



**POLA DISTRIBUSI JENIS ECHINOIDEA DI ZONA
INTERTIDAL TANJUNG BILIK
TAMAN NASIONAL BALURAN**

SKRIPSI

Oleh

Rahayu Nirma Ayuwati

NIM 121810401010

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2017



**POLA DISTRIBUSI JENIS ECHINOIDEA DI ZONA
INTERTIDAL TANJUNG BILIK
TAMAN NASIONAL BALURAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Rahayu Nirma Ayuwati

NIM 121810401010

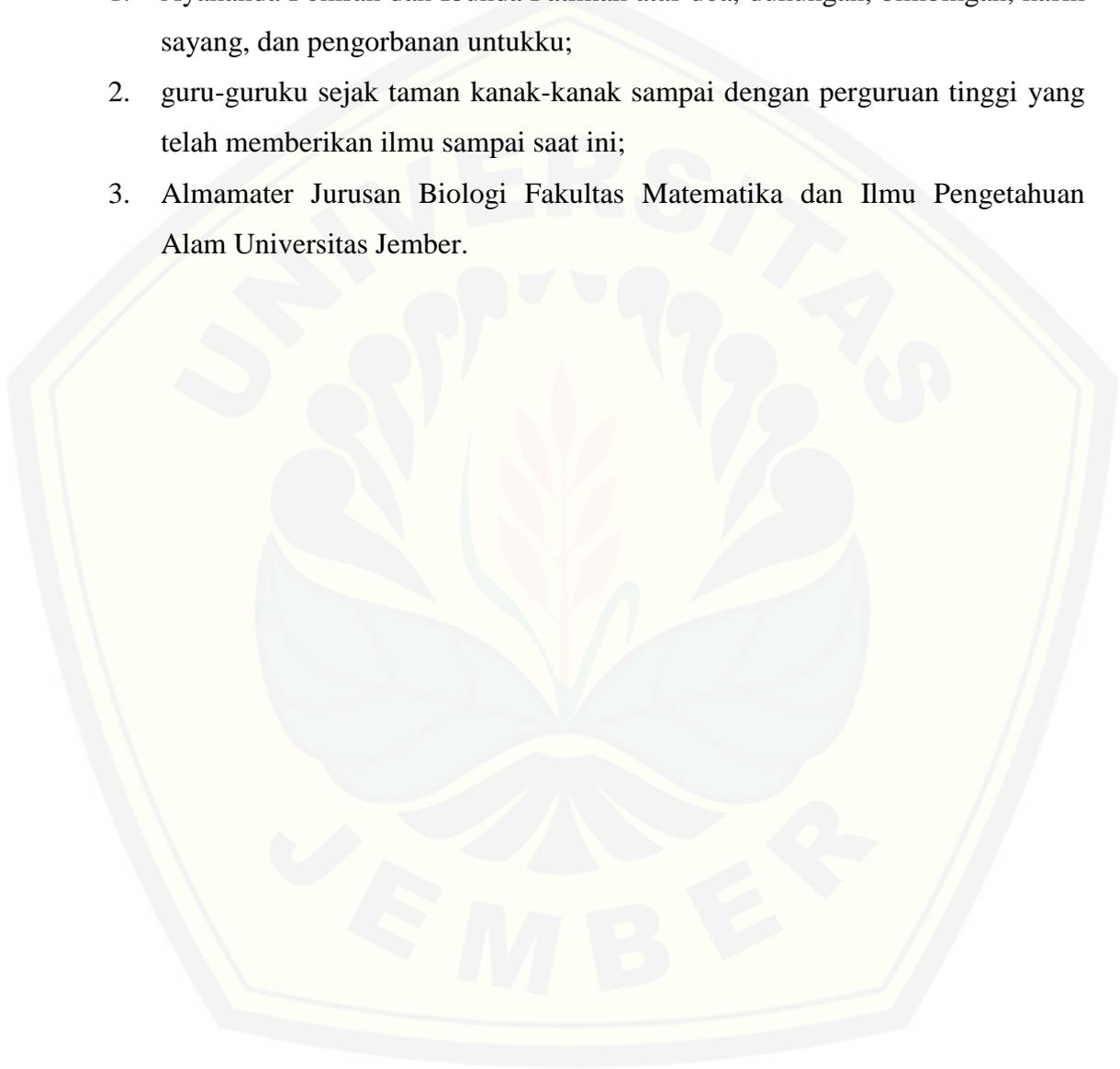
**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER**

