umum

Menurut Sugiarto dan Supardi (1995), bentuk tubuh landak laut seperti halnya bentuk dasar tubuh Echinodermata, yaitu bangunan segilima tersusun menjari. Hanya saja yang membedakan landak laut dengan kelas Asteroidea dan Ophiuroidea, yaitu pada landak laut lengan yang berpola pentaradial tidak ada sama sekali. Tapi lempengan kapur tetap tersusun dengan pola pentaradial simetri.

Tubuh landak laut umumnya berbentuk seperti bola tertekan dengan cangkang yang keras dan berkapur serta dipenuhi duri – duri. Duri – duri ini ada yang panjang dan lancip dan ada pula yang pendek dan tumpul yang dapat digerakkan. Kaki tabungnya langsing dan panjang mencuat diantara duri – durinya. Mulut terletak di bagian bawah menghadap ke dasar laut, sedangkan anus menghadap ke atas di puncak bulatan cangkang (Nontji, 1993).

Tubuh landak laut dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu :

1. Bagian oral, yaitu permukaan tubuh yang terletak di bagian bawah dimana terdapat mulut
2. Bagian aboral, yaitu permukaan tubuh yang letaknya di bagian atas dimana terdapat anus
3. Bagian samping (lateral), yaitu bagian tubuh yang terletak antara oral dan aboral



Gambar 2. Morfologi Landak Laut Regularia (Anonymous, 2006)

Menurut Romimohtarto dan Juwana (2005), tubuh landak laut terbungkus oleh struktur yang berupa cangkang (test), terdiri dari lempengan – lempengan yang menyatu yang membentuk cangkang keras. Terdiri dari 5 keping ambulakral dan 5 keping interambulakral yang tersusun secara bergantian.

Keping – keping ambulakral berukuran lebih kecil dan memiliki lubang – lubang untuk keluar masuknya kaki tabung. Sedang keping interambulakral berukuran lebih besar dan melebar. Duri – duri utama (primary spines) terletak pada keping interambulakral dan duri – duri kecil (secondary spines) tersebar di semua keping (ambulakral dan interambulakral). Keping – keping ambulakral dan interambulakral berada antara sistem apikal dan peristomial (Sugiarto dan Supardi, 1995).

Pada bagian tengah sisi aboral terdapat kelompok keping “periproct” atau sistem apikal. Pada bagian tengah sistem apikal ini terdapat lubang anus yang dikelilingi oleh

keping – keping “periproct”. Keping periproct dibatasi oleh 10 keping yang tersusun bergantian (lima keping utama berukuran besar dan lima keping okular berukuran kecil). Lima keping utama yang berukuran lebih besar disebut keping genital. Pada keping genital terdapat gonopore yang berhubungan ke sistem reproduksi. Pada salah satu keping genital, biasanya ada yang berukuran paling besar dimana terdapat “madreporit” disini tempat bermuaranya sisitem pembuluh air (Hickman et al, 2006)

Pada bagian tengah sisi oral terdapat kelompok keping peristomial. Sistem peristomial dikelilingi oleh sederetan keping – keping berukuran kecil. Bagian tengah dibangun oleh semacam selaput kulit tempat menempelnya organ lentera Aristoteles (Sugiarto dan Supardi, 1995).

### 2.2.2 Makanan dan Cara Makan

Menurut Parker dan Kanvas (1992) dalam Sutirjo (2001), makanan landak laut adalah alga, ikan dan hewan – hewan kecil yang telah mati. Ditambahkan oleh Sugiarto dan Supardi (1995), landak laut jenis *Diadema setosum* dan *Diadema antillarum* diketahui lebih bersifat omnivora. Landak laut jenis ini dapat beradaptasi sesuai dengan lingkungannya, dalam hal ini macam pakan bervariasi dari nabati sampai hewani seperti crustacea, foraminifera, polip karang dan alga benang.

Saat mencerna makanannya mulut landak laut diarahkan ke bawah, hewan ini juga memiliki organ ”Lentera Aristoteles” yang digunakan untuk menggigit alga dan makanan lain di dasar (Castro et al, 2005). Ditambahkan oleh Sugiarto dan Supardi (1995), bahwa organ lentera berfungsi sebagai rahang dan gigi untuk memotong dan mengunyah makanannya.

Sistem pencernaan landak laut berawal dari rongga mulut dimana terdapat gigi dan rahang sebagai alat pencernaan makanan yang pertama. Kemudian dilanjutkan ke esophagus, ventriculus, intestinum, rectum dan berakhir di anus (Wijarni dan Arfiati, 1984). Landak laut memiliki usus yang panjang dan berbelit, hal ini merupakan bentuk adaptasi pencernaannya yang dibutuhkan untuk menghancurkan material tanaman (Castro et al, 2005).

### 2.2.3 Reproduksi

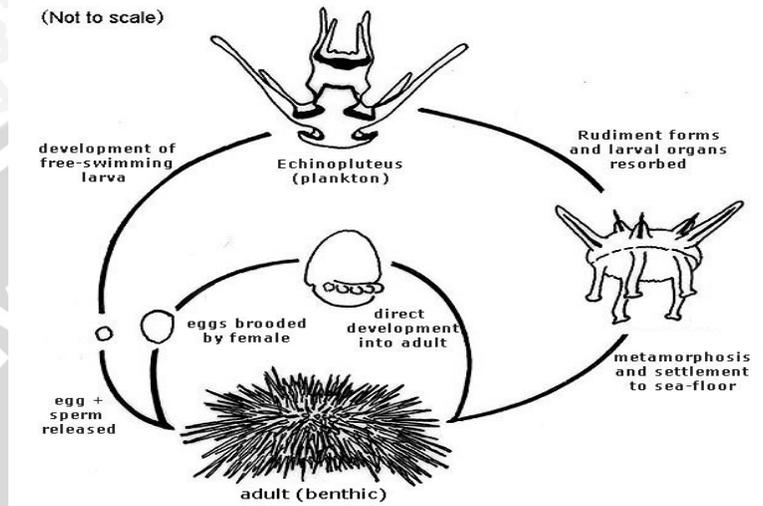
Landak laut memiliki kelamin yang terpisah (Romimohtarto dan Juwana, 2005) dan kadang – kadang dijumpai pula keadaan hermaphrodit (Harvey, 1956 dalam Sumitro dkk, 1992).

Sistem reproduksi landak laut yaitu individu jantan mengeluarkan sperma dan individu betina mengeluarkan sel telur ke dalam air laut sehingga terjadi pembuahan di luar tubuh (Wijarni dan Arfiati, 1984).

### 2.2.4 Siklus Hidup

Zigot yang merupakan sel telur yang telah dibuahi mengalami fase – fase pembelahan sampai ke stadium morula, blastula dan gastrula. Dari gastrula kemudian berubah menjadi larva pluteus yang hidup bebas sebagai plankton (Campbell et al, 2000). Larva pluteus ini bila menemui substrat keras seperti karang mati, cangkang keong atau batu akan menempel kemudian akan mengalami metamorfosa dan menjelma menjadi landak laut kecil (Sugiarto dan Supardi, 1995). Landak laut dewasa menggunakan duri dan kaki tabung yang dimilikinya untuk bergerak merayap di dasar

laut (Nontji, 1993). Sedangkan pernafasan pada landak laut dengan menggunakan kaki tabung (Romimohtarto dan Juwana, 2005).



Gambar 3. Siklus Hidup Landak Laut (Anonymous 2006)

### 2.2.5 Habitat

Landak laut hidup di dasar perairan yang umumnya jernih dan tidak bergelombang besar. Berada pada kedalaman tidak lebih dari 3m dalam zona pasang surut (Kobayashi, 1984 dalam Sumitro dkk, 1992). Di daerah pasang surut landak laut hidup pada ceruk atau cekungan yang pada saat surut masih terendam air. Dan ada pula yang pada saat surut bersembunyi di bawah pasir dan menutupi tubuhnya dengan pecahan karang.

Landak laut hidup pada substrat keras dan sering kali bersembunyi di celah batuan atau karang (Miller and Harley, 2005). Landak laut juga dapat hidup pada daerah pertumbuhan algae atau rumput laut dan padang lamun. Hewan ini seringkali bersembunyi dibawah perakaran lamun untuk melindungi diri dari serangan predator.

Landak laut umumnya terlihat pada pantai berbatu di seluruh dunia. Landak laut di daerah tropis menunjukkan lebih banyak variasi bentuk dan ukuran, khususnya pada terumbu karang (Castro et al, 2005).

Menurut Aziz (1988), landak laut seringkali terperangkap di daerah rataaan terumbu pada saat surut purnama. Jenis – jenis landak laut yang menempati rataaan terumbu adalah dari marga *Diadema*, *Echinothrix*, *Echinometra*, *Tripneustes* dan *Mespilia*.

### 2.2.6 Adaptasi

Landak laut biasanya hidup mengelompok agar dapat saling melindungi dari ancaman musuh. Serta untuk memudahkan terjadinya fertilisasi. Musuh yang utama adalah ikan buntal (*Tetraodon*) dan ikan pakol (*Balistes*) yang memiliki gigi kuat dan tajam yang dapat mematahkan duri – duri dan menghancurkan cangkang landak laut (Nontji, 1993).

Bentuk adaptasi yang lain dari landak laut menurut Miller dan Harley (2005), adalah dengan bersembunyi pada celah batuan atau karang untuk menghindari gelombang dan arus yang kuat.

### 2.2.7 Potensi Ekonomis

Landak laut *Temnopleurus alexandri* dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan tambahan karena dikenal mempunyai gonad yang besar dan enak dimakan. Yang dimakan adalah organ reproduksi atau gonadnya biasanya juga disebut “telur landak laut”. Telur landak laut ini memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Di

Jepang, Korea, Eropa dan Amerika anggota genus *Temnopleurus* ini sangat digemari oleh sebab itu landak laut jenis ini memiliki peluang untuk dibudidayakan (Sumitro dkk, 1992).

Jenis landak laut lain yang juga memiliki nilai ekonomis karena dapat dikonsumsi sebagai bahan makanan adalah landak laut merah (*Strongylocentrotus franciscanus*) dan landak laut hijau (*Strongylocentrotus droebachiensis*) (Sutirjo, 2001).

### 2.3 Distribusi Landak Laut

Individu dalam populasi dapat tersebar menurut tiga pola yaitu acak, seragam dan mengelompok. Penyebaran secara acak relatif jarang terjadi di alam, hanya terjadi di mana lingkungan sangat seragam dan ada kecenderungan individu untuk hidup mengelompok. Sementara penyebaran seragam dapat terjadi di mana persaingan diantara individu sangat besar yang mendorong pembagian ruang yang sama. Sedangkan pola sebaran mengelompok merupakan pola yang paling umum dan hampir merupakan aturan bagi individu – individu (Odum, 1993).

Menurut Suin (1997), distribusi hewan pada suatu daerah tergantung pada keadaan faktor fisika – kimia lingkungan dan sifat biologis hewan itu sendiri. Distribusi hewan di alam dapat dikelompokkan menjadi tiga bentuk yaitu; bentuk teratur (uniform), yaitu yang individunya tersebar teratur di lokasi penyebarannya; bentuk random, dimana individu – individu tersebar secara sembarangan dan yang terakhir bentuk berkelompok (clump), dimana individu - individu selalu mengelompok dan jarang ditemukan sendiri – sendiri. Kebanyakan hewan distribusinya mengelompok,

mereka memilih hidup pada habitat (substrat) yang paling sesuai baginya, baik faktor fisika, kimia substrat maupun ketersediaan makanan.

Landak laut tersebar luas mengikuti penyebaran terumbu karang (Sugiarto dan Supardi, 1995). Penyebaran jenis – jenis Echinoidea dapat ditemui di habitat lamun, habitat pertumbuhan algae dan dapat juga ditemui di daerah pasang surut sampai kedalaman 10m. Landak laut jenis *Diadema setosum*, *D. Antillarum*, *Tripneustes gratilla*, *T. Ventricossus*, *Lytechinus variegatus*, *Temnopleurus torematicus* dan *Strongylocentrotus spp* cenderung hidup mengelompok sedangkan jenis *Mespiela globules*, *Toxopneustes pileolus*, *Psedoboletia maculata* dan *Echinotrix diadema* cenderung hidup menyendiri (Odgen, 1976 dan Azis, 1987 dalam Sutirjo, 2001).

#### 2.4 Bio Indikator

Pada landak laut, fase telur dan larva adalah fase yang paling sensitif terhadap perubahan suhu, aktivitas bakteri dan pencemaran. Telur landak laut tidak dapat hidup pada suhu di atas 27 °C. Kandungan bahan organik yang tinggi pada perairan juga dapat merangsang pertumbuhan bakteri sehingga mempengaruhi tingkat kelulushidupan landak laut (Bernard, 1994).

Anggota genus *Temnopleurus* digolongkan sebagai jenis landak laut yang sensitif terhadap pencemaran karena mempunyai persyaratan lingkungan hidup yang khusus. Contohnya *Temnopleurus alexandri* dan *Temnopleurus pileolus* hanya dapat dijumpai di perairan yang memang belum tercemar (Sumitro dkk, 1992).

*Diadema setosum* dapat digunakan sebagai indikator lingkungan yang telah

tercemar. Menurut Birkeland (1989) dalam Sugiarto dan Supardi (1995), populasi landak laut *Diadema setosum* melimpah di Pulau – pulau Seribu bagian Selatan dimana kondisi terumbu karangnya kurang baik. Sebaliknya di Pulau – pulau Seribu bagian utara yang kondisi terumbu karangnya relatif baik populasi *Diadema Setosum* ini tidak begitu menonjol.

Di daerah Atlantik Barat landak laut jenis *Diadema antillarum* juga memperlihatkan pertumbuhan populasi yang melimpah di daerah yang tercemar limbah organik (Bauer, 1980 dalam Sugiarto dan Supardi, 1995).

## **2.5 Faktor – faktor Abiotik**

### **2.5.1 Salinitas**

Menurut Dahuri dkk (2004), salinitas secara umum dapat disebut sebagai jumlah kandungan garam dari suatu perairan yang dinyatakan dalam permil (‰). Ditambahkan pula oleh Effendi (2003), nilai salinitas perairan laut antara 30 – 40 ‰ hal ini berarti kandungan garam berkisar antara 30 – 40 g/kg air laut.

Perubahan salinitas yang dapat mempengaruhi organisme di zona intertidal terjadi karena pengenceran yang disebabkan oleh adanya pengaruh aliran air sungai, akibatnya salinitas menjadi turun. Sebaliknya di daerah dengan penguapan yang sangat kuat, salinitas meningkat tinggi (Nontji, 1993).

Menurut Sutirjo (2001), landak laut memiliki batasan toleransi salinitas 30 ‰ – 34 ‰.

### **2.5.2 Pasang Surut**

Pasang surut adalah peristiwa naik dan turunnya permukaan laut secara periodik selama suatu interval waktu tertentu. Terjadi karena interaksi antara gaya gravitasi matahari dan bulan terhadap bumi serta gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh rotasi bumi dan sistem bulan. Pasang surut merupakan faktor lingkungan yang paling penting yang mempengaruhi kehidupan di zona intertidal. Ini disebabkan kisaran yang luas pada banyak faktor fisik akibat hubungan langsung yang bergantian antara keadaan terkena udara terbuka dan keadaan yang terendam air. Jika tidak ada pasang surut fluktuasi yang besar ini tidak akan terjadi (Nybakken, 1988).

Naik turunnya muka laut dapat terjadi sekali sehari (pasut tunggal), atau dua kali sehari (pasut ganda). Sedangkan pasut yang berperilaku diantara keduanya disebut sebagai pasut campuran (Dahuri dkk, 2004).

Menurut Arief (2003), pasang surut berkaitan dengan salinitas diperkirakan tingkat frekuensi pasang surut sangat ikut menentukan adanya perubahan salinitas. Semakin sering terjadi pasang surut, tingkat salinitas makin meningkat.

### 2.5.3 Suhu

Pola temperatur ekosistem air dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya matahari, pertukaran panas antara air dengan udara sekelilingnya, ketinggian geografis dan juga oleh faktor kanopi ( penutupan oleh vegetasi dari pepohonan yang tumbuh di tepi) (Brehm and Meijering, 1990 *dalam* Barus 2001).

Suhu di laut adalah salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Karena suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme

maupun perkembangbiakan organisme tersebut (Hutabarat dan Evans, 1986).

Landak laut tidak mengenal cara adaptasi untuk menghindari sengatan matahari, kelompok inilah yang paling banyak dilaporkan mengalami kematian massal akibat suhu ekstrim di atas ambang batas maksimal (Glynn, 1968; Tokioka, 1966; Tsuchiya et al, 1987 dalam Aziz, 1988). Di alam hewan ini dilaporkan mengalami kematian massal pada suhu 36 °C sampai 40 °C (Tsuchiya et al, 1987 dalam Aziz, 1988).

#### 2.5.4 pH

Dijelaskan dalam Barus (2001), nilai pH menyatakan konsentrasi ion hidrogen dalam suatu larutan. Organisme air dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. Nilai pH ideal bagi kehidupan organisme air pada umumnya antara 7 – 8,5. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Ditambahkan oleh Sumitro, dkk (1992), bahwa landak laut biasanya hidup pada pH berkisar 8,3.

#### 2.5.5 Bahan Organik

Bahan organik tanah merupakan keseluruhan komponen organik tanah, baik hidup maupun mati. Komponen organik hidup terdiri dari flora, fauna dan akar tumbuhan. Komponen organik mati berupa flora, fauna dan akar tumbuhan mati yang terdekomposisi sebagian atau seluruhnya dan zat – zat organik baru (sekunder) hasil

sintesis yang berasal dari sisa jaringan tumbuhan dan hewan (Notohadiprawiro, 1998).