2017

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

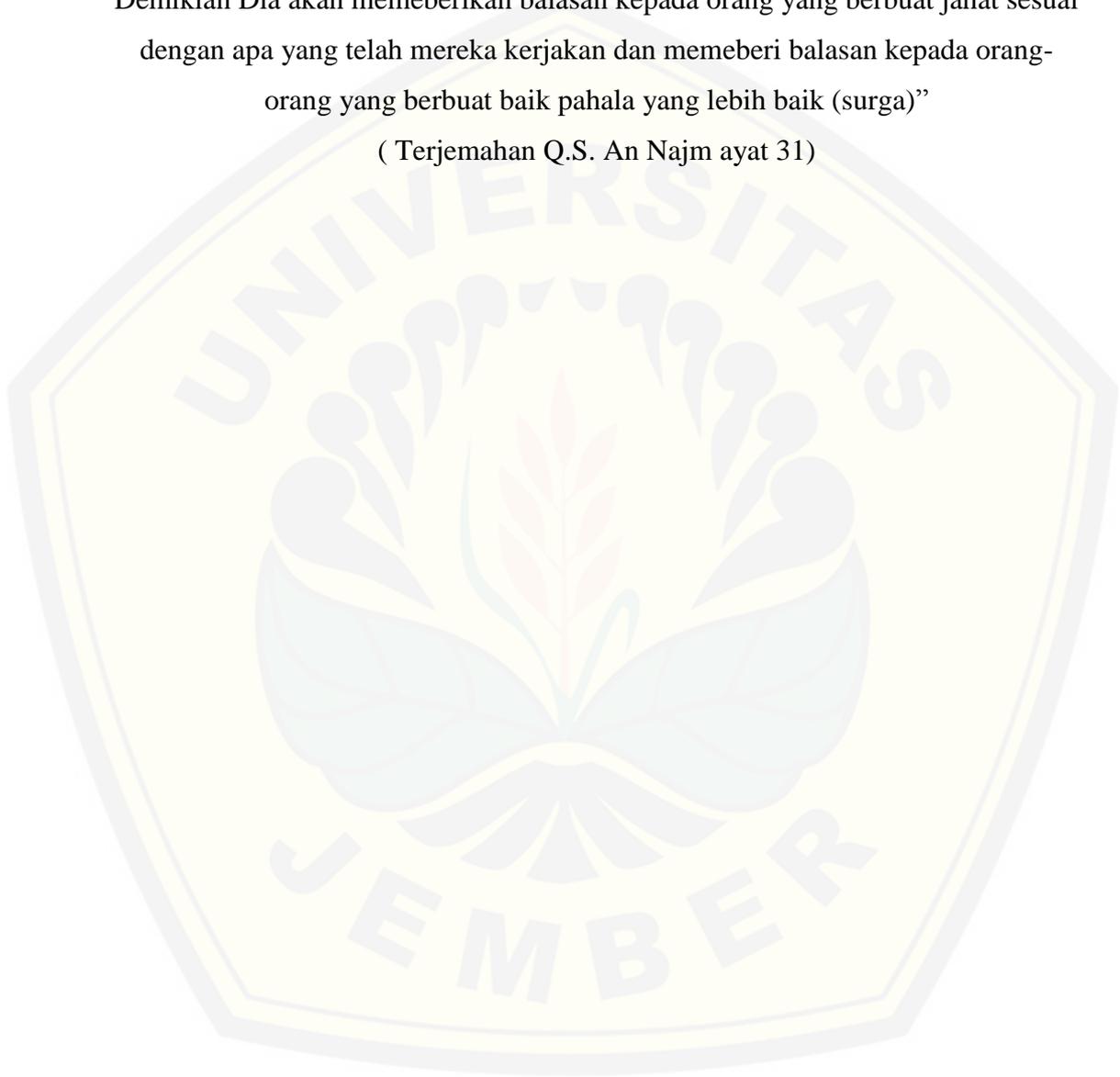
1. Ayahanda Poniran dan Ibunda Fatimah atas doa, dukungan, bimbingan, kasih sayang, dan pengorbanan untukku;
2. guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu sampai saat ini;
3. Almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.



MOTTO

“Dan milik Allah-lah apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi. Dengan Demikian Dia akan memeberikan balasan kepada orang yang berbuat jahat sesuai dengan apa yang telah mereka kerjakan dan memeberi balasan kepada orang-orang yang berbuat baik pahala yang lebih baik (surga)”

(Terjemahan Q.S. An Najm ayat 31)



Departemen Agama Republik Indonesia. 2005. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung: CV Penerbit Jumanatul Ali-Art (J-ART)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahayu Nirma Ayuwati

NIM : 121810401010

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Pola Distribusi Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Februari 2017

Yang menyatakan,

Rahayu Nirma Ayuwati

NIM 121810401010

SKRIPSI

**POLA DISTRIBUSI JENIS ECHINOIDEA DI ZONA INTERTIDAL
TANJUNG BILIK TAMAN NASIONAL BALURAN**

Oleh

Rahayu Nirma Ayuwati

121810401010

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd.

Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Drs. Sudarmadji, MA. Ph.D.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Pola Distribusi Jenis Echinoidea Di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran“ telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I

Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd.

Prof. Drs. Sudarmadji, M.A, Ph.D.

NIP 195805281988021002

NIP 195005071982121001

Anggota II

Anggota III

Dr. Rike Oktarianti, M.Si.

Rendy Setiawan, S.Si, M.Si.

NIP 196310261990022001

NIP 198806272015041001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP 196102041987111001

RINGKASAN

Pola Distribusi Jenis Echiniodea Di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran; Rahayu Nirma Ayuwati, 121810401010; 2017: 59 halaman; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Zona intertidal merupakan salah satu zona yang banyak dihuni oleh berbagai jenis biota laut seperti ikan dan Echinodermata. Salah satu kelas dari Filum Echinodermata yang dapat dijumpai di zona intertidal adalah Echinoidea. Echinoidea merupakan spesies yang memiliki peranan sebagai detritus, *deposit feeder*, dan beberapa jenis dari spesies ini juga memiliki sifat sebagai *grazer* sehingga keberadaannya berpengaruh terhadap populasi lamun dan alga. Berdasarkan peranan penting tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai pola distribusi Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola distribusi Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juni 2016. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan *purposive sampling*, yaitu dengan cara meletakkan plot 1x1 m² secara acak pada tempat Echinoidea ditemukan. Echinoidea yang ditemukan dihitung jumlahnya dan masing-masing jenis diambil 2 untuk diidentifikasi di P2O (Pusat Penelitian Oseanografi) LIPI Jakarta. Pengambilan data abiotik berupa suhu, pH, salinitas dilakukan pada 6 plot masing-masing 2 plot dibagian tubir, garis tengah, dan bibir pantai. Penentuan pola distribusi masing-masing jenis dilakukan dengan cara memasukkan data yang diperoleh ke dalam rumus Indeks Distribusi Morisita.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 83 plot ditemukan sebanyak 490 individu yang mewakili 4 ordo, 4 famili, 5 genus, dan 5 spesies. Lima spesies Echinoidea yang ditemukan yaitu *Diadema setosum*, *Echinothrix calamaris*, *Echinometra mathaei*, *Tripneustes gratilla*, dan *Laganum laganum*. Adapun