Material organik tanah sangat menentukan kepadatan populasi organisme tanah (Suin, 1997).

Kandungan bahan organik tanah biasanya diukur berdasarkan kandungan C-organik. Kandungan karbon (C) bahan organik bervariasi antara 45 % - 60 % (rerata 50 %) dan konversi C-organik menjadi bahan organik = %C organik X 1,724. Kandungan C termasuk perakaran dan edafon (organisme yang hidup di dalam tanah, terdiri atas flora dan fauna tanah) yang masih hidup sehingga tidak rancu dengan kandungan humus (Sutanto, 2005).

Kriteria kandungan bahan organik tanah menurut Sutanto (2005) seperti tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Kandungan Bahan Organik Tanah

Kandungan bahan organik (%)	Kriteria
< 0,5	Rendah
0,5-1	Sedang-rendah
1-2	Sedang
2-4	Tinggi
4-8	Berlebihan
8-15	Sangat berlebihan
>15	Gambut

Mengacu pada data Tabel 1 kandungan bahan organik tanah dihitung dalam % dan dikelompokkan menjadi 7 kriteria. Kandungan bahan organik < 0,5 % termasuk rendah; 0,5 – 1 % termasuk kriteria rendah sampai sedang; dan 1 – 2 % termasuk

sedang. Tanah dengan bahan organik sebesar 2 – 4 % termasuk tinggi dan termasuk kriteria berlebihan jika kandungan bahan organik tanah berkisar antara 4 – 8 %. Kandungan bahan organik antara 8 – 15 % adalah berlebihan dan bahan organik > 15 % merupakan tanah gambut.

Menurut Southward (1965) dalam Sutirjo (2001), jenis – jenis substrat menentukan jenis dan kelimpahan sumber makanan yang bersifat organik maupun anorganik.

Pantai pasir cenderung untuk mempunyai lebih sedikit detritus organik daripada pantai berlumpur, tetapi reruntuhan dari berbagai sumber yang ditemukan di sepanjang pantai merupakan sumber makanan yang dapat diandalkan untuk organisme tertentu. Karena bahan detritus sering terbawa ke atas dan ke bawah pantai oleh gelombang sehingga lebih sering melayang daripada mengendap di dasar (Nybakken, 1988).

#### **2.5.6 Substrat**

Jenis substrat dasar perairan juga mempengaruhi jenis hewan laut yang dapat hidup pada atau di dalam dasar laut. Berbagai – macam dasar perairan yang umum kita jumpai adalah dasar lumpur, pasir, batu atau cadas dan tumpukan benda. Yang terakhir ini adalah akibat perbuatan manusia (Romimohtarto dan Juwana, 2005). Ditambahkan oleh Nybakken (1988), substrat yang berbeda – beda yaitu pasir, batu dan lumpur menyebabkan perbedaan fauna dan struktur komunitas di daerah intertidal.

#### **2.5.7 Arus**

Secara umum yang disebut dengan arus adalah gerakan massa air laut ke arah

horizontal dalam skala besar. Arus di laut dipengaruhi oleh banyak faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi timbulnya arus yakni tiupan angin musim. Selain itu juga faktor suhu permukaan laut yang selalu berubah – ubah (Wibisono, 2005).

Lebih lanjut Romimohtarto (2005), menjelaskan bahwa arus laut permukaan merupakan pencerminan langsung dari pola angin yang bertiup pada waktu itu. Jadi arus permukaan ini digerakkan oleh angin dan air di lapisan bawahnya ikut terbawa. Faktor lain yang juga menyebabkan terjadinya arus di laut adalah adanya perbedaan densitas (kepadatan /kerapatan) dari air laut dan pasang surut terutama di daerah – daerah pantai. Arus berperan dalam penyebaran unsur hara di laut karena arus dapat membawa nutrient dan menghindarkan pengendapan.

Di zona intertidal, gerakan ombak mempunyai pengaruh yang besar terhadap organisme dan komunitas dibandingkan dengan daerah – daerah laut lainnya. Pada pantai – pantai yang terdiri dari pasir atau kerikil kegiatan ombak yang besar dapat membongkar substrat disekitarnya, sehingga mempengaruhi bentuk zona. Terpaan ombak dapat menjadi pembatas bagi organisme yang tidak dapat menahan terpaan tersebut, tetapi diperlukan bagi organisme lain yang tidak dapat hidup selain di daerah dengan ombak yang kuat. Kegiatan ombak juga mempunyai pengaruh kecil lainnya, yaitu mencampur atau mengaduk gas – gas atmosfer kedalam air, jadi meningkatkan kandungan oksigen sehingga daerah yang diterpa ombak tidak pernah kekurangan oksigen (Nybakken, 1988).

# UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

### 3.1 Materi Penelitian

Materi pada penelitian ini adalah landak laut (Sea urchin) serta beberapa parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi suhu, arus, pasang surut, substrat, kedalaman dan salinitas. Parameter kimia meliputi pH dan kandungan bahan organik substrat.

Penelitian ini dilakukan di lapang dan di laboratorium. Data yang diambil di lapang meliputi sampel landak laut, parameter fisika dan kimia perairan. Sedangkan

analisa kandungan bahan organik substrat dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.

### 3.1.1 Alat yang Digunakan

- a. Alat – alat yang digunakan untuk pengukuran parameter kualitas air dan pengambilan sampel di lapang dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Alat – alat yang Digunakan untuk Pengambilan Sampel di Lapang

No	Alat	Kegunaan
1	Transek 1x 1m	Untuk sampling sampel landak laut
2	Tali rafia dan meteran	Untuk mengukur lebar pasut
3	Thermometer Hg	Untuk mengukur suhu perairan
4	Plastik	Untuk tempat sampel substrat
5	Salinometer	Untuk mengukur salinitas perairan
6	pH paper	Untuk mengukur pH perairan
7	Sekop / cetok	Untuk menggali substrat dalam transek
8	Ember plastik	Untuk tempat sampel landak laut
9	Kertas label	Untuk menandai sampel substrat dan landak laut
10	Tongkat berskala	Untuk mengukur kedalaman perairan
11	Tali rafia, botol aqua dan stopwatch	Untuk mengukur arus

### 3.1.2 Bahan yang Digunakan

- Sampel landak laut
- Sampel substrat
- Sampel air laut
- Formalin 10 %

Untuk mengawetkan sampel landak laut agar terhindar dari proses pembusukan.

### 3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey yaitu penelitian yang mengambil sampel dari satu populasi untuk mewakili seluruh populasi (Singarimbun dan Effendi, 1995).

Analisis data dan interpretasi data dilakukan secara deskriptif yang bertujuan untuk membuat deskripsi mengenai kejadian yang terjadi pada saat penelitian (Suryabrata, 1989).

#### 3.2.1 Penetapan Stasiun Pengamatan

Penentuan stasiun pengamatan pada penelitian ini disesuaikan dengan pemanfaatan tata guna lahan yang ada di sekitar Teluk Prigi oleh masyarakat setempat.

Penentuan stasiun dibagi menjadi 3 yaitu :

1. Daerah dekat perkebunan.
2. Daerah dekat muara sungai, penambatan kapal dan pelabuhan.
3. Daerah dekat perbukitan yang merupakan areal hutan lindung.

Ditentukan lebar pasang surut di stasiun 1 adalah 60 m, stasiun 2 sebesar 100 m dan stasiun 3 adalah sebesar 40 m. Pada masing – masing stasiun ditempatkan 2 transek dengan menarik garis transek pertama (tegak lurus terhadap garis pantai ke arah laut), kemudian dibuat lagi garis transek kedua sejajar garis transek pertama dengan

jarak 10 m. Pada masing – masing transek diletakkan plot berukuran 1 x 1 m yang berjumlah 5 buah dengan jarak antar plot pada stasiun 1 sebesar 15 m, stasiun 2 sebesar 25 m dan stasiun 3 sebesar 10m. Urutan plot ditentukan dari batas surut terendah (plot 5 dan plot 10) sampai menuju ke daratan (plot 1 dan plot 6) dengan tujuan agar pada saat kondisi surut pengamatan dapat dilakukan lebih cepat. Untuk lebih jelasnya denah penempatan transek dan plot masing – masing stasiun dapat dilihat pada Lampiran 2.

### **3.2.2 Metode Pengambilan Sampel Landak laut**

Pengambilan sampel landak laut dilakukan pada saat surut dengan menggunakan transek berukuran 1 x 1m pada setiap plot. Sampel landak laut yang didapat dimasukkan ke dalam ember plastik atau kantong plastik, diberi label sesuai dengan tempat pengambilan sampel. Untuk jenis yang sudah diketahui dihitung kepadatannya, diambil untuk difoto kemudian dikembalikan ke habitatnya. Sedangkan untuk jenis yang belum diketahui dihitung kepadatannya, diambil satu organisme kemudian diawetkan dengan formalin 10 %. Sampel landak laut tersebut kemudian diidentifikasi dengan berpedoman pada petunjuk Clark dan Rowe (1971).

### **3.2.3 Metode Pengambilan Substrat Tanah**

Sampel substrat diambil pada seluruh stasiun yaitu pada transek pertama dan kedua, jadi dalam satu stasiun didapat dua sampel substrat. Substrat diambil dalam setiap plot pada masing – masing transek dengan cetok. Pengambilan substrat dilakukan pada plot berukuran 1 x 1m dengan mengambil pada keempat sudutnya serta bagian tengahnya sedalam 10 cm lalu dicampur. Kemudian dimasukkan ke dalam kantong

plastik dan diberi label sesuai stasiun dan transek dimana sampel diambil. Contoh substrat selama perjalanan dari lokasi penelitian ke laboratorium dibiarkan tetap di dalam plastik dan dibiarkan kering udara (diangin – anginkan). Contoh substrat yang diambil pada tiap stasiun digunakan untuk mengetahui kandungan bahan organik substrat.

#### 3.2.4 Prosedur Analisis Bahan Organik Tanah (Santoso, 1984)

Untuk analisa kandungan bahan organik tanah dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, dengan prosedur sebagai berikut :

- 5 gram contoh tanah dihaluskan sehingga ukurannya kurang dari 0,5 mm pada mortar
- Diambil 0,5 gram tanah dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 500 ml.
- Ditambahkan 10 ml  $K_2Cr_2O_7$  1 N, yang berasal dari buret dan kocok labu ini perlahan-lahan agar tanah terdispersi pada larutan.
- Ditambahkan 15 ml asam sulfat pekat, arahkan alirannya pada suspensi (dalam kompor uap).
- Goyangkan labu itu perlahan-lahan sampai tanah dan reagent tercampur, dan dikocok selama 1 menit lalu dibiarkan selama 30 menit.
- Ditambahkan 150 ml air suling dan biarkan dingin, lalu tambahkan 5 ml asam sulfat pekat dan dinginkan.
- Tambahkan 10 tetes indikator Diphenylamine kemudian titrasi larutan tersebut dengan ammonium ferosulfat 1/6 M. Selama titrasi terjadi perubahan warna

dari coklat menjadi ungu dan akhirnya hijau terang pada titik akhir titrasi. Pada saat titik akhir tercapai warna ungu hilang, titrasi blanko dan contoh tanah dengan cara yang sama.

- Catat jumlah Amonium ferosulfat pada saat titik akhir. Tambahkan 0,2 ml  $K_2Cr_2O_7$ . Apabila warnanya hijau tetap, hal ini dapat mengindikasikan apakah larutan telah tertitrasi berlebihan atau masih terdapat bahan organik yang dapat di oksidasi dengan penambahan Potassium dikromat.

### 3.2.5 Pengambilan Data Pasang Surut

Pengambilan data pasang surut diperoleh dengan cara:

- Primer, yaitu dengan cara pengamatan langsung pasang sampai menjelang surut saat pelaksanaan untuk mendapatkan data lebar pasang surut dari darat menuju laut.
- Sekunder, yaitu dengan pengambilan data dari instansi yang terkait (Dinas Hidro - Oseanografi TNI AL) berupa waktu pasang surut beserta kedalamannya.

### 3.2.6 Prosedur Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan secara insitu meliputi suhu, pH, salinitas dan kedalaman .

#### a. Suhu (Anonymous, 2004)

- Menyiapkan thermometer Hg
- Memasukkan thermometer ke dalam perairan sekitar 10 cm, tunggu sampai beberapa saat sampai air raksa dalam thermometer menunjukkan skala tertentu
- Membaca skala yang ditunjukkan oleh thermometer

- Mencatat hasil pengamatan dalam skala ° C
- b. Derajat Keasaman / pH (Anonymous, 2004)
  - Menyiapkan pH paper
  - Memasukkan pH paper ke dalam perairan
  - Mencocokkan warna yang terjadi pada kotak standart warna
- c. Salinitas
  - Memasukkan air laut ke dalam ember
  - Memasukkan salinometer ke dalam ember berisi sampel air laut
  - Menunggu hingga salinometer stabil
  - Membaca skala yang tertera pada salinometer
  - Mencatat hasil pengamatan
- d. Kedalaman
  - Tongkat berskala dicelupkan ke dalam perairan kemudian dilihat skala yang tertera pada tongkat
- e. Arus (Arfiati, 2004)

Cara pengukuran arus adalah dengan memasukkan benda yang melayang di dalam air, yang sebelumnya telah diikat dengan tali kemudian menghitung waktu yang ditempuh pada jarak tertentu, dengan rumus sebagai berikut :

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan : v = kecepatan arus (m/dt)

$s$  = panjang tali (m)

$t$  = waktu (detik)

### 3.3 Analisa Data

Data yang diperoleh dikelompokkan dan dianalisis menurut stasiun pengambilan sampel masing –masing dengan pendekatan Kepadatan, Kepadatan Relatif, Pola Penyebaran, Indeks Diversitas Shannon-Weaver dan Uji - t.

#### a. Kepadatan

Menurut Soegianto (1994), kepadatan (density = D) adalah jumlah individu per unit area (luas). Kepadatan populasi sangat penting untuk mengetahui produktivitas suatu spesies. Perhitungan kepadatan landak laut dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K \text{ (ind/m}^2\text{)} = \frac{\text{jumlah individu suatu spesies}}{\text{luas total habitat yang disampling}}$$

#### b. Kepadatan Relatif

Menurut Suin (1997), kepadatan relatif biasanya digunakan untuk membandingkan suatu komunitas dengan komunitas lainnya, perhitungan kepadatan relatif menggunakan rumus :

$$KR \text{ (\%)} = \frac{\text{kepadatan suatu jenis}}{\text{kepadatan seluruh jenis}} \times 100 \%$$

Suatu habitat dikatakan cocok dan sesuai bagi perkembangan suatu organisme, apabila nilai  $KR > 10\%$  (Barus, 2001).

### c. Pola Penyebaran

Untuk mengetahui pola penyebaran landak laut pada penelitian ini digunakan perbandingan antara nilai varians ( $\sigma^2$ ) dan mean ( $\mu$ ) dengan mengacu pada petunjuk Ludwig dan Reynold (1988), yaitu :

$$\sigma^2 = \frac{n \sum xi^2 - (\sum xi)^2}{n^2} \quad \text{dan} \quad \mu = \frac{\sum xi}{n}$$

Keterangan :  $xi$  = jumlah individu spesies ke – i

$n$  = total kuadran dimana spesies ditemukan

Dengan ketentuan :

$$\sigma^2 = \mu \quad , \text{ pola sebaran acak}$$

$$\sigma^2 > \mu \quad , \text{ pola sebaran berkelompok}$$

$$\sigma^2 < \mu \quad , \text{ pola sebaran seragam}$$

### d. Indeks Keanekaragaman Spesies (Indeks Diversitas Shannon-Weaver)

Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman spesies yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing – masing spesies yang relatif merata (Barus, 2001). Menurut Wibisono (2005), perhitungan Indeks Diversitas Shannon-Wiener dirumuskan dengan :

$$H' = -\sum pi \ln pi \quad \text{dimana} \quad pi = \frac{\sum ni}{N}$$

Keterangan :  $H'$  = Indeks Keanekaragaman Shannon

$pi$  = perbandingan jumlah individu jenis ke – i dan total individu

$n_i$  = jumlah individu jenis ke – i

$N$  = jumlah total individu

Menurut Krebs (1985) dalam Barus (2001), kisaran dari nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dengan rumus seperti telah dijelaskan sebelumnya adalah :

Tabel 3. Kisaran Nilai Indeks Keanekaragaman

Nilai $H'$	Keanekaragaman
$0 < H' < 2,303$	Keanekaragaman rendah
$2,303 < H' < 6,907$	Keanekaragaman sedang
$H' > 6,907$	Keanekaragaman tinggi

Menurut Sudaryanti (1997), lingkungan tidak tercemar dicirikan dengan diversitas tinggi, distribusi antar spesies dan jumlah individu tinggi. Semakin tinggi nilai  $H'$  semakin besar diversitas dan menunjukkan lingkungan yang lebih bersih.

e. Uji – t

Menurut Irianto (2004), untuk mengetahui perbedaan jumlah individu pada setiap stasiun digunakan analisa uji t sebagai berikut :

$$Sp^2 = \frac{\sum(x_A - \bar{x}_B)^2 + \sum(x_B - \bar{x}_B)^2}{n_A + n_B - 2}$$

$$S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B} = \sqrt{\frac{Sp^2}{n_A} + \frac{Sp^2}{n_B}}$$

$$t \text{ hitung} = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\mu_A - \mu_B)}{S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B}}$$

Nilai  $t$  hitung selanjutnya dibandingkan dengan  $t$ -tabel dengan derajat bebas ( $df = n_1 + n_2 - 2$ ) pada tingkat signifikansi 5 %.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Keadaan Lokasi Penelitian

#### 4.1.1 Keadaan Umum

Secara geografis Kecamatan Watulimo terletak antara  $111^{\circ} 40' 52''$  BT dan  $8^{\circ} 16' 24''$  LS, berada di sebelah Tenggara Kabupaten Trenggalek dengan luas wilayah 1.371.73 ha. Adapun batas - batas wilayah Kecamatan Watulimo adalah sebagai berikut:

- a. Sebelah Utara : Kecamatan Gandusari dan Kampak
- b. Sebelah Timur : Kecamatan Besuki Kabupaten Tulungagung
- c. Sebelah Selatan : Samudera Indonesia
- d. Sebelah Barat : Kecamatan Munjungan

Secara umum kondisi topogafis Kecamatan Watulimo adalah berbukit, dengan ketinggian  $\pm 299$  m dpl. Di bagian Utara, Timur dan Barat merupakan daerah dataran tinggi (pegunungan) sedangkan di bagian Selatan merupakan daerah pesisir. Sumberdaya dominan di bagian daratan adalah kehutanan yang sebagian besar merupakan hutan lindung. Jenis tanahnya merupakan jenis tanah litosol yang baik untuk tanaman jati, kopi, salak, cengkeh, kelapa dan coklat selain itu juga digunakan untuk

areal persawahan.

Berdasarkan kondisi topografi di wilayah Kecamatan Watulimo, pada daerah dengan ketinggian 25 – 100 m dpl dengan kemiringan lahan 2 – 15 % sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani tanaman pangan. Pada ketinggian 0 – 25 m dpl sebagian besar penduduk bermatapencaharian sebagai nelayan.

Teluk Prigi yang terletak di Kecamatan Watulimo, Kabupaten Trenggalek ini memiliki panjang total garis pantai mencapai  $\pm 25,6$  km. Perairan Teluk Prigi merupakan kawasan yang relatif terlindung dari hempasan gelombang. Mempunyai dasar laut bercampur pasir sedikit berbatu karang, mempunyai kedalaman 5 – 61 m. Sebagian besar pantainya terbuka hanya sebagian kecil saja yang masih terdapat hutan.

#### **4.1.2 Deskripsi Stasiun Pengamatan**

Gambaran kondisi stasiun pengamatan di Teluk Prigi mulai dari stasiun 1 sampai dengan stasiun 3 dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Stasiun 1, terletak di Pantai Prigi dekat dengan daerah perbukitan yang merupakan area perkebunan salak dan kopi. Wilayahnya merupakan pantai berbatu dan berkarang dimana pada tepian pantainya terdapat batuan karang yang berukuran besar. Memiliki bentuk habitat rata-rata terumbu dengan tipe dasar yaitu pasir, karang hidup dan pecahan karang mati. Lebar pasang surut di stasiun ini sebesar  $\pm 60$  m. Di hadapan stasiun ini terdapat Pulau Pegat yang dapat menghalangi arus (gelombang) pada saat pasang maupun surut, sehingga

stasiun 1 merupakan daerah yang relatif terlindung dari terpaan ombak. Pada saat surut daratan yang menuju ke Pulau Pegat dapat terlihat, tetapi pada saat pasang pulau ini terpisah dari Pantai Prigi. Foto stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Stasiun 1 Pada Saat Surut

- b. Stasiun 2, terletak di Pantai Prigi lokasinya agak ke Barat dari stasiun 1, berada di depan muara Sungai Bengkorok. Lebar pasang surut pada daerah ini dapat mencapai  $\pm 100$  m. Mendapat masukan dari limbah pabrik pengolahan tepung ikan, usaha pemindangan ikan, limbah rumah tangga dan pertanian karena aliran sungai ini melewati pemukiman penduduk dan juga areal persawahan sebelum akhirnya bermuara ke laut, disamping itu muara sungai ini juga digunakan sebagai tempat tambat kapal – kapal nelayan yang seringkali membuang sisa bahan bakar kapal ke laut. Letak stasiun ini juga berdekatan dengan pelabuhan dan TPI yang berada di sebelah Barat Sungai Bengkorok. Stasiun 2 memiliki

bentuk habitat yang terdiri dari rata-rata terumbu dengan tipe substrat lumpur berpasir di daerah dekat dengan muara sungai dan pasir di daerah yang jauh dari muara sungai. Di daerah dekat dengan muara sungai sebagian karangnya telah mati karena aktivitas manusia yang berusaha mencari kerang pada saat air surut dan juga karena tingginya sedimentasi lumpur yang terbawa bersama aliran sungai. Lebih ke arah Selatan dari muara sungai mulai terlihat ada pertumbuhan karang – karang baru berukuran kecil. Jenis – jenis karang yang banyak ditemukan di stasiun ini antara lain dari jenis *Acropora*, karang otak (*Favia speciosa*) dan *Fungia danai*. Foto stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Stasiun 2 Pada Saat Surut

- c. Stasiun 3 terletak di Pantai Damas yaitu ke arah Barat dari Stasiun 2 dengan jarak  $\pm$  5 km. Bila dibandingkan dengan Pantai Prigi, Pantai Damas tidak begitu luas, wilayahnya relatif terlindung dengan adanya perbukitan di sebelah Timur

dan Barat pantai ini. Pantai Damas dapat dikatakan masih alami, kegiatan penangkapan ikan yang dilakukan oleh nelayan tidak sebanyak seperti di Pantai Prigi disamping itu pemukiman penduduk di wilayah ini juga masih jarang. Pantai ini tidak begitu banyak dikunjungi oleh wisatawan karena jalan untuk menuju ke lokasi ini banyak yang berlubang. Letak stasiun ini berbatasan langsung dengan perbukitan yang merupakan area hutan lindung. Memiliki bentuk habitat pantai berbatu dan berkarang dengan tipe substrat berupa pasir. Kondisi perairannya agak dalam bila dibandingkan dengan 2 stasiun lainnya, dengan hampasan ombak yang cukup besar. Foto stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Stasiun 3 Pada Saat Surut

#### 4.2 Jenis – jenis Landak Laut yang Ditemukan di Perairan Teluk Prigi

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama pengambilan sampel diketahui ada 6 jenis landak laut yang ditemukan di perairan Teluk Prigi. Masing –

masing spesies yaitu *Echinometra mathaei*, *Echinometra oblonga*, *Colobocentrotus atratus*, *Heterocentrotus trigonarius*, *Parasalenia gratiosa* dan *Phyllacanthus forcipulatus*.

Identifikasi landak laut tersebut dilakukan di Laboratorium Ilmu – ilmu Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya dengan melihat ciri – ciri pada bagian oral, aboral, bentuk duri, bentuk kaki tabung, bentuk pediselaria, dan warna tubuh. Identifikasi tersebut dilakukan dengan berpedoman pada petunjuk Clark dan Rowe (1971) serta Wijarni (2000). Uraian lebih jelas tentang klasifikasi dan ciri – ciri masing – masing jenis adalah sebagai berikut :

1) *Heterocentrotus trigonarius*

Filum : Echinodermata

Kelas : Echinoidea

Sub kelas : Regularia

Ordo : Camarodonta

Famili : Echinometridae

Genus : *Heterocentrotus*

Spesies : *Heterocentrotus trigonarius* (Lamarck, 1816)

Hewan ini memiliki cangkang berbentuk oval. Sumbu panjang tubuh melalui ambulakral 2 dan interambulakral 4. Biasanya memiliki 15 – 16 pasangan pori pada tiap busar pada wilayah ambital. Ukuran tuberkel primer secara bertahap menurun pada bagian aboral begitu juga dengan ukuran duri primernya. Pediselaria berbentuk tridantate dengan katup – katup seperti daun. Memiliki duri yang tumpul, besar dan kuat

berbentuk silindris. Warna hijau tua kecoklatan.

2) *Echinometra mathaei*

Filum : Echinodermata

Kelas : Echinoidea

Sub kelas : Regularia

Ordo : Echinoida

Famili : Echinometridae

Genus : Echinometra

Spesies : *Echinometra mathaei* (de Blaniville, 1825)

Hewan ini memiliki cangkang berbentuk oval dengan sumbu panjang terletak dari ambulakral 1 ke interambulakral 3. Pori – pori pada setiap osikulum ambulakral terdapat 5 pasang. Pediselaria berbentuk tridantate dengan sebuah gigi lateral pedical yang tidak sepasang. Periproct mempunyai banyak lempengan. Duri keras dan tajam menempel pada tuberkel. Pada tuberkel tidak terdapat guratan dan tidak berlubang, baik itu tuberkel primer maupun tuberkel sekunder (Clark and Rowe, 1971).

*Echinometra mathaei* hidup pada daerah pasang, karang terbuka dan daerah gelombang besar. Jenis ini berlindung dari gelombang pasang dengan bersembunyi di lubang – lubang karang. Memiliki duri yang keras dan tajam serta rahang yang kuat untuk memperlebar lubang – lubang yang menjadi tempat tinggalnya. Warna tubuh *Echinometra mathaei* antara lain abu – abu kehijauan, coklat dan merah muda.

3) *Echinometra oblonga*

Filum : Echinodermata

Kelas : Echinoidea

Sub kelas : Regularia

Ordo : Echinoida

Famili : Echinometridae

Genus : *Echinometra*

Spesies : *Echinometra oblonga* (de Blainville, 1825)

*Echinometra oblonga* masih dekat dengan *Echinometra mathaei* memiliki duri yang lebih pendek dan tumpul jika dibandingkan dengan *Echinometra mathaei*. Berwarna coklat tua sampai hitam. Hidup di daerah pasang surut, karang terbuka dan gelombang besar.

4) *Colobocentrotus atratus*

Filum : Echinodermata  
Kelas : Echinoidea  
Sub kelas : Regularia  
Ordo : Camarodonta  
Famili : Echinometridae  
Genus : Colobocentrotus  
Spesies : *Colobocentrotus atratus* (Linnaeus, 1758)

Landak laut jenis ini memiliki cangkang berbentuk oval. Sumbu panjang tubuh melalui ambulakral 2 dan interambulakral 4. Duri termodifikasi menjadi lempengan – lempengan heksagonal atau pentagonal. Duri – duri pada bagian tepi tubuh bagian ventral berbentuk membulat. Dan duri pada bagian aboral lebih kecil dibandingkan duri pada tepi tubuhnya. Daerah periproct tersusun dari banyak lempengan. Mempunyai kaki-kaki tabung pada bagian permukaan oral yang kuat untuk menempel pada batu karang. Hewan ini biasanya hidup menempel pada batu karang yang besar yang terletak di pinggir pantai. Dalam bergerak *Colobocentrotus atratus* sangat lambat dan terkesan diam menempel pada dinding batu karang. Dalam mencari makan hewan ini juga dapat dikatakan cenderung pasif, hanya bergantung pada materi – materi yang dibawa ombak pada saat ombak tersebut menerpanya. Warna tubuh biasanya ungu gelap secara aboral.

5) *Parasalenia gratiosa*

Filum : Echinodermata  
Kelas : Echinoidea  
Sub kelas : Regularia

- Ordo : Echinoida  
Famili : Parasaleniidae  
Genus : Parasalenia  
Spesies : *Parasalenia gratiosa* (A. Agassiz, 1983)

Hewan ini memiliki cangkang berbentuk oval. Panjang duri primer kira – kira sama dengan diameter horizontal tubuhnya. Panjang diameter horizontal lebih dari 1cm. Memiliki pediselaria berbentuk tridantate. Keping periproct tersusun dari 4 lempengan.

Duri berbentuk silindris dan berwarna kehijauan.

6) *Phyllacanthus forcipulatus*

- Filum : Echinodermata  
Kelas : Echinoidea  
Sub kelas : Regularia  
Ordo : Cidaroida  
Famili : Cidaridae  
Genus : *Phyllacanthus*  
Spesies : *Phyllacanthus forcipulatus* (Mortensen, 1936)

Hewan ini memiliki cangkang berbentuk oval. Keping peristomial hanya sedikit lebih besar dari area apikal. Diameter keping peristomial sekitar 40 % dari diameter horizontal tubuhnya. Memiliki duri berbentuk silindris berwarna hitam kecoklatan dengan jumlah duri primer 17 – 18. Pediselaria berbentuk tridantate.

Selanjutnya untuk mengetahui masing – masing jenis landak laut yang ditemukan di setiap stasiun pengamatan selama pengambilan sampel dilakukan dapat

dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis – jenis Landak Laut yang Ditemukan di Perairan Teluk Prigi

No	Spesies	Stasiun	Stasiun	Stasiun
		1	2	3
1	<i>Echinometra oblonga</i>	✓	✓	✓
2	<i>Echinometra mathaei</i>	✓	✓	✓
3	<i>Colobo centrotus atratus</i>	✓	-	-
4	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	✓	-	-
5	<i>Phyllacanthus forcipulatus</i>	-	-	✓
6	<i>Parasalenia gratiosa</i>	-	✓	✓
	$\Sigma$	4	3	4

Keterangan : ✓ : Ditemukan  
- : Tidak ditemukan

Dari Tabel 4 diketahui bahwa jenis *Echinometra mathaei* dan *Echinometra oblonga* ditemukan pada semua stasiun pengambilan sampel. Hal ini disebabkan kemampuannya yang tinggi untuk menyesuaikan diri terhadap berbagai kondisi fisika dan kimia perairan yang menjadi habitatnya antara lain suhu, salinitas, arus, pH, jenis substrat dan kandungan bahan organik tanah.

Jenis *Colobocentrotus atratus* hanya ditemukan di satu stasiun pengambilan sampel, yaitu pada stasiun 1. Pada stasiun ini banyak terdapat batu karang berukuran besar di tepi pantai. Batu–batu karang ini merupakan habitat yang disukai oleh *Colobocentrotus atratus*. Biasanya landak laut jenis ini hidup menempel di celah–celah batu karang untuk melindungi dirinya dari serangan predator dan hempasan ombak yang kuat. *Colobocentrotus atratus* tidak memiliki duri–duri tajam yang dapat digunakan

untuk membuat lubang pada batu karang. Duri–duri yang dimilikinya pada bagian aboral termodifikasi menjadi bentuk pentagonal atau heksagonal sedang duri - duri di bagian tepi tubuhnya membulat. Untuk dapat melekat kuat pada batu karang yang menjadi habitatnya landak laut ini memiliki banyak kaki tabung pada bagian oral tubuhnya.

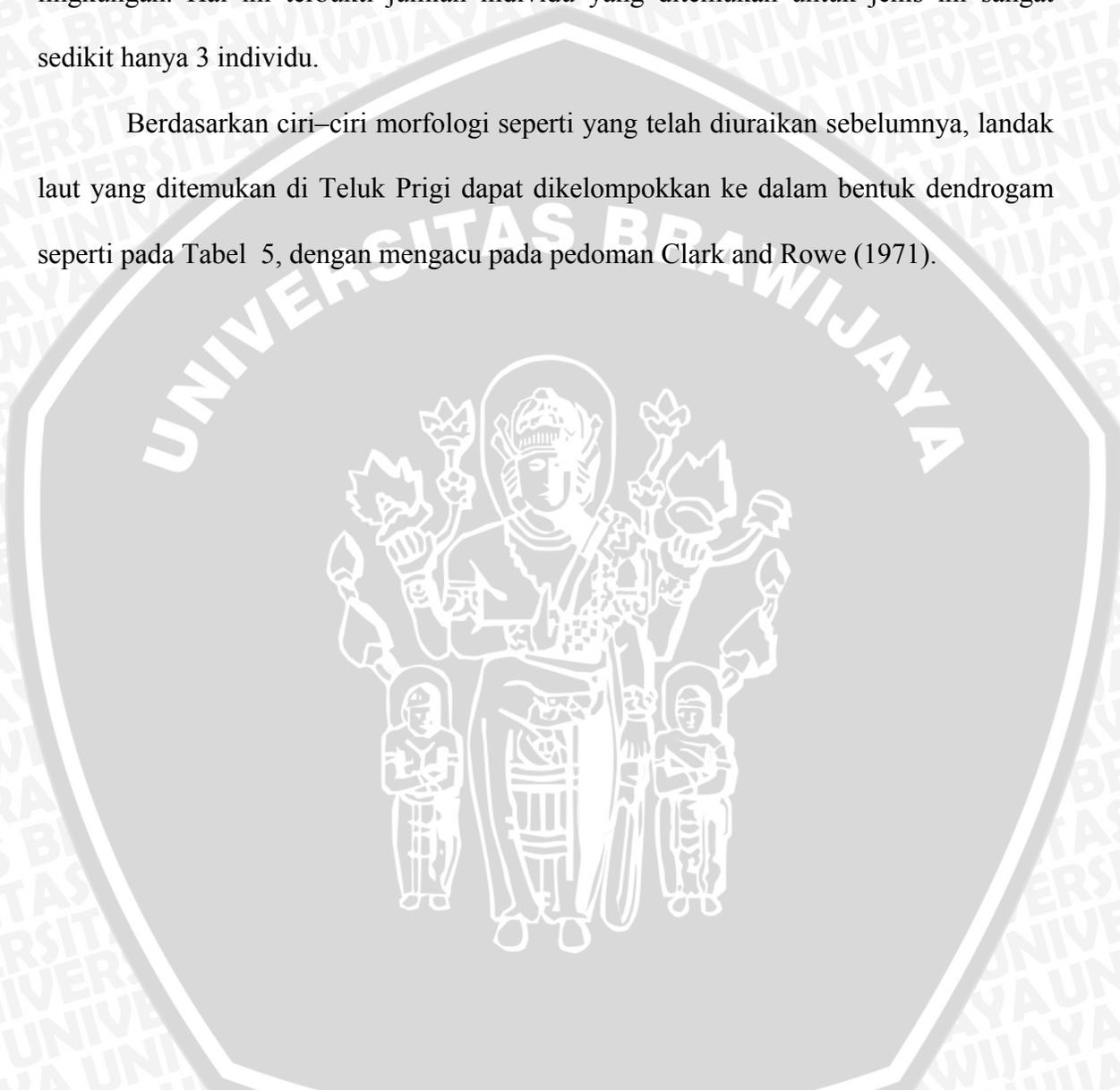
Jenis lain yang juga hanya terdapat di stasiun 1 adalah *Heterocentrotus trigonarius*. Banyak ditemukan di daerah tepi pantai dan membuat lubang pada batu karang besar. Diduga landak laut jenis tersebut adalah landak laut dewasa yang siap berpijah. Seperti dijelaskan oleh Sumitro, dkk (1992) bahwa landak laut dewasa yang siap memijah banyak ditemukan di daerah dekat pantai dalam formasi berkelompok. Hal lain yang juga mendukung ditemukannya *Heterocentrotus trigonarius* di stasiun ini yaitu kondisi stasiun 1 yang relatif bersih dan terlindung dari hempasan ombak karena adanya Pulau Pegat yang letaknya tepat di hadapan stasiun ini. Disamping itu juga pada daerah tepi pantai stasiun ini banyak terdapat batu–batu karang berukuran besar yang menjadi habitat landak laut ini.