jumlah jenis masing-masing individu *Diadema setosum* 216 individu, *Echinothrix calamaris* 2 individu, *Echinometra mathaei* 231 individu, *Tripneustes gratilla* 9 individu, dan *Laganum laganum* 32 individu. Dari kelima spesies tersebut ada 3 spesies yang memiliki pola distribusi mengelompok yaitu *Diadema setosum*, *Echinometra mathaei*, dan *Laganum laganum* dan 2 memiliki pola distribusi merata yaitu *Echinothrix calamaris* dan *Tripneustes gratilla*. Spesies yang memiliki kelimpahan relatif tinggi ada tiga yaitu *Diadema setosum*, *Echinometra mathaei*, dan *Laganum laganum* dengan nilai masing-masing 44,08 %, 47,14 % dan 6,53 %. Sedangkan spesies yang memiliki Kelimpahan relatif rendah adalah *Echinothrix calamaris* dan *Tripneustes gratilla* dengan nilai masing-masing 1,83 % dan 0,408 %. Pola distribusi masing-masing spesies dipengaruhi oleh kelimpahan masing-masing spesies. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan dan pola distribusi spesies adalah substrat dan habitat.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah Echinoidea yang ditemukan ada 5. Spesies dengan pola distribusi mengelompok yaitu *Diadema setosum*, *Echinometra mathaei*, dan *Laganum laganum*, spesies yang memiliki pola distribusi merata yaitu *Echinothrix calamaris* dan *Tripneustes gratilla*.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pola Distribusi Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

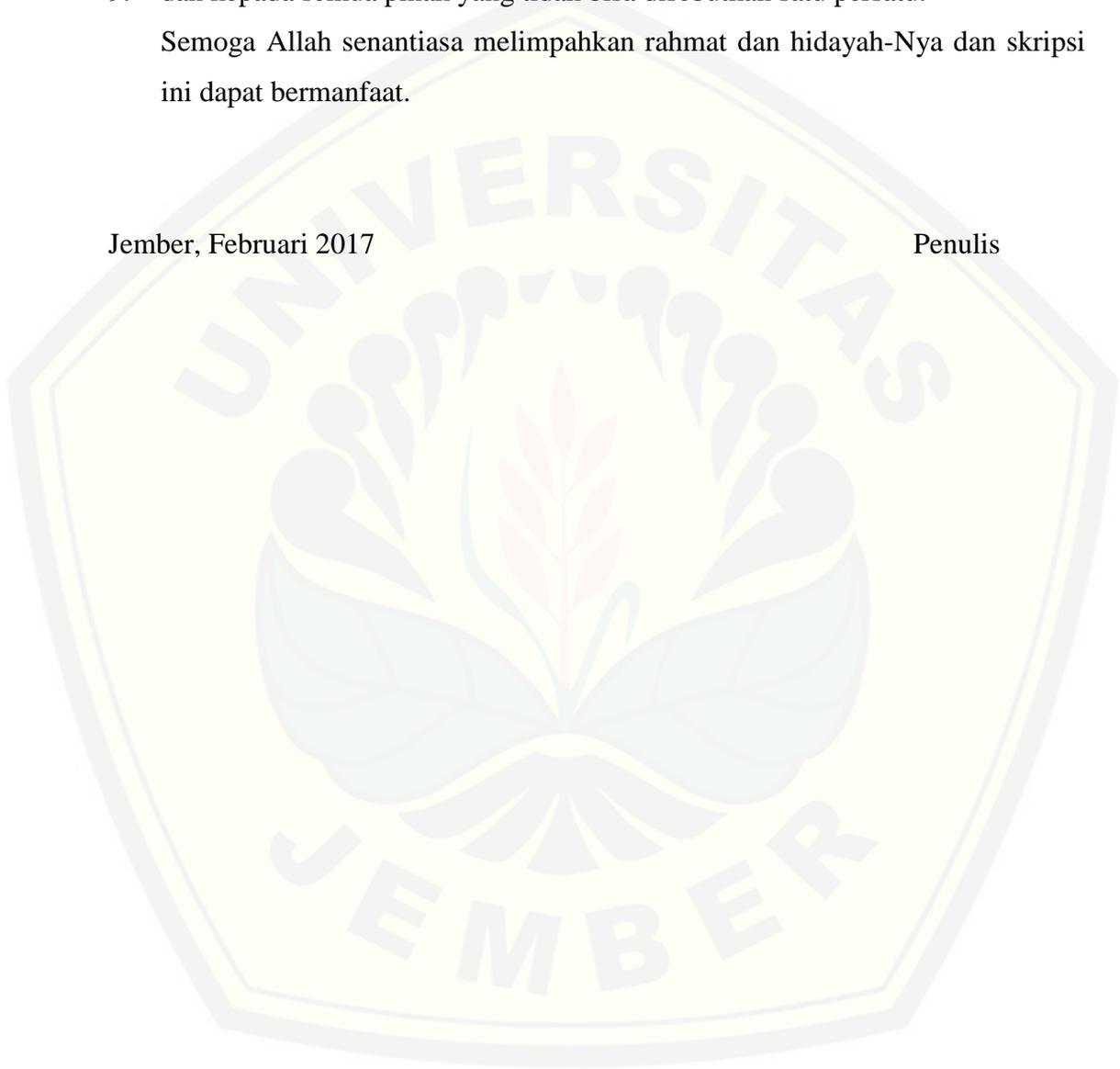
1. Dr. Hidayat Teguh Wiyono, M.Pd, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Prof. Drs. Sudarmadji, M.A, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, perhatian, bimbingan serta arahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Dr. Rike Oktarianti, M.Si., dan Rendy Setiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
3. orang tua, saudara, dan keluarga besar yang telah memberikan motivasi, dorongan, dan doa demi terselesaikannya skripsi ini;
4. Pusat Penelitian Oseanografi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia dan Indra Bayu Vimono, S.Si., M.Sc., yang telah membantu dan mendampingi dalam proses belajar identifikasi spesimen Echinoidea;
5. rekan kerjaku Dessy, Vina, Didin, Zainul, Habsy, Nugroho, Djoni, Andre, Nia dan Zulfi yang telah membantu selama penelitian berlangsung sampai selesainya penulisan skripsi, dan sahabat-sahabatku Nova, Uyunk, Putri, Nova Dian, Prilla, Selvi, Nurma, dan Lia atas motivasi dan dorongan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini;
6. teman-teman BIOZVA angkatan 2012 atas bantuan, dukungan, motivasi, dan kebersamaan yang terjalin selama ini;