Landak laut jenis *Phyllacanthus forcipulatus* hanya ditemukan pada stasiun 3. Stasiun ini kondisi perairannya lebih dalam bila dibandingkan stasiun yang lain yaitu sebesar 33 cm dengan hempasan ombak yang cukup besar. *Phyllacanthus forcipulatus* ditemukan bersembunyi pada celah–celah karang maupun di dalam lubang batu karang dari tepi pantai sampai ke arah laut . Diduga landak laut jenis ini mempunyai daya tahan yang lebih besar terhadap hempasan ombak dibanding jenis yang lain.

*Parasalenia gratiosa* ditemukan pada dua stasiun pengambilan sampel yaitu pada stasiun 2 dan 3. Bila dibandingkan dengan jenis–jenis landak laut yang lain

*Parasalenia gratiosa* memiliki toleransi yang kecil terhadap perubahan kondisi lingkungan. Hal ini terbukti jumlah individu yang ditemukan untuk jenis ini sangat sedikit hanya 3 individu.

Berdasarkan ciri-ciri morfologi seperti yang telah diuraikan sebelumnya, landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi dapat dikelompokkan ke dalam bentuk dendrogram seperti pada Tabel 5, dengan mengacu pada pedoman Clark and Rowe (1971).



Tabel 5. Dendrogram Jenis – jenis Landak Laut yang Ditemukan di Perairan Teluk Prigi

Phyllum	Class	Sub class	Ordo	Family	Genus	Spesies
E	E	R	Camaro	Echino	Echino	<i>Echinometra</i>
C	C	E	donta	metridae	metra	<i>mathaei</i>

H I N O D E R M A T A	H	G			<i>Echinometra</i>
	I	U			<i>oblonga</i>
	N	L		Hetero	<i>Heterocentrotus</i>
	O	A		centrotus	<i>trigonarius</i>
	D	R		Colobo	<i>Colobocentrotus</i>
	E	I		centrotus	<i>atratus</i>
R	E	A	Cidaroida	Cidaridae	Phylla canthus
M	A				<i>Phyllacanthus</i> <i>forcipulatus</i>
A			Echinoida	Parasaleniiidae	Parasalenia
T					<i>Parasalenia</i> <i>gratiosa</i>
A					

Dengan memperhatikan Tabel 5 diketahui landak laut yang ditemukan di perairan Teluk Prigi terdiri dari 3 ordo, 3 family, 5 genus dan 6 spesies. Jenis *Echinometra mathaei* dan *Echinometra oblonga* termasuk ke dalam 1 genus yaitu Echinometra. Selanjutnya antara *Echinometra mathaei*, *Echinometra oblonga*, *Heterocentrotus trigonarius* dan *Colobocentrotus atratus* ke empat jenis landak laut ini semuanya termasuk dalam family Echinometridae dan ordo Camarodonta. Lain halnya dengan *Phyllacanthus forcipulatus* landak laut jenis ini termasuk ke dalam genus Phyllacanthus, family Cidaridae dan ordo Cidaroida. Sedangkan *Parasalenia gratiosa* termasuk ke dalam genus Parasalenia, family Parasaleniiidae dan ordo Echinoida. Keseluruhan landak laut yang ditemukan di perairan Teluk Prigi ini termasuk ke dalam subclass Regularia, class Echinoidea dan phylum Echinodermata.

#### 4.3 Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut

Kepadatan landak laut dipengaruhi oleh faktor–faktor lingkungan perairan antara lain suhu, kedalaman, arus, salinitas, pH, tipe substrat dan kandungan bahan organik substrat. Berdasarkan hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai kepadatan landak laut di setiap stasiun bervariasi (dapat dilihat pada Tabel 6). Untuk perhitungan selengkapnya kepadatan dan kepadatan relatif landak laut pada masing – masing stasiun dapat dilihat pada Lampiran 4.

- Stasiun 1

Landak laut yang ditemukan pada stasiun ini terdiri dari 4 jenis yaitu *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei*, *Colobocentrotus atratus* dan *Heterocentrotus trigonarius* dengan jumlah total landak laut yang ditemukan sebesar 58 ind/10m<sup>2</sup>. Untuk mengetahui jumlah individu masing-masing jenis yang ditemukan dalam setiap plot pengamatan dapat dilihat pada Lampiran 4.

Berdasarkan data pada Lampiran 4, diketahui pada plot 7 ditemukan jumlah individu landak laut yang terbanyak yaitu sebesar 10 individu. Didominasi oleh jenis *Heterocentrotus trigonarius*, berikutnya *Echinometra oblonga* dan *Colobocentrotus atratus*. *Heterocentrotus trigonarius* banyak ditemukan membuat lubang pada batu–batu karang berukuran besar sedangkan *Colobocentrotus atratus* hidup dengan menempel kuat pada celah–celah batu karang. Pada batu karang yang menjadi habitat landak laut banyak tumbuh lumut, lumut ini dapat menjadi sumber makanan bagi landak laut mengingat pada daerah ini tidak dijumpai rumput laut maupun lamun yang biasanya menjadi makanan landak laut. Seperti dijelaskan oleh Castro et al (2005) bahwa pada daerah yang tidak terdapat lamun maupun rumput laut, landak laut dapat mencerna

detritus, lumut dan hewan porifera. Selain lumut landak laut juga dapat memakan binatang-binatang mati, menyerap zat-zat organik dalam lumpur ataupun pasir serta dapat pula memakan polip karang, yang dimakan adalah tentakel dari hewan karang tersebut. Kondisi substrat pada plot ini merupakan pasir halus serta terdapat batu-batu karang yang berukuran besar dan juga karang-karang hidup yang merupakan habitat yang disukai landak laut.

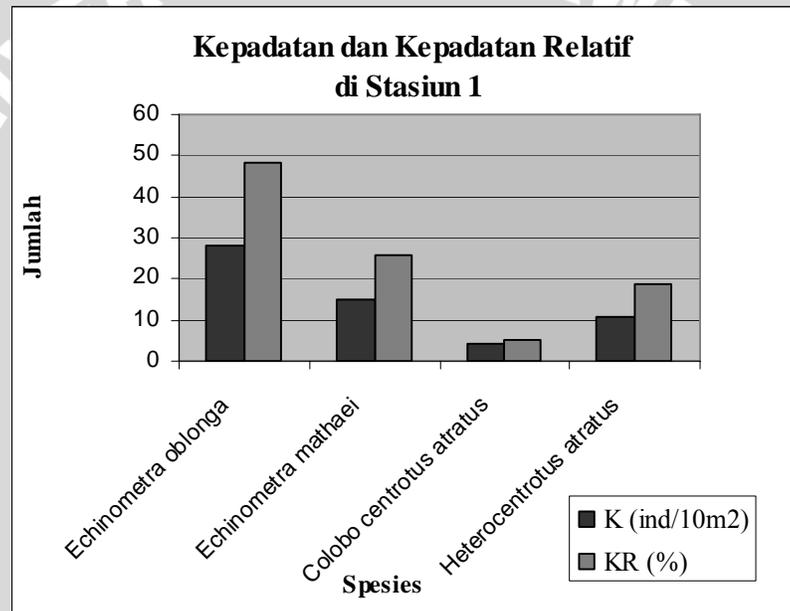
Jumlah individu yang terkecil pada stasiun ini terdapat pada plot 9 yaitu sebesar 2 individu, pada plot ini ditemukan hanya beberapa batu karang berukuran kecil yang biasanya digunakan landak laut untuk bersembunyi melindungi dirinya dari serangan predator dan ombak yang kuat.

Kepadatan landak laut tertinggi dari spesies *Echinometra oblonga* (28 ind/10m<sup>2</sup>). Hal ini berarti bahwa pada daerah seluas 10 m<sup>2</sup> dapat diperoleh 28 individu *Echinometra oblonga*. Sedangkan kepadatan terendah dari spesies *Colobocentrotus atratus* yaitu 4 ind/10m<sup>2</sup> hal ini berarti bahwa pada daerah seluas 10 m<sup>2</sup> dapat diperoleh 4 individu *Colobocentrotus atratus*.

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan, kepadatan relatif masing – masing jenis landak laut di stasiun 1 yaitu *Echinometra oblonga* sebesar 48,28 %, *Echinometra mathaei* sebesar 25,86 %, *Colobocentrotus atratus* sebesar 5,17 % dan *Heterocentrotus trigonarius* sebesar 18,96 % (Tabel 6).

*Colobocentrotus atratus* memiliki kepadatan relatif terendah sebesar 5,17 % (Tabel 6), yang berarti kemungkinan ditemukannya *Colobocentrotus atratus* dari semua sampel yang ditemukan di daerah ini adalah sebesar 5,17 %. Selanjutnya kepadatan

relatif tertinggi dari spesies *Echinometra oblonga* dengan kepadatan relatifnya sebesar 48,28 % (Tabel 6), hal ini berarti bahwa kemungkinan ditemukannya *Echinometra oblonga* dari semua sampel yang ditemukan pada daerah ini adalah 48,28 %. Histogram kepadatan dan kepadatan relatif masing–masing jenis landak laut di stasiun 1 dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Stasiun 1

Dari gambar 7 dapat dilihat bahwa *Colobocentrotus atratus* memiliki kepadatan dan kepadatan relatif terendah, landak laut jenis ini memiliki duri–duri tumpul pada bagian ventral tubuhnya sehingga tidak dapat digunakan untuk membuat lubang pada batu karang. Tidak seperti jenis–jenis landak laut lain yang memiliki duri–duri tajam yang dapat digunakan untuk melindungi diri dari serangan predator serta membuat lubang pada batu karang untuk menghindari terpaan arus. *Colobocentrotus atratus* hidup

menempel pada permukaan batu karang atau bersembunyi pada celah–celah batu karang.

Meninjau kembali pada gambar 7, kepadatan dan kepadatan relatif tertinggi dari jenis *Echinometra oblonga*, jenis ini memiliki duri kecil dan kuat sehingga dapat menempatkan diri dalam lubang–lubang pada batu karang maupun pada celah–celah batuan untuk melindungi dirinya dari gerakan arus terutama pada saat air pasang. Warna tubuhnya yang hitam hampir menyerupai warna batu karang yang menjadi habitatnya juga menguntungkan bagi landak laut ini terutama untuk menyamarkan diri dari serangan predator sehingga stasiun 1 merupakan habitat yang cocok bagi *Echinometra oblonga*.

Jumlah individu total di stasiun 1 adalah 58 ind/10m<sup>2</sup> (Tabel 6), dengan demikian stasiun 1 memiliki kepadatan total tertinggi dibanding 2 stasiun lainnya. Hal ini disebabkan letak stasiun 1 yang relatif terlindung dari terpaan ombak dengan adanya pulau kecil dihadapannya yaitu Pulau Pegat. Kondisi pantai yang merupakan pantai berbatu dan berkarang dengan substrat dasar berupa pasir juga merupakan habitat yang ideal bagi landak laut. Kandungan bahan organik tanah pada stasiun ini paling rendah dibanding stasiun lainnya (0,27 %), rumput laut dan lamun juga tidak ditemukan. Namun adanya lumut yang tumbuh pada batu–batu karang maupun luruhan daun yang berasal dari vegetasi yang ada di sekitar daerah ini serta adanya karang hidup dapat menjadi sumber makanan yang dapat diandalkan bagi landak laut yang ada pada stasiun ini. Hal lain yang juga ikut mempengaruhi tingginya kepadatan landak laut di stasiun ini adalah kisaran suhu dan salinitas yang tidak terlalu berfluktuasi yaitu suhu berkisar

antara 24 – 26 °C dan salinitasnya 34 – 35 ‰. Kisaran suhu dan salinitas ini masih baik bagi kehidupan landak laut.

#### ▪ Stasiun 2

Pada stasiun ini ditemukan 3 jenis landak laut masing–masing spesies yang ditemukan yaitu *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei* dan *Parasalenia gratiosa* jumlah keseluruhan landak laut di stasiun ini adalah 24 ind/10m<sup>2</sup>. Untuk lebih jelasnya mengenai jumlah individu masing–masing spesies yang ditemukan dalam setiap plot dapat dilihat pada Lampiran 4.

Mengacu pada data Lampiran 4, plot dengan jumlah landak laut tertinggi adalah plot 5 ditemukan ada 8 individu dan didominasi oleh spesies *Echinometra matahaei*. Letak plot 5 yang jauh dari muara sungai mengakibatkan kondisi perairan di plot ini relatif lebih jernih serta banyak ditemukan karang–karang yang masih hidup. Karang–karang yang masih hidup ini selain menjadi habitat dan pelindung bagi landak laut juga merupakan sumber makanan bagi landak laut, yang dimakan adalah tentakel hewan karang.

Plot dengan jumlah individu landak laut terkecil yaitu plot 3, 6, 7 dan 10 . Pada plot–plot ini masing–masing hanya ditemukan 1 individu landak laut dari jenis *Echinometra matahaei*. Lokasi plot 3 dekat dengan muara sungai yang banyak membawa endapan lumpur sehingga kondisi perairan di plot ini agak keruh. Adanya endapan lumpur juga mengakibatkan karang–karang sebagai sumber makanan dan

habitat landak laut yang letaknya dekat dengan muara sungai mati. Sedangkan plot 6, 7 dan 10 letaknya berdampingan dengan Pulau Pegat daerah ini merupakan daerah yang digunakan manusia untuk mencari kerang, tingginya aktivitas manusia di daerah ini menyebabkan daerah ini menjadi kotor, terumbu karang banyak yang mati dan batu-batu karang yang menjadi habitat landak lautpun banyak yang mengalami kerusakan. Hal lain yang juga mempengaruhi rendahnya jumlah landak laut di stasiun ini adalah adanya aktivitas penambatan kapal oleh nelayan dan pencemaran air yang berasal dari limbah pertanian, limbah rumah tangga, limbah pengolahan tepung ikan dan pemindangan ikan yang terbawa bersama aliran sungai serta sisa buangan bahan bakar kapal dan juga cat dapat mencemari perairan dan mengganggu kehidupan landak laut yang ada di daerah ini. Kondisi perairan semacam ini tidak disukai oleh landak laut sehingga landak laut yang ditemukan pada plot 3, 6, 7 dan 10 sedikit.

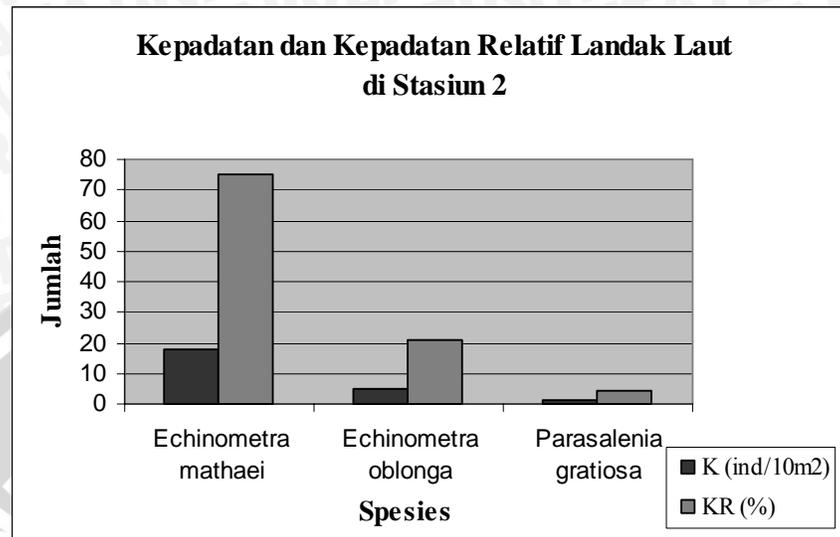
Stasiun 2 merupakan daerah teluk (lihat Lampiran 1) dimana pada stasiun ini terdapat pelabuhan, TPI dan muara sungai. Pada saat air pasang arus laut yang menuju ke Pantai Prigi akan dibelokkan ke tempat dimana stasiun 2 berada, sehingga di stasiun 2 terjadi pengadukan antara arus laut dan air tawar dari muara sungai. Pada plot 8 tidak didapatkan landak laut karena batu-batu karang hancur akibat adanya pengadukan dan arus yang kuat. Pada saat pasang arus / ombak dari stasiun 1 dapat mengalir masuk ke stasiun 2. Karena celah yang membatasi kedua stasiun ini terendam air dengan lebar celah  $\pm 30$  m dan kedalaman  $\pm 7$  m. Pada saat surut air di daerah ini habis dan daratan yang memisahkan tepi pantai dan Pulau Pegat dapat terlihat.

Pada stasiun 2 kepadatan tertinggi ditemukan pada spesies *Echinometra mathaei*

(18 ind/10m<sup>2</sup>). Hal ini berarti bahwa pada daerah seluas 10 m<sup>2</sup> dapat diperoleh 18 individu *Echinometra mathaei*. Dan kepadatan terendah pada spesies *Parasalenia gratiosa* yaitu sebesar 1 ind/10m<sup>2</sup>, hal ini berarti bahwa pada daerah seluas 10 m<sup>2</sup> dapat diperoleh 1 individu *Parasalenia gratiosa*.

Berdasarkan hasil analisis data yang dilakukan kepadatan relatif masing-masing jenis landak laut pada stasiun 2 yaitu *Echinometra oblonga* sebesar 20,83 %, *Echinometra mathaei* sebesar 75 % dan *Parasalenia gratiosa* sebesar 4,17 % (Tabel 6).

*Parasalenia gratiosa* memiliki kepadatan relatif terendah sebesar 4,17 %, artinya kemungkinan ditemukannya *Parasalenia gratiosa* dari semua sampel yang ditemukan pada daerah ini sebesar 4,17 %. Kepadatan relatif tertinggi ditemukan pada spesies *Echinometra mathaei* yaitu sebesar 75 %, artinya kemungkinan ditemukannya *Echinometra mathaei* dari semua sampel yang ditemukan pada daerah ini sebesar 75 %. Histogram kepadatan dan kepadatan relatif masing-masing jenis landak laut pada stasiun 2 dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Kepadatan dan Kepadatan Relatif di Stasiun 2

Berdasarkan Gambar 8 jelas terlihat, *Echinometra mathaei* memiliki kepadatan dan kepadatan relatif tertinggi. Keadaan ini diduga disebabkan karena toleransinya yang tinggi terhadap keadaan lingkungan yang kurang baik (salinitas rendah, pH rendah dan masukan limbah yang berasal dari pertanian, rumah tangga, pabrik pengolahan tepung ikan, pemindangan ikan serta cat dan buangan sisa bahan bakar kapal). Jenis ini banyak ditemukan bersembunyi pada lubang–lubang batu karang, memiliki duri yang keras dan tajam serta rahang yang kuat untuk memperlebar lubang–lubang tempat tinggalnya hal ini membuat *Echinometra mathaei* lebih mampu bertahan pada daerah pasang dan gelombang besar. Pada stasiun ini tidak ditemukan rumput laut ataupun lamun serta hanya sedikit ditemukan karang yang masih hidup, sebagai sumber makanannya landak laut pada stasiun ini bergantung pada lumut yang tumbuh pada batu karang dan juga dari binatang–binatang mati serta memakan pasir atau lumpur untuk kemudian menyerap zat-zat organik yang terdapat di dalamnya.

*Parasalenia gratiosa* hanya ditemukan pada plot 4 sebesar 1 individu, karena pada plot – plot yang lain telah didominasi oleh landak laut dari jenis *Echinometra mathaei* dan *Echinometra oblonga* sehingga diduga terjadi persaingan antar individu untuk mendapatkan makanan dan ruang gerak yang sama. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *Parasalenia gratiosa* memiliki kepadatan dan kepadatan relatif terendah. Hal ini disebabkan landak laut jenis ini memiliki toleransi yang rendah terhadap keadaan lingkungan yang kotor, salinitas rendah dan pH rendah. Hal lain yang juga mempengaruhi rendahnya kepadatan *Parasalenia gratiosa* di stasiun ini adalah warna tubuhnya hijau terang menyebabkan predator yang akan memangsanya mudah untuk mengenalinya.

Jumlah individu total di stasiun 2 adalah 24 ind/10m<sup>2</sup> (Tabel 6) dengan demikian stasiun 2 memiliki kepadatan total yang terendah dibanding stasiun 1 dan 3. Hal ini diduga disebabkan keadaan lingkungan yang kurang bersih akibat adanya pengadukan antara arus air laut dan air sungai dari muara pada saat pasang. Stasiun 2 terletak di depan muara sungai banyak mendapat masukan dari limbah rumah tangga dan pertanian sehingga kandungan bahan organik tanah di stasiun ini paling tinggi dibanding stasiun lainnya (0,62 %). Tingginya kandungan bahan organik di stasiun ini dan sedimentasi lumpur yang terbawa bersama aliran sungai membuat stasiun ini menjadi keruh. Perairan yang keruh bukan merupakan habitat yang cocok bagi landak laut karena landak laut menyukai perairan yang jernih. Disamping itu aktifitas manusia dalam mencari kerang dan membuang sisa bahan bakar kapal ke laut juga dapat mencemari perairan sehingga mengganggu kelangsungan hidup landak landak laut yang ada di daerah tersebut.

▪ Stasiun 3

Jenis – jenis landak laut yang ditemukan pada stasiun ini yaitu *Phyllacanthus forcipulatus*, *Echinometra mathaei*, *Parasalenia gratiosa* dan *Echinometra oblonga*.

Jumlah keseluruhan landak laut yang ditemukan adalah sebesar 39 ind/10m<sup>2</sup>. Untuk mengetahui jumlah individu masing – masing jenis yang ditemukan dalam setiap plot pengamatan dapat dilihat pada Lampiran 4.

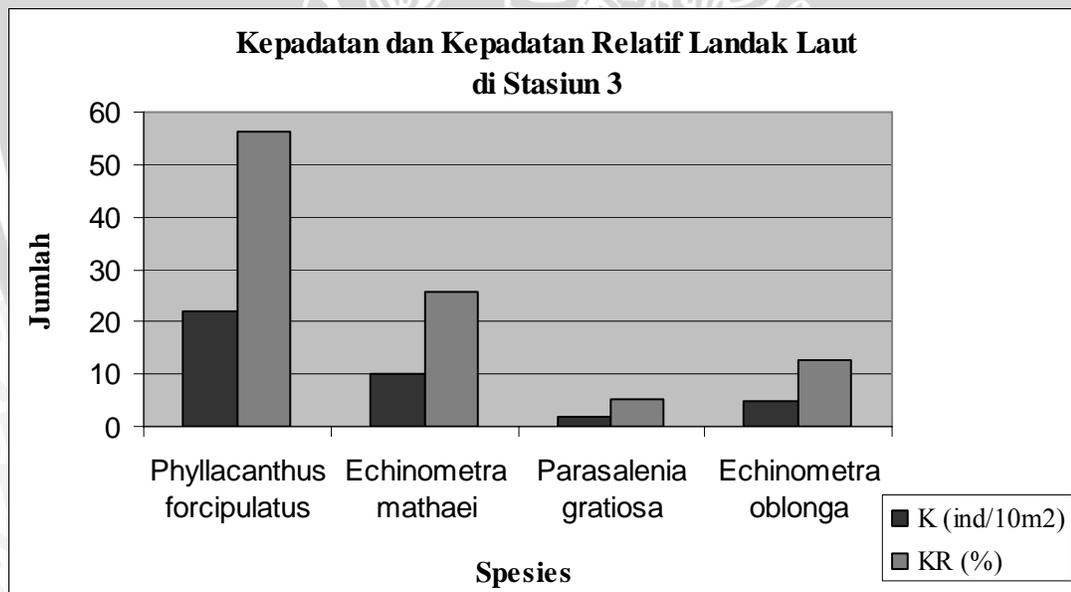
Dari Lampiran 4, diketahui bahwa jumlah individu terbesar ditemukan pada plot 9 sebesar 8 individu dan didominasi oleh *Phyllacanthus forcipulatus*. Plot ini letaknya dekat ke arah laut memiliki substat pasir halus serta banyak terdapat karang dan batu–batu karang yang menjadi habitat dan pelindung bagi landak laut. Plot dengan jumlah individu terkecil adalah plot 4 ditemukan hanya 1 individu dari jenis *Phyllacanthus forcipulatus*. Kondisi substrat pada plot ini adalah pasir, pecahan karang mati dan beberapa batu karang kecil.

Kepadatan landak laut tertinggi pada stasiun ini dari spesies *Phyllacanthus forcipulatus* (22 ind/10m<sup>2</sup>), hal ini berarti bahwa pada daerah seluas 10 m<sup>2</sup> dapat diperoleh 22 individu *Phyllacanthus forcipulatus*. Selanjutnya kepadatan terendah ditemukan pada spesies *Parasalenia gratiosa* yaitu sebesar 2 ind/10m<sup>2</sup> hal ini berarti bahwa pada daerah seluas 10 m<sup>2</sup> dapat diperoleh 2 individu *Parasalenia gratiosa*.

Berdasarkan hasil analisis data diperoleh kepadatan relatif masing–masing jenis landak laut pada stasiun 3 yaitu *Phyllacanthus forcipulatus* sebesar 56,41 %, *Echinometra mathaei* sebesar 25,64 %, *Echinometra oblonga* sebesar 12,82 % dan

*Parasalenia gratiosa* sebesar 5,13 % (Tabel 6).

*Phyllacanthus forcipulatus* memiliki kepadatan relatif tertinggi yaitu sebesar 56,41 % artinya kemungkinan ditemukannya *Phyllacanthus forcipulatus* dari semua sampel yang ditemukan pada daerah ini adalah sebesar 56,41 %. Selanjutnya kepadatan relatif terendah ditemukan pada spesies *Parasalenia gratiosa* dengan kepadatan relatifnya 5,13 %, artinya kemungkinan ditemukannya *Parasalenia gratiosa* dari semua sampel yang ditemukan pada daerah ini adalah sebesar 5,13 %. Histogram kepadatan dan kepadatan relatif masing–masing jenis landak laut pada stasiun 3 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak laut di Stasiun 3

Dari Gambar 9, dapat dilihat bahwa *Phyllacanthus forcipulatus* memiliki

kepadatan dan kepadatan relatif tertinggi. Jenis ini ditemukan hampir pada seluruh plot pengamatan mulai dari daerah tepi pantai sampai ke arah laut. Dengan duri-duri yang keras dan tajam yang dimilikinya landak laut ini mampu membuat lubang pada batu-batu karang untuk melindungi diri dari gerakan pasang surut. Ukuran tubuhnya yang kecil membuat landak laut ini dapat menempatkan diri pada batu-batu karang tidak hanya yang berukuran besar tetapi juga batu karang kecil yang tersebar mulai dari tepi pantai sampai ke arah laut. Berikutnya jenis landak laut yang memiliki kepadatan dan kepadatan relatif terendah adalah *Parasalenia gratiosa* hal ini disebabkan karena toleransinya yang rendah terhadap faktor-faktor lingkungan perairan seperti suhu dan pH yang tinggi. Disamping itu *Parasalenia gratiosa* memiliki warna tubuh hijau terang sehingga lebih mudah dikenali predator yang akan memangsanya.

Karena pada stasiun 3 tidak ditemukan rumput laut dan lamun, landak laut yang hidup di daerah ini menjadikan lumut, luruhan daun, binatang-binatang mati, polip karang dan zat-zat organik dalam substrat sebagai makanannya.

Jumlah landak laut yang ditemukan pada stasiun 3 sebesar 39 ind/10m<sup>2</sup> lebih besar bila dibandingkan dengan stasiun 2 yaitu sebesar 24 ind/10m<sup>2</sup>. Karena stasiun 3 terletak di Pantai Damas yang terbilang masih alami. Aktivitas manusia dalam memanfaatkan perairan pantai ini baik sebagai kawasan wisata maupun penangkapan ikan dan pengambilan kerang tidak sebesar seperti pada stasiun 2 yang terletak di Pantai Prigi dimana telah dibangun pelabuhan dan TPI. Kondisi perairan di stasiun 3 relatif lebih bersih, berbeda dengan perairan pada stasiun 2 yang telah tercemar karena mendapat masukan dari limbah rumah tangga, pertanian, pabrik pengolahan tepung ikan,

usaha pemindangan ikan dan juga dari buangan sisa bahan bakar kapal.

Data Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut pada masing-masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Setiap stasiun

No	Spesies	Kepadatan (ind/10m <sup>2</sup> )			Σ	KR (%)		
		S 1	S 2	S 3		S 1	S 2	S 3
1	<i>Echinometra oblonga</i>	28	5	5	38	48,28	20,83	12,82
2	<i>Echinometra mathaei</i>	15	18	10	43	25,86	75	25,64
3	<i>Colobo centrotus atratus</i>	4	-	-	4	5,17	-	-
4	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	11	-	-	11	18,96	-	-
5	<i>Phyllacanthus forcipulatus</i>	-	-	22	22	-	-	56,41
6	<i>Parasalenia gratiosa</i>	-	1	2	3	-	4,17	5,13
Σ		58	24	39	121	100	100	100

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 6, jumlah total landak laut yang ditemukan di ketiga stasiun sebesar 121 ind/10m<sup>2</sup>. Kepadatan tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 58 ind/10m<sup>2</sup>, terdiri dari *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei*, *Colobocentrotus atratus* dan *Heterocentrotus trigonarius* didominasi oleh jenis *Echinometra oblonga* sebesar 28 ind/10m<sup>2</sup>. Berikutnya pada urutan ke-2 yaitu stasiun 3 dengan kepadatan total landak laut sebesar 39 ind/10m<sup>2</sup>. Terdiri dari 4 jenis yaitu *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei*, *Phyllacanthus forcipulatus* dan

*Parasalenia gratiosa* didominasi oleh *Phyllacanthus forcipulatus* sebesar 22 ind/10m<sup>2</sup>. Kepadatan terendah pada stasiun 2 dimana hanya ditemukan 24 ind/10m<sup>2</sup> dari jenis *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei* dan *Parasalenia gratiosa* didominasi oleh *Echinometra mathaei* sebesar 18 ind/10m<sup>2</sup>.

Banyaknya jumlah individu landak laut yang ditemukan pada stasiun 1 karena kondisi stasiun 1 mendukung bagi kehidupan landak laut seperti lokasinya yang berhadapan dengan Pulau Pegat menghalangi keluar masuknya arus saat air pasang maupun surut sehingga stasiun 1 relatif terlindung dari hempasan ombak. Suhu berkisar antara 24 – 26 °C, karena mendapat naungan dari vegetasi yang ada di sekitar pantai baik dari perkebunan maupun pepohonan yang tumbuh di Pulau Pegat. Kisaran suhu tersebut masih sesuai bagi kehidupan landak laut. Landak laut yang hidup pada daerah ini mendapatkan sumber makanannya dari lumut yang tumbuh pada batu karang, polip karang, luruhan daun dari vegetasi di sekitar pantai dan bahan organik yang terdapat di dalam substrat.

Stasiun 2 merupakan stasiun dengan jumlah individu landak laut yang ditemukan paling sedikit, karena stasiun ini mendapat tekanan terbesar dari aktifitas manusia seperti pembangunan pelabuhan, TPI, penambatan kapal, pengambilan kerang, pembuangan limbah dan sisa bahan bakar kapal. Hal lain yang juga menyebabkan rendahnya kepadatan landak laut pada stasiun ini adalah terjadinya pengadukan antara arus air laut dan air tawar dari muara sungai pada saat pasang. Hal tersebut diketahui dapat menyebabkan perairan menjadi keruh karena aliran air dari sungai banyak membawa lumpur. Serta dapat pula menghancurkan atau mengikis batu – batu karang yang menjadi

habitat landak laut.

Dari total sampel landak laut yang ditemukan di 3 stasiun pengambilan sampel ( $121 \text{ ind}/10\text{m}^2$ ), individu yang terbanyak ditemukan pada jenis *Echinometra mathaei* sebesar  $43 \text{ ind}/10\text{m}^2$ . Jenis ini ditemukan di semua stasiun pengambilan sampel dan jumlah yang terbesar pada stasiun 2 sebesar  $18 \text{ ind}/10\text{m}^2$ . Seperti telah dijelaskan sebelumnya stasiun ini merupakan stasiun yang mendapat tekanan terbesar dari aktifitas manusia. Dari semua spesies landak laut yang ditemukan hanya *Echinometra mathaei* yang paling toleran terhadap keadaan lingkungan yang tertekan dan tercemar. Seperti dikemukakan oleh Sutirjo (2001), bahwa *Echinometra mathaei* mampu hidup pada kondisi lingkungan yang kurang bagus (tercemar) sedangkan spesies lainnya tidak memiliki kemampuan untuk itu. Di perairan pantai Balekambang dengan kondisi terumbu karang yang relatif kurang baik jumlah populasi *Echinometra mathaei* justru melimpah. Begitu pula di perairan Pulau Sempu di daerah dekat pelabuhan, populasi *Echinometra mathaei* cukup besar padahal kondisinya kurang bagus karena banyak buangan limbah dari kapal misalnya oli.

*Parasalenia gratiosa* merupakan jenis landak laut yang ditemukan dengan jumlah terkecil dibanding spesies lainnya yaitu sebesar  $3 \text{ ind}/10\text{m}^2$ . Jenis ini ditemukan pada 2 stasiun pengambilan sampel yaitu pada stasiun 2 dan 3. Hal ini diduga disebabkan karena landak laut ini kurang dapat beradaptasi terhadap keadaan lingkungan yang menjadi habitatnya.

Berdasarkan hasil analisa uji-t dengan membandingkan nilai t hitung dan t tabel ( $5\%$ ,  $db = 18$ ), maka dapat ditarik kesimpulan bahwa jumlah individu pada stasiun 1

dan stasiun 2 serta stasiun 1 dan 3 berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan jumlah individu yang relatif besar antara stasiun 1 dengan 2 serta stasiun 1 dengan 3. Sedangkan jumlah individu pada stasiun 2 dan stasiun 3 tidak berbeda nyata. Adapun jumlah individu yang ditemukan pada stasiun – stasiun tersebut tidak berbeda terlalu jauh. Perhitungan uji - t selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Stasiun 1 merupakan daerah yang berdekatan dengan perkebunan salak dan kopi, stasiun ini relatif terlindung dari gerakan ombak karena letaknya berhadapan dengan Pulau Pegat, daerah ini jarang dikunjungi wisatawan karena banyak terdapat batu-batu berukuran besar dan pada saat pasang kondisi perairannya cukup dalam dapat mencapai  $\pm 7m$ . Stasiun 2 merupakan stasiun yang padat aktivitas penduduk seperti penambatan kapal dan pengambilan kerang. Stasiun ini terletak di depan muara Sungai Bengkorok dimana aliran sungai ini banyak membawa limbah yang berasal dari pemukiman penduduk, pertanian dan industri sebelumnya akhirnya bermuara ke laut. Letak stasiun ini juga berdekatan dengan pelabuhan, adanya buangan oli dari kapal-kapal nelayan dapat mencemari perairan. Stasiun 3 terletak di Pantai Damas yang juga merupakan kawasan wisata dimana stasiun ini letaknya dekat dengan perbukitan yang merupakan area hutan lindung. Kondisi perairan di stasiun ini lebih dalam dengan ombak yang besar. Adanya perbedaan kondisi pada masing – masing stasiun seperti tersebut di atas diduga dapat menyebabkan perbedaan jumlah landak laut pada stasiun 1, 2 dan 3.

#### 4.4 Pola Distribusi Landak Laut

Pola distribusi organisme di suatu perairan dipengaruhi oleh kondisi substrat dasar, bahan organik tanah, dan fisika kimia perairan, kompetisi antar organisme baik terhadap makanan ataupun ruang atau dengan kata lain pola distribusi ini erat kaitannya dengan kenyamanan organisme dalam lingkungannya. Adanya perubahan kondisi lingkungan juga merubah pola distribusi dari organisme yang menempatinya. Ditambahkan oleh Suin (1997), bahwa pola distribusi hewan di suatu daerah selain bergantung pada faktor fisika – kimia lingkungan juga dipengaruhi oleh sifat biologis hewan itu sendiri.

Soegianto (1994) menyatakan bahwa, ada 3 pola penyebaran hewan dan tumbuhan di alam yaitu pola penyebaran secara acak, pola penyebaran seragam dan pola penyebaran mengelompok. Untuk mengetahui pola distribusi landak laut pada setiap stasiun selama penelitian, digunakan perbandingan antara nilai varians ( $\sigma^2$ ) dan mean ( $\mu$ ) dengan mengacu pada petunjuk Ludwig dan Reynold (1988). Dimana nilai varians menggambarkan jumlah individu pada suatu tempat, sedangkan nilai mean menggambarkan rata – rata individu pada suatu tempat. Bila  $\sigma^2 = \mu$ , maka pola sebaran organisme di daerah tersebut adalah acak, bila  $\sigma^2 > \mu$ , maka pola sebaran organisme adalah berkelompok dan bila  $\sigma^2 < \mu$ , maka pola sebaran organisme pada daerah tersebut adalah seragam.

Pola distribusi berkaitan dengan keadaan lingkungannya. Apabila keadaan lingkungan kurang sesuai dengan habitat suatu organisme maka ditemukan pola distribusi yang cenderung acak atau seragam. Hal ini dapat terjadi karena adanya persaingan antar individu sehingga mendorong pembagian ruang yang sama. Sedangkan

bila lingkungan sesuai dengan habitatnya maka pola distribusi cenderung berkelompok. Kecenderungan organisme untuk mengelompok akan memperbesar kompetisi antara individu terhadap ketersediaan makanan dan ruang gerak.

Pada stasiun 1 pola distribusi landak laut jenis *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei* dan *Colobocentrotus atratus* cenderung seragam (Tabel 7). Kondisi lingkungan di stasiun ini relatif bersih, nilai suhu dan salinitas pun tidak terlalu berfluktuasi. Adanya kompetisi antar individu satu spesies maupun antar spesies untuk mendapatkan makanan dan pembagian ruang yang sama diduga dapat menyebabkan pola penyebaran organisme pada stasiun ini cenderung seragam.

Pola distribusi *Heterocentrotus trigonarius* di stasiun 1 cenderung berkelompok (Tabel 7). Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama pengambilan sampel, landak laut yang ditemukan untuk jenis ini berukuran cukup besar dengan diameter lebih dari 10 cm dan ditemukan mengelompok pada daerah dekat pantai (dekat ke arah darat) terutama pada plot 1 dan 7 diduga landak laut jenis ini sedang melakukan pemijahan. Seperti yang dikemukakan oleh Sumitro, dkk (1992) diduga bahwa landak laut dewasa yang siap berpijah terdapat di daerah mendekati pantai dan apabila landak laut ini ditemukan dalam formasi berkelompok, umumnya dapat diduga bahwa mereka sedang melakukan proses pemijahan. Dengan formasi semacam ini, proses fertilisasi akan lebih mudah terjadi karena gerakan air laut embrio bulu babi terbawa air menuju ke laut lepas dan terdistribusi meluas ke tempat lain yang relatif jauh dari pantai. Ditambahkan pula oleh Heddy dan Kurniawati (1994), bahwa kecenderungan organisme untuk

berkelompok dapat terjadi ketika mereka akan berbiak. Lebih lanjut diterangkan oleh Darsono (1993), bahwa masa pemijahan landak laut maksimal terjadi pada bulan Juli, November dan Januari.

Pola distribusi landak laut di stasiun 2 untuk jenis *Echinometra oblonga* dan *Parasalenia gratiosa* adalah seragam (Tabel 7). Letak stasiun 2 yang berada di depan muara sungai menyebabkan stasiun ini banyak mendapat masukan dari limbah rumah tangga, pertanian, pabrik pengolahan tepung ikan dan buangan sisa bahan bakar kapal. Salinitas di stasiun ini juga rendah (32 %) karena mendapat masukan air tawar dari aliran sungai. Tingginya aktifitas manusia di daerah ini terutama dalam mencari kerang baik untuk konsumsi pribadi maupun untuk dijual mendorong semakin rusaknya substrat yang menjadi habitat landak laut. Kondisi substrat yang semakin rusak akibat aktivitas manusia ini menyebabkan kenyamanan landak laut terganggu. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa pola distribusi organisme berkaitan erat dengan kenyamanan organisme tersebut dalam lingkungannya. Dengan adanya gangguan tersebut maka pola penyebaran *Echinometra oblonga* dan *Parasalenia gratiosa* pada stasiun ini cenderung seragam.

Landak laut jenis *Echinometra mathaei* pada stasiun 2 memiliki pola distribusi berkelompok (Tabel 7). Terutama ditemukan berkelompok pada plot 1 dan 5. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa dalam kondisi lingkungan yang tertekan akibat tingginya aktifitas manusia dalam mencari kerang dan penambatan kapal. Serta tercemar akibat adanya pengadukan antara arus air laut dan air sungai dari muara yang banyak membawa limbah rumah tangga, pertanian, pabrik pengolahan tepung ikan dan buangan

sisia bahan bakar kapal, hanya jenis *Echinometra mathaei* inilah yang memiliki toleransi tinggi terhadap kondisi lingkungan yang kurang baik dibanding spesies yang lainnya. Pola distribusi mengelompok juga dapat terjadi bila persaingan antar individu terhadap sumber makanan relatif kecil hal ini disebabkan makanan yang berasal dari bahan organik masih cukup memenuhi kebutuhan, seperti diketahui kandungan bahan organik tanah pada stasiun ini tinggi mencapai 0,62 %. Ditambahkan oleh Odum (1993), bahwa pola penyebaran berkelompok merupakan pola yang paling umum dan hampir merupakan aturan bagi individu – individu.

Pada stasiun 3 pola distribusi landak laut cenderung seragam (Tabel 7). Nilai salinitas dan pH di stasiun ini lebih tinggi dibanding stasiun lainnya. Kondisi perairan di stasiun ini juga lebih dalam dengan hampasan ombak yang besar. Dengan adanya kondisi tersebut dan adanya kompetisi antar individu satu spesies maupun antar spesies dapat menyebabkan pola penyebaran organisme cenderung seragam. Pola distribusi landak laut pada setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 7. Untuk perhitungan lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 7. Pola Distribusi Landak Laut di Setiap Stasiun

Stasiun	Spesies	$\sigma^2$	$\mu$	Keterangan
1	<i>Echinometra oblonga</i>	2,2857	4	Seragam
	<i>Echinometra mathaei</i>	1,9167	2,5	Seragam
	<i>Colobocentrotus atratus</i>	0,2222	1,3333	Seragam
	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	4,2222	3,6667	Berkelompok
2	<i>Echinometra mathaei</i>	5,1020	2,5714	Berkelompok
	<i>Echinometra oblonga</i>	0,2222	1,6667	Seragam

	<i>Parasalenia gratiosa</i>	0	1	Seragam
3	<i>Phylacanthus forcipulatus</i>	2,4082	3,1429	Seragam
	<i>Echinometra mathaei</i>	0,8	2	Seragam
	<i>Parasalenia gratiosa</i>	0	1	Seragam
	<i>Echinometra oblonga</i>	0,25	2,5	Seragam

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel 8, bila nilai varians ( $\sigma^2$ ) lebih kecil dari nilai mean ( $\mu$ ), hal ini menunjukkan bahwa pola penyebaran landak laut adalah seragam dan bila nilai varians ( $\sigma^2$ ) lebih besar dari nilai mean ( $\mu$ ), hal ini menunjukkan pola penyebaran landak laut di daerah tersebut adalah berkelompok.

#### 4.5 Keanekaragaman Landak Laut

Indeks keanekaragaman ( $H'$ ) adalah ukuran kekayaan komunitas dilihat dari jumlah spesies dalam suatu kawasan. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman yang tinggi apabila terdapat banyak spesies dengan jumlah individu masing – masing spesies yang relatif merata. Dengan kata lain bahwa apabila suatu komunitas hanya terdiri dari sedikit spesies dengan jumlah individu tidak merata, maka komunitas tersebut mempunyai keanekaragaman yang rendah (Barus, 2001). Dilanjutkan dalam Odum (1971), dengan meningkatnya jumlah individu organisme dalam suatu ruang atau tempat dapat menyebabkan tingginya daya kompetisi diantara individu, hal ini mengakibatkan menurunnya keanekaragaman spesies.

Nilai indeks keanekaragaman landak laut di setiap stasiun selama pengambilan sampel dilakukan dapat dilihat pada Tabel 8. Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 8. Keanekaragaman Landak Laut di Setiap Stasiun

Stasiun	Spesies	ni	pi ln pi	H'
1	<i>Echinometra oblonga</i>	28	-0,3516	1,2011
	<i>Echinometra mathaei</i>	15	-0,3498	
	<i>Colobocentrotus atratus</i>	4	-0,1844	
	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	11	-0,3153	
2	<i>Echinometra oblonga</i>	5	-0,2158	0,6750
	<i>Echinometra mathaei</i>	18	-0,3268	
	<i>Parasalenia gratiosa</i>	1	-0,1324	
3	<i>Phylacanthus forcipulatus</i>	22	-0,3230	1,0876
	<i>Echinometra mathaei</i>	10	-0,3490	
	<i>Parasalenia gratiosa</i>	2	-0,1523	
	<i>Echinometra oblonga</i>	5	-0,2633	

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat nilai indeks keanekaragaman di ketiga stasiun berkisar antara 0,6750 – 1,2011. Barus (2001), menjelaskan bahwa nilai indeks keanekaragaman dengan kisaran  $0 < H' < 2,303$  tergolong rendah. Dengan demikian secara umum nilai indeks keanekaragaman di ketiga stasiun cenderung rendah hal ini diduga disebabkan variasi habitat landak laut di Teluk Prigi terbatas yaitu hanya ditemukan pada daerah pantai berpasir, pantai berbatu dan pantai berkarang sedangkan lamun maupun rumput laut yang juga menjadi sumber makanan bagi landak laut tidak ditemukan pada daerah ini.

Meninjau kembali pada Tabel 8, nilai indeks keanekaragaman tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 1,2011. Keadaan lingkungan di stasiun ini relatif bersih dan terlindung dari terpaan arus dengan adanya pulau kecil di hadapannya. Jenis pantainya berbatu dan berkarang juga merupakan habitat yang cocok bagi landak laut. Kisaran

faktor fisika dan kimia perairan masih sesuai bagi kehidupan landak laut. Menurut Krebs (1985) dalam Barus (2001), nilai indeks keanekaragaman antara  $0 < H' < 2,303$  tergolong rendah. Dengan demikian keanekaragaman landak laut pada stasiun ini termasuk rendah karena jumlah individu yang ditemukan tidak merata walaupun jumlah spesies yang ditemukan cukup banyak yaitu 4 spesies.

Sedangkan keanekaragaman terendah pada stasiun 2 yaitu 0,6750 (Tabel 8). Kondisi lingkungan di stasiun ini banyak mendapat tekanan dari aktifitas manusia dalam mencari kerang, penambatan kapal, serta mendapat masukan dari limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah industri dan pencemaran yang berasal dari buangan sisa bahan bakar kapal sehingga mengganggu kehidupan landak laut yang ada di daerah ini. Nilai indeks keanekaragaman pada stasiun ini juga tergolong rendah karena jumlah spesies yang ditemukan sedikit hanya 3 spesies dan jumlah masing – masing individu yang ditemukan tidak merata.

#### 4.7 Faktor – faktor Lingkungan Perairan

Faktor – faktor lingkungan perairan yang diukur pada penelitian ini meliputi parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi suhu, kedalaman, salinitas dan arus. Parameter kimia meliputi pH dan bahan organik tanah. Hasil pengukuran parameter kualitas air selama penelitian dilakukan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Parameter Kualitas Air Selama Penelitian

Stasiun	Waktu Pengambilan	Parameter	
		Fisika	Kimia

	Sampel	Suhu (°C)	Kedalaman (cm)	Salinitas (‰)	Arus (m/dt)	pH	Bahan Organik Tanah (%)
1	06.00	24	15	34	0,05	8	0,27
	14.00	26		35		8	
2	06.00	25	21	32	0,28	8	0,62
	14.00	26		33		8	
3	06.00	25	33	35	0,35	9	0,49
	14.00	27		35		9	

#### a. Suhu

Hasil pengukuran suhu perairan selama pengambilan sampel dilakukan berkisar antara 24 – 27°C (Tabel 9). Suhu perairan terendah yaitu sebesar 24°C terdapat pada stasiun 1, hal ini disebabkan karena pengukuran dilakukan pada pagi hari saat air pasang, disamping itu juga dipengaruhi oleh lokasi stasiun 1 dekat dengan perkebunan dan pulau kecil sehingga mendapat naungan yang dapat menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam perairan. Suhu tertinggi pada stasiun 3 sebesar 27°C hal ini disebabkan karena pengukuran dilakukan pada siang hari pukul 14.00 WIB pada saat air surut.

Berdasarkan nilai kisaran suhu yang didapat selama penelitian diketahui bahwa suhu di perairan Pantai Prigi masih berada dalam kisaran yang normal untuk kehidupan landak laut yang ada di sana. Seperti diterangkan oleh Sumitro dkk (1992), bahwa suhu air laut tempat hidup landak laut berkisar antara 25 – 27°C.

Suhu di laut adalah salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Karena suhu mempengaruhi aktivitas metabolisme maupun perkembangbiakan organisme tersebut (Hutabarat dan Evans, 1986). Ditambahkan oleh Sumitro dkk (1992), bahwa suhu sangat berperan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan dan juga dapat mempengaruhi pemijahan dan perkembangan embrionik landak laut.

Pengaruh suhu dapat secara langsung mematikan, menghentikan proses perkembangan hidup, mempercepat atau memperlambat laju perkembangan hidup organisme perairan dan secara tidak langsung dapat meningkatkan akumulasi, daya racun berbagai zat kimia dan penurunan kadar oksigen dalam air laut (Sutirjo, 2001).

#### b. pH

Nilai pH di perairan Teluk Prigi yang diperoleh selama penelitian yaitu berkisar antara 8 – 9 (Tabel 9). Nilai ini masih berada dalam kisaran yang normal bagi kehidupan landak laut. Seperti diterangkan oleh Sumitro, dkk (1992), bahwa landak laut biasa hidup pada pH berkisar 8,3.

Secara umum nilai pH perairan di Teluk Prigi cenderung basa, hal ini disebabkan konsentrasi ion dalam air merupakan kesetimbangan bikarbonat, asam karbonat dan konsentrasi karbondioksida, sementara konsentrasi karbondioksida dalam air dipengaruhi oleh aktivitas fotosintesis flora dan respirasi fauna maupun flora di daerah tersebut (Odum, 1993). Selanjutnya menurut Hutabarat dan Evans (1986), kehadiran karbondioksida dan sifat basa yang kuat dari ion natrium, kalium, dan kalsium dalam air laut cenderung mengubah keadaan air laut menjadi sedikit basa.

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Perairan laut mempunyai pH relatif lebih stabil dan biasanya berada dalam kisaran antara 7,5 – 8,4 (Nybakken, 1988).

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH antara asam lemah sampai basa lemah yaitu antara 7 – 8,5 (Effendi, 2003). Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus, 2001).

pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Pada pH rendah senyawa amonium lebih banyak ditemukan dalam bentuk terionisasi. Pada dasarnya amonium bersifat tidak toksik, namun pada pH tinggi lebih banyak ditemukan amonia tak terionisasi dan bersifat toksik. Ammonia tak terionisasi ini lebih mudah terserap ke dalam tubuh organisme akuatik dibandingkan dengan amonium (Effendi, 2003).

### c. Salinitas

Berdasarkan hasil pengukuran salinitas diketahui bahwa perbedaan salinitas antara stasiun 1, 2 dan 3 tidak terlalu berbeda jauh, kisaran salinitas berada antara 32 – 35 ‰ (Tabel 9). Nilai salinitas terendah pada stasiun 2 sebesar 32 ‰, hal ini disebabkan karena pada stasiun ini mendapat masukan air tawar dari aliran Sungai Bengkorok yang dapat menurunkan salinitas karena adanya pencampuran antara air tawar dengan air laut.

Stasiun 3 memiliki nilai salinitas tertinggi yaitu sebesar 35 ‰, karena pada siang hari intensitas cahaya matahari di stasiun ini cukup tinggi yang menyebabkan tingkat

penguapan juga tinggi sehingga salinitas pada stasiun ini meningkat pada siang hari. Seperti telah dijelaskan oleh Nontji (1993), bahwa perubahan salinitas yang dapat mempengaruhi organisme di zona intertidal terjadi karena pengenceran yang disebabkan oleh adanya pengaruh aliran air sungai, akibatnya salinitas menjadi turun. Sebaliknya di daerah dengan penguapan yang sangat kuat, salinitas meningkat tinggi.

Salinitas adalah nilai yang menunjukkan jumlah garam – garam terlarut dalam satuan volume air yang biasanya dinyatakan dengan satuan permil (‰) (Barus, 2001).

Landak laut dapat hidup pada salinitas 30 ‰ – 34 ‰. Landak laut sebagaimana fauna Echinodermata lainnya tidak tahan terhadap salinitas rendah (Sumitro dkk, 1992). Hal ini disebabkan karena landak laut memiliki selaput kulit yang relatif tipis dengan daya permeabilitas yang tinggi sehingga menyebabkan rendahnya daya adaptasi terhadap perubahan salinitas (Aziz, 1994).

#### d. Bahan Organik

Berdasarkan data pada Tabel 9, dapat dilihat bahwa kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun 2 yaitu 0,62 % dan kandungan bahan organik terendah pada stasiun 1 yaitu 0,27 % (Tabel 9). Tingginya kandungan bahan organik pada stasiun 2 disebabkan oleh letaknya di depan muara sungai yang banyak mendapat masukan dari limbah rumah tangga, limbah pengolahan tepung ikan, limbah pemindangan ikan dan pertanian di sepanjang aliran sungai. Disamping itu juga dipengaruhi oleh tekstur substrat di stasiun ini yang berupa lumpur berpasir di daerah dekat muara dan pasir halus di daerah yang jauh dari muara. Dimana substrat yang berupa pasir halus cenderung lebih banyak mengakumulasi lebih banyak bahan organik dibanding substrat pasir kasar

ataupun pecahan karang mati. Seperti dijelaskan oleh Nybakken (1988), bahwa pantai berlumpur cenderung mempunyai butiran yang lebih halus dan mengakumulasi lebih banyak bahan organik.

Pada stasiun 1, kandungan bahan organiknya rendah (0,27 %) karena jenis substratnya adalah pasir kasar dan pecahan karang mati. Menurut Nybakken (1988), pantai pasir cenderung untuk mempunyai lebih sedikit detritus organik daripada pantai berlumpur, tetapi organisme mati serta luruhan daun dari vegetasi di sepanjang pantai merupakan sumber makanan yang dapat diandalkan bagi organisme tertentu.

Ditambahkan oleh Nontji (1993), luruhan daun dari vegetasi di sepanjang pantai yang berjatuhan ke dalam perairan merupakan sumbangan terpenting bahan organik bagi ekosistem pantai, bahan - bahan ini kemudian mengalami proses penghancuran oleh bakteri – bakteri pengurai. Hancuran ini (detritus) kemudian dijadikan bahan makanan bagi cacing, moluska, landak laut dan hewan-hewan perairan lainnya.

e. Arus

Pengukuran arus pada penelitian ini dilakukan pada saat menjelang surut. Berdasarkan hasil pengamatan, kisaran kecepatan arus di perairan Teluk Prigi antara 0,05 – 0,35 m/dt (Tabel 9). Stasiun 1 memiliki kecepatan arus terendah yaitu sebesar 0,05 m/dt, rendahnya arus di stasiun ini karena letaknya yang relatif terlindung dengan adanya pulau kecil di hadapan stasiun ini sehingga menghalangi keluar masuknya air laut saat pasang maupun surut. Kecepatan arus tertinggi terdapat pada stasiun 3 (0,35m/dt) karena pada saat dilakukan pengukuran angin di daerah ini bertiup cukup

kencang.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

1. Landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi terdiri dari 3 ordo, 3 family, 5 genus dan 6 spesies. Masing – masing spesies yang ditemukan yaitu *Echinometra mathaei*, *Echinometra oblonga*, *Colobocentrotus atratus*, *Heterocentrotus trigonarius*, *Parasalenia gratiosa* dan *Phyllacanthus forcipulatus*.
2. Jumlah total landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi sebesar 121 ind/10m<sup>2</sup>. Kepadatan tertinggi pada stasiun 1 yaitu sebesar 58 ind/10m<sup>2</sup>. Kepadatan terendah pada stasiun 2 dimana hanya ditemukan 24 ind/10m<sup>2</sup>. Dan kepadatan landak laut pada stasiun 3 sebesar 39 ind/10m<sup>2</sup>.
3. Pada stasiun 1 kepadatan tertinggi dari spesies *Echinometra oblonga* 28 ind/10m<sup>2</sup> (KR 48,28 %) dan kepadatan terendah *Heterocentrotus trigonarius* 11 ind/10m<sup>2</sup> (KR 18,96 %). Berikutnya pada stasiun 2 *Echinometra mathaei* memiliki nilai kepadatan tertinggi 18 ind/10m<sup>2</sup> (KR 75 %) dan kepadatan terendah dari spesies *Parasalenia gratiosa* 1 ind/10m<sup>2</sup> (KR 4,17 %). Pada stasiun 3 kepadatan tertinggi ditemukan

pada spesies *Phyllacanthus forcipulatus* 22 ind/10m<sup>2</sup> (KR 56,41 %) dan kepadatan terendah *Parasalenia gratiosa* sebesar 2 ind/10m<sup>2</sup> (KR 5,13 %).

4. Pola distribusi landak laut yang ditemukan di Teluk Prigi cenderung seragam. Hanya jenis *Heterocentrotus trigonarius* pada stasiun 1 dan *Echinometra mathaei* pada stasiun 2 yang memiliki pola distribusi berkelompok.
5. Nilai indeks keanekaragaman landak laut di Teluk Prigi pada stasiun 1 (1,2011), stasiun 2 (0,6750) dan stasiun 3 (1,0876). Hal ini menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman di ketiga stasiun rendah.
6. Berdasarkan hasil analisa Uji – t diperoleh bahwa jumlah individu pada stasiun 1 dan stasiun 2 serta stasiun 1 dan 3 berbeda nyata. Sedangkan jumlah individu pada stasiun stasiun 2 dan stasiun 3 tidak berbeda nyata.
7. Faktor – faktor lingkungan seperti suhu berkisar antara 24 – 27 °C, kedalaman perairan antara 15 – 33 cm, salinitas antara 32 – 35 ‰, pH 8 – 9, kecepatan arus antara 0,05 – 0,35 m/dt dan kandungan bahan organik tanah berkisar antara 0,27 – 0,62 %.

## 5.2 Saran

1. Perlu adanya larangan dan tindakan tegas oleh pemerintah bagi pihak – pihak yang melakukan aktifitas yang dapat mencemari lingkungan laut agar keberadaan landak laut dapat tetap lestari.
2. Perlu adanya penelitian tentang pengaruh pencemaran terhadap perkembangan embrio landak laut.



## UNIVERSITAS BRAWIJAYA

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2004. **Petunjuk Praktikum Limnologi**. Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- , 2006. **The Key To Major Clades of Echinoidea**. Available at. (<http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/echinoid-directory/morphology/regulars/intro.html>)
- Arief, A. 2003. **Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya**. Kanisius. Yogyakarta.
- Arfiati, D. 2004. **Petunjuk Teknis Pengukuran Kualitas Air laut dan Payau (Fisika, Kimia, Biologi)**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Aziz, A. 1988. **Pengaruh Tekanan Panas Terhadap Fauna Echinodermata**. Oseana Volume XIII, Nomor 3 : 125 – 132. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta.

- , 1994. **Pengaruh Salinitas Terhadap Sebaran Fauna Echinodermata.** Oseana Volume XIX, No. 2 : 23 – 32. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta.
- Bernard, M.E. 1994. Marine Life Products. Available at. ([http://www.maine.gov/dmr/rm/seaurchin/green\\_sea\\_urchin\\_general\\_summary.htm](http://www.maine.gov/dmr/rm/seaurchin/green_sea_urchin_general_summary.htm))
- Barus, T. A. 2001. **Pengantar Limnologi.** Jurusan Biologi FMIPA USU. Medan.
- Campbell, N.A., L.G. Mitchell and J.B. Reece. 2000. **Biology : Concepts and Connections. 3<sup>rd</sup> Edition.** Addison Wesley Longman Inc. San Fransisco.
- Castro, P. and M.E. Huber. 2005. **Marine Biology. 5<sup>rd</sup> Edition.** McGraw – Hill Companies, Inc. New York.
- Clark, A. M. and F.E.W. Rowe. 1971. **Monograf Echinodermata Perairan Dangkal Pasifik Indo – Barat.** Alih bahasa : Wijarni. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting dan M. J. Sitepu. 2004. **Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. Cetakan Ketiga.** PT Pradnya Paramita. Jakarta. 328 Hal.
- Darsono, P. 1993. **Gametogenesis Pada Bulu Babi, Diadema Setosum (Leske) Di Pulau Pari, Pulau – Pulau Seribu.** Oseana dan Limnologi Di Indonesia No. 27 : 21 – 31. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.** Kanisius. Yogyakarta. 258 Hal.
- Heddy, S. dan M. Kurniawati. 1994. **Prinsip – Prinsip Dasar Ekologi : Suatu Bahasan Tentang Kaidah Ekologi dan Penerapannya.** PT Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Hutabarat, S dan S. M. Evans. 1986. **Pengantar Oseanografi**. UI – Press. Jakarta

Hickman, C.P., L.S Roberts, A. Larson, H. I'anson and D.J. Eisenhour. 2006. **Integrated Principles Of Zoology. 13<sup>th</sup> Edition**. Mc. Graw – Hill Companies, Inc. New York.

Irianto, A.H. 2004. **Statistika, Konsep Dasar dan Aplikasinya**. Prenada Media. Jakarta.

Jasin, M. 1987. **Sistematika Hewan (Invertebrata dan Avertebrata)**. Penerbit Sinar Wijaya. Surabaya.

Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology : A Primer on Methods and Computing**. John Willey and Sons, Inc. Canada.

Miller, S.A and J.P. Harley. 2005. **Zoology. 6<sup>rd</sup> Edition**. Mc. Graw – Hill Companies, Inc. New York.

Nontji, A. 1993. **Laut Nusantara. Cetakan Kedua**. Penerbit Djambatan. Jakarta.

Notohadiprawiro, T. 1998. **Tanah dan Lingkungan**. Dirjen Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta.

Nybakken, J.W. 1988. **Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis**. Alih bahasa oleh H. Mohammad Eidman, et all. PT. Gramedia. Jakarta. 459 Hal.

Odum, E.P. 1993. **Dasar – Dasar Ekologi. Edisi Ketiga**. Alih bahasa oleh : Tjahjono Samingan dan B. Srigando. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Romimohtarto, K. dan S. Juwana. 2005. **Biologi Laut : Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut. Cetakan Kedua**. Djambatan. Jakarta. 540 Hal.

Santoso, B. 1984. **Beberapa Prosedur Analisa Kimia dan Fisika Tanah**. Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.

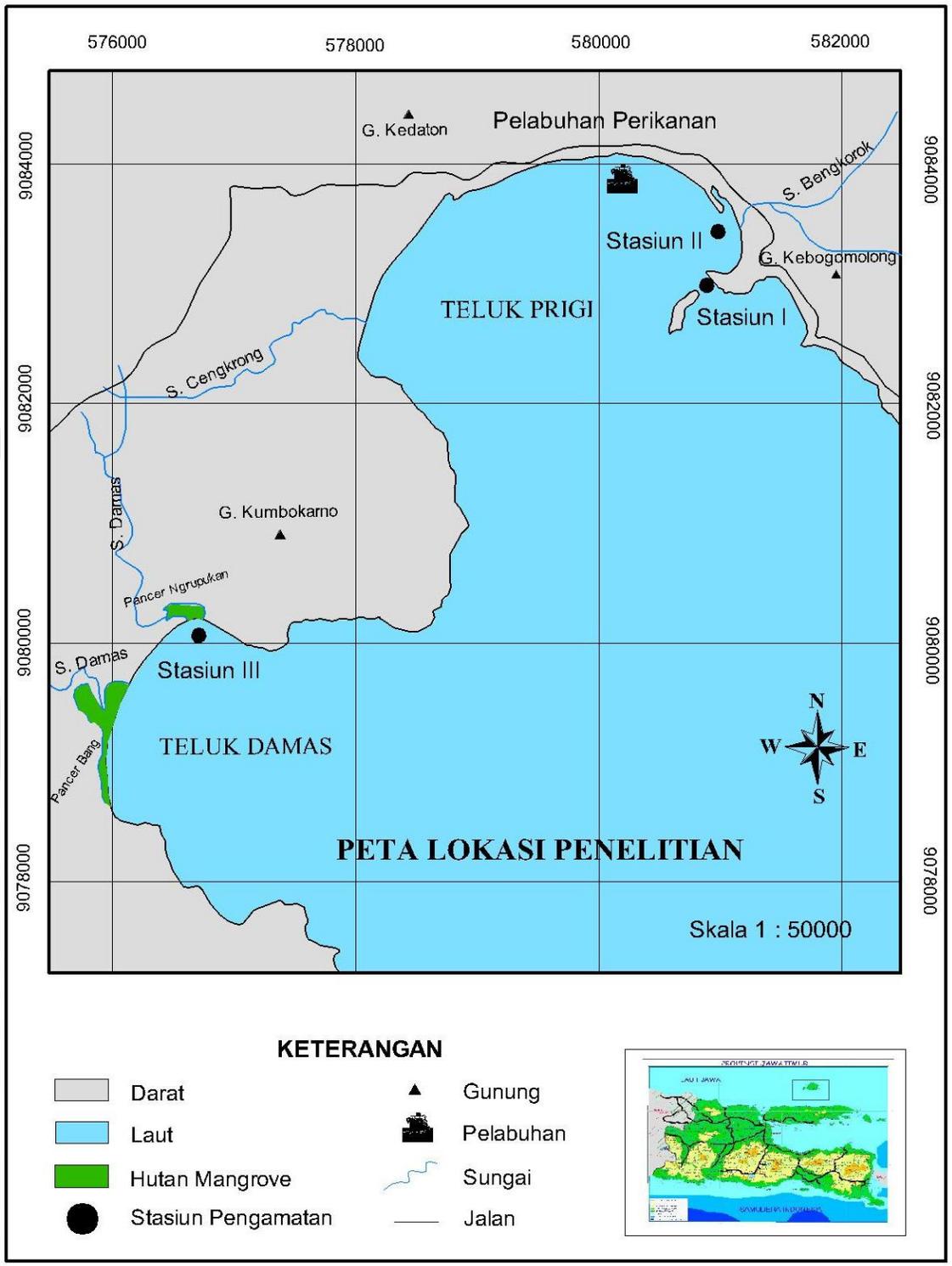
- Singarimbun, M. dan S. Effendi. 1995. **Metode Penelitian Survei**. PT Pustaka LP3S Indonesia. Jakarta.
- Soegianto, A. 1994. **Ekologi Kualitatif : Metode Analisis Populasi dan Komunitas**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Sudaryanti, S. 1997. **Prosiding Pelatihan Strategi Pemantauan Kualitas Air Sungai Secara Biologis, Buku II Materi Pelatihan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Sugiarto, H. dan Supardi. 1995. **Beberapa Catatan Tentang Bulu Babi Marga Diadema**. Oseana Vol XX, Nomor 4 : 35 – 41. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI. Jakarta.
- Suin, N.M. 1997. **Ekologi Hewan Tanah**. Bumi Aksara. Bandung.
- Sumitro, S.B., U. Wijarni, E. Arisoelaningsih dan A. Soewondo. 1992. **Usaha Awal Pembudidayaan dan Pelestarian Hewan Bulu Babi (Sea Urchin)**. Universitas Brawijaya. Malang. 47 Hal.
- Supriharyono. 2002. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumber Daya Alam di Wilayah Pesisir tropois**. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 246 Hal.
- Suryabrata, S. 1989. **Metodologi Penelitian**. CV Rajawali. Jakarta.
- Sutanto, R. 2005. **Ilmu Tanah: Konsep dan Kenyataan**. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 208 Hal.
- Sutirjo. 2001. **Analisis Keanekaragaman Echinoidea di Perairan Pasang surut Balekambang dan Kondang Merak Kabupaten Malang**. Tesis PSSJ Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang. Malang. 109 Hal.
- Wibisono, M.S. 2005. **Pengantar Ilmu Kelautan**. PT Gramedia Widiasarana Indonesia. Jakarta.

Wijarni dan D. Arfiati. 1984. **Diklat Avertebrata Air**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.

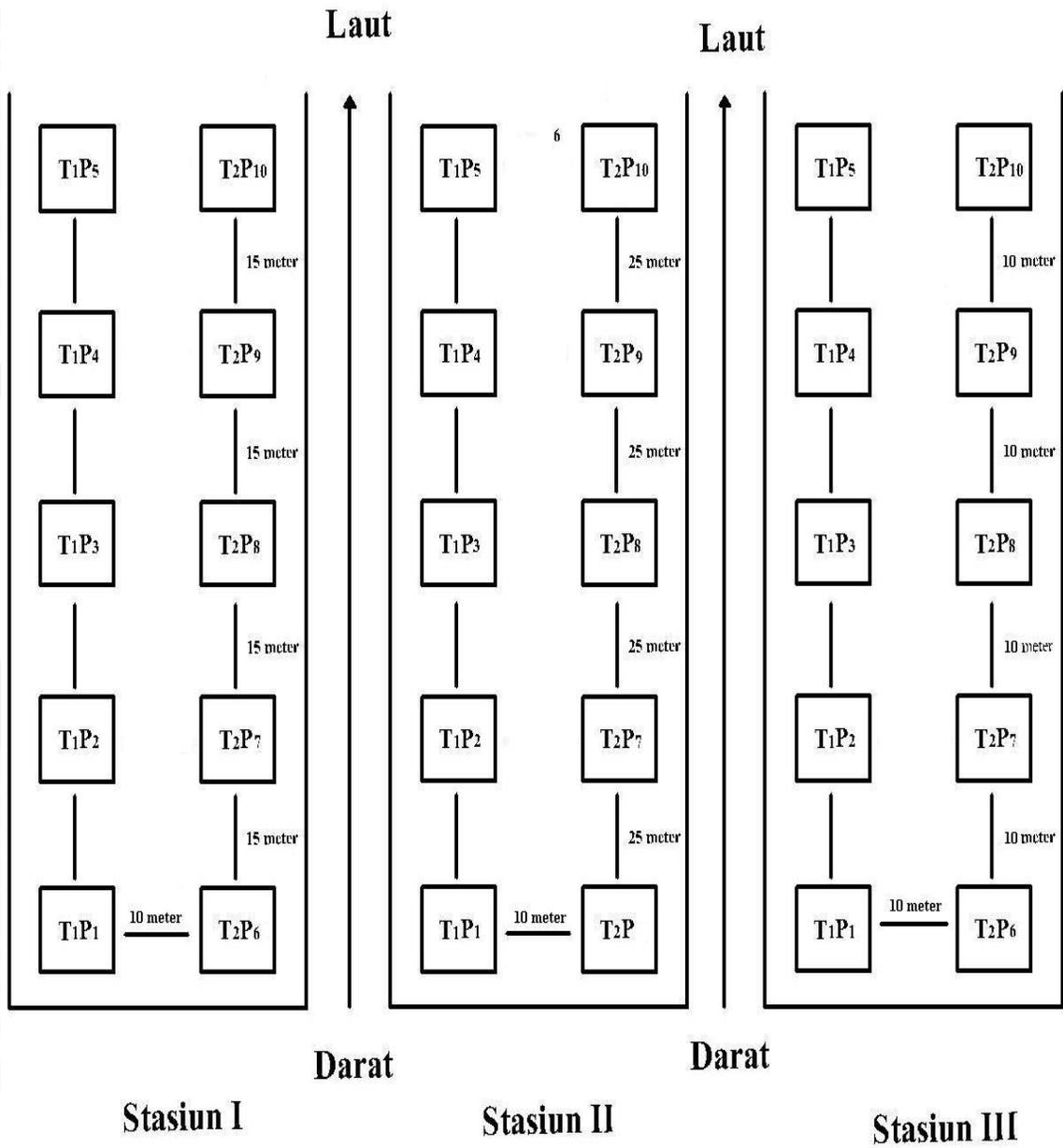


Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian





Lampiran 2. Denah Penempatan Transek Penelitian



Lampiran 3. Gambar Landak laut yang Ditemukan di Teluk Prigi



*Heterocentrotus trigonarius* (aboral)



*Heterocentrotus trigonarius* (oral)



*Colobocentrotus atratus* (aboral)



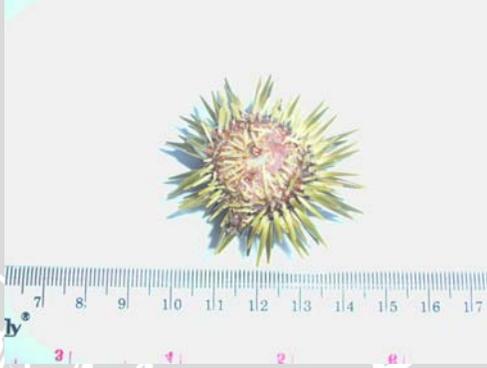
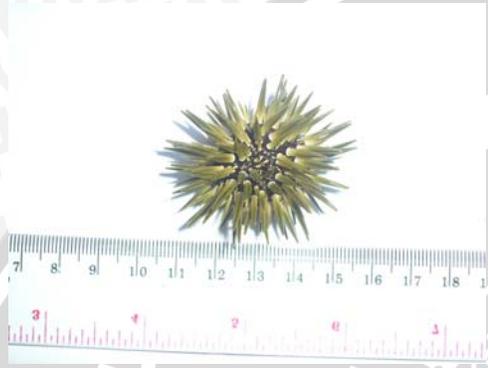
*Colobocentrotus atratus* (oral)



*Phyllacanthus forcipulatus* (aboral)

*Phyllacanthus forcipulatus* (oral)

Lanjutan (Lampiran 3)



*Parasalenia gratiosa* (aboral)

*Parasalenia gratiosa* (oral)



*Echinometra oblonga* (aboral)

*Echinometra oblonga* (oral)



*Echinometra mathaei* (aboral)

*Echinometra mathaei* (oral)

Lampiran 4. Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Setiap Stasiun

Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Stasiun 1

No	Spesies	Plot										Σ	K (ind/10m <sup>2</sup> )	KR (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	<i>Echinometra oblonga</i>		4	5		7	3	3	4	2		28	28	48,28
2	<i>Echinometra mathaei</i>		1	3	1	2	3				5	15	15	25,86
3	<i>Colobocentrotus atratus</i>	1			2				1			4	4	5,17
4	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	4			1				6			11	11	18,96
	Σ	5	5	8	4	9	6	10	4	2	5	58	58	

Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak laut di Stasiun 2

No	Spesies	Plot										Σ	K (ind/10m <sup>2</sup> )	KR (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	<i>Echinometra mathaei</i>	5		1	2	7	1	1			1	18	18	75
2	<i>Echinometra oblonga</i>		2			1				2		5	5	20,83
3	<i>Parasalenia gratiosa</i>				1							1	1	4,17
	Σ	5	2	1	3	8	1	1		2	1	24	24	

## Lanjutan (Lampiran 4)

## Kepadatan dan Kepadatan Relatif Landak Laut di Stasiun 3

No	Spesies	Plot										$\Sigma$	K (ind/10m <sup>2</sup> )	KR (%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	<i>Phyllacanthus forcipulatus</i>		1	3	1	5	3			5	4	22	22	56,41
2	<i>Echinometra mathaei</i>	1	2					1		3	3	10	10	25,64
3	<i>Parasalenia gratioza</i>	1						1				2	2	5,13
4	<i>Echinometra oblonga</i>							2	3			5	5	12,82
	$\Sigma$	2	3	3	1	5	3	4	3	8	7	39	39	



## Lampiran 5. Pola Distribusi Landak Laut di Setiap Stasiun

## Pola Distribusi Landak Laut di Stasiun I

No	Spesies	Plot										n	n <sup>2</sup>	xi	(Σxi) <sup>2</sup>	Σxi <sup>2</sup>	σ <sup>2</sup>	μ	Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	Echinometra oblonga		4	5		7	3	3	4	2		7	49	28	784	128	2,2857	4	seragam
2	Echinometra mathaei		1	3	1	2	3				5	6	36	15	225	49	1,9167	2,5	seragam
3	Colobocentrotus atratus	1			2				1			3	9	4	16	6	0,2222	1,3333	seragam
4	Heterocentrotus trigonarius	4			1				6			3	9	11	121	53	4,2222	3,6667	berkelompok
	Σ	5	5	8	4	9	6	10	4	2	5			58	1146				

Lanjutan (Lampiran 5)

Pola Distribusi Landak Laut di Stasiun 2

No	Spesies	Plot										n	n <sup>2</sup>	xi	(Σxi) <sup>2</sup>	Σxi <sup>2</sup>	σ <sup>2</sup>	μ	Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	<i>Echinometra mathaei</i>	5		1	2	7	1	1			1	7	49	18	324	82	5,1020	2,5714	berkelompok
2	<i>Echinometra oblonga</i>		2			1				2	3	9	5	25	9	0,2222	1,6667	seragam	
3	<i>Parasalenia gratiosa</i>				1						1	1	1	1	1	0	1	seragam	
	Σ	5	2	1	3	8	1	1		2	1		24						

Lanjutan (Lampiran 5)

Pola Distribusi Landak Laut di Stasiun 3

No	Spesies	Plot										n	n <sup>2</sup>	xi	(Σxi) <sup>2</sup>	Σxi <sup>2</sup>	σ <sup>2</sup>	μ	Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10								
1	Phyllacanthus forcipulatus		1	3	1	5	3			5	4	7	49	22	484	86	2,4082	3,14286	seragam
2	Echinometra mathaei	1	2					1		3	3	5	25	10	100	24	0,8	2	seragam
3	Parasalenia gratiosa	1						1				2	4	2	4	2	0	1	seragam
4	Echinometra oblonga							2	3			2	4	5	25	13	0,25	2,5	seragam
Σ		2	3	3	1	5	3	4	3	8	7			39					

## Lampiran 6. Keanekaragaman Landak Laut di Setiap Stasiun

No.	Spesies	Stasiun 1				Stasiun 2				Stasiun 3			
		ni	pi	ln pi	pi ln pi	ni	pi	ln pi	pi ln pi	ni	pi	ln pi	pi ln pi
1	<i>Echinometra oblonga</i>	28	0,4828	-0,7282	-0,3516	5	0,2083	-1,5686	-0,3268	5	0,1282	-2,0541	-0,2633
2	<i>Echinometra mathaei</i>	15	0,2586	-1,3524	-0,3498	18	0,75	-0,2877	-0,2158	10	0,2564	-1,3610	-0,3490
3	<i>Colobo centrotus atratus</i>	4	0,0690	-2,6741	-0,1844								
4	<i>Heterocentrotus trigonarius</i>	11	0,1897	-1,6625	-0,3153								
5	<i>Phyllacanthus forcipulatus</i>									22	0,5641	-0,5725	-0,3230
6	<i>Parasalenia gratiosa</i>					1	0,0417	-3,1781	-0,1324	2	0,0513	-2,9704	-0,1523
	$\Sigma$	58			-1,2011	24			-0,6750	39			-1,0876

Keanekaragaman di Stasiun 1

$$\begin{aligned}
 H' &= -\sum p_i \ln p_i \\
 &= -(-1,2011) \\
 &= 1,2011
 \end{aligned}$$

Keanekaragaman di Stasiun 2

$$\begin{aligned}
 H' &= -\sum p_i \ln p_i \\
 &= -(-0,6750) \\
 &= 0,6750
 \end{aligned}$$

Keanekaragaman di Stasiun 3

$$\begin{aligned}
 H' &= -\sum p_i \ln p_i \\
 &= -(-1,0876) \\
 &= 1,0876
 \end{aligned}$$

Lampiran 7. Uji t

Hipotesa :  $H_0 : \mu_A - \mu_B = 0$

$H_1 : \mu_A - \mu_B \neq 0$

Jika :  $t_{hit} > t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak

$t_{hit} < t_{tabel}$ , maka  $H_0$  diterima

- Stasiun 1 dan Stasiun 2

Stasiun 1

$X_A$	$X_A - \bar{X}_A$	$(X_A - \bar{X}_A)^2$
5	-0,8	0,64
5	-0,8	0,64
8	2,2	4,84
4	-1,8	3,24
9	3,2	10,24
6	0,2	0,04
10	4,2	17,64
4	-1,8	3,24
2	3,8	14,44
5	-0,8	0,64
58		55,6

Stasiun 2

$X_B$	$X_B - \bar{X}_B$	$(X_B - \bar{X}_B)^2$
5	2,6	6,76
2	-0,4	0,16
1	-1,4	1,96
3	0,6	0,36
8	5,6	31,36
1	-1,4	1,96
1	-1,4	1,96
0	-2,4	5,76
2	-0,4	0,16
1	-1,4	1,96
24		52,4

$$\bar{X}_A = \frac{58}{10} = 5,8$$

$$\bar{X}_B = \frac{24}{10} = 2,4$$

$$Sp^2 = \frac{\Sigma(x_A - \bar{x}_A)^2 + \Sigma(x_B - \bar{x}_B)^2}{n_A + n_B - 2}$$

$$= \frac{55,6 + 52,4}{10 + 10 - 2}$$

$$= 6$$

Lanjutan lampiran 7

$$S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B} = \sqrt{\frac{Sp^2}{n_A} + \frac{Sp^2}{n_B}}$$

$$= \sqrt{\frac{6}{10} + \frac{6}{10}}$$

$$= 1,0954$$

$$t \text{ hitung} = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\mu_A - \mu_B)}{S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B}}$$

$$= \frac{(5,8 - 2,4) - 0}{1,0954}$$

$$= 3,104$$

t tabel 5%, db = 18 adalah 1,734

Setelah membandingkan antara nilai t hitung (3,104) dengan t tabel (1,734) diperoleh nilai t hitung > t tabel. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah individu pada stasiun I dan stasiun II berbeda nyata.

Lanjutan lampiran 7

- Stasiun 2 dan Stasiun 3

Stasiun 2

$X_A$	$X_A - \bar{X}_A$	$(X_A - \bar{X}_A)^2$
5	2,6	6,76
2	-0,4	0,16
1	-1,4	1,96
3	0,6	0,36
8	5,6	31,36
1	-1,4	1,96
1	-1,4	1,96
0	-2,4	5,76
2	-0,4	0,16
1	-1,4	1,96
24		52,4

Stasiun 3

$X_B$	$X_B - \bar{X}_B$	$(X_B - \bar{X}_B)^2$
2	-1,9	3,61
3	-0,9	0,81
3	-0,9	0,81
1	-2,9	8,41
5	1,1	1,21
3	-0,9	0,81
4	0,1	0,01
3	-0,9	0,81
8	4,1	16,81
7	3,1	9,61
39		42,9

$$\bar{X}_A = \frac{24}{10} = 2,4$$

$$\bar{X}_B = \frac{39}{10} = 3,9$$

$$\begin{aligned}
 Sp^2 &= \frac{\Sigma(x_A - \bar{x}_A)^2 + \Sigma(x_B - \bar{x}_B)^2}{n_A + n_B - 2} \\
 &= \frac{52,4 + 42,9}{10 + 10 - 2} \\
 &= 5,2944
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B} &= \sqrt{\frac{Sp^2}{n_A} + \frac{Sp^2}{n_B}} \\&= \sqrt{\frac{5,2944}{10} + \frac{5,2944}{10}} \\&= 1,0290\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}t \text{ hitung} &= \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B) - (\mu_A - \mu_B)}{S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B}} \\&= \frac{(2,4 - 3,9) - 0}{1,0290} \\&= -1,458\end{aligned}$$

t tabel 5%, db = 18 adalah 1,734

Setelah membandingkan antara nilai t hitung (-1,458) dengan t tabel (1,734) diperoleh nilai t hitung < t tabel. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah individu pada stasiun II dan stasiun III tidak berbeda nyata.

- Stasiun 1 dan Stasiun 3

Stasiun 1

$X_A$	$X_A - \bar{X}_A$	$(X_A - \bar{X}_A)^2$
5	-0,8	0,64
5	-0,8	0,64
8	2,2	4,84
4	-1,8	3,24
9	3,2	10,24
6	0,2	0,04
10	4,2	17,64
4	-1,8	3,24
2	3,8	14,44
5	-0,8	0,64
58		55,6

Stasiun 3

$X_B$	$X_B - \bar{X}_B$	$(X_B - \bar{X}_B)^2$
2	-1,9	3,61
3	-0,9	0,81
3	-0,9	0,81
1	-2,9	8,41
5	1,1	1,21
3	-0,9	0,81
4	0,1	0,01
3	-0,9	0,81
8	4,1	16,81
7	3,1	9,61
39		42,9

$$\bar{X}_A = \frac{58}{10} = 5,8$$

$$\bar{X}_B = \frac{39}{10} = 3,9$$

$$p^2 = \frac{\Sigma(x_A - \bar{x}_A)^2 + \Sigma(x_B - \bar{x}_B)^2}{n_A + n_B - 2}$$

$$= \frac{55,6 + 42,9}{10 + 10 - 2}$$

$$= 5,4722$$

$$S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B} = \sqrt{\frac{Sp^2}{n_A} + \frac{Sp^2}{n_B}}$$

$$= \sqrt{\frac{5,4722}{10} + \frac{5,4722}{10}}$$

$$= 1,0462$$

$$t \text{ hitung} = \frac{(\bar{x}_B - \bar{x}_A) - (\mu_A - \mu_B)}{S_{\bar{x}_A - \bar{x}_B}}$$

$$= \frac{(5,8 - 3,9) - 0}{1,0462}$$

$$= 1,817$$

t tabel 5%, db = 18 adalah 1,734

Setelah membandingkan antara nilai t hitung (1,817) dengan t tabel (1,734) diperoleh nilai t hit > t tabel. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah individu pada stasiun I dan stasiun III berbeda nyata.