7. teman-teman UKMS TITIK yang telah memberikan dukungan, ilmu dan motivasi;
8. teman-teman kos Kalimantan XXIV Ajeng, Prisca, dan Cahya atas dukungan, motivasi, doa, dan persaudaraan yang sudah terjalin selama ini;
9. dan kepada semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Februari 2017

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Morfologi dan Anatomi Echinoidea	3
2.2 Klasifikasi Echinoidea	5
2.3 Pola Distribusi	9
2.4 Habitat Echinoidea	9
2.5 Perilaku Echinoidea	10
2.6 Faktor Fisika dan Kimia yang Mempengaruhi Pertumbuhan Echinoidea	12
2.7 Zona Intertidal	13
2.8 Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran	13

BAB 3. METODE PENELITIAN	14
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Pengumpulan Data Penelitian	15
3.3.1 Teknik Pencuplikan Data	15
3.3.2 Pencatatan Data Biotik	17
3.4 Pencatatan Faktor Abiotik	18
3.4 Analisis Data	19
3.4.1 Identifikasi Jenis Echinoidea	19
3.4.2 Komposisi Jenis Echinoidea	20
3.4.3 Indeks Pola Distribusi Jenis Echinoidea	20
3.4.4 Indeks Kelimpahan Relatif	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Deskripsi Wilayah	22
4.2 Komposisi Jenis Echinoidea di Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.....	22
4.3 Pola Distribusi dan Indeks Kelimpahan Jenis Echinoidea	28
4.4 Faktor Abiotik	31
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Komposisi Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.....	23
4.2 Pola Distribusi dan Kelimpahan Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Balura	28
4.3 Faktor Abiotik di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Morfologi dan Anatomi Echinoidea	4
2.2 Morfologi Echinoidea Regular dengan Simetri Pentaradial	5
2.3 Morfologi Echinoidea Irregular dengan Simetri Bilateral	5
2.4 Macam-macam Pola Distribusi di Alam	9
3.1 Lokasi Penelitian.....	15
3.2 Skema Peletakan Sumbu Utama dan Plot di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran	17
4.1 Keberadaan Echinoidea Berdasarkan Substrat dan Habitat	24

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Lokasi Titik Koordinat Plot Penelitian di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran	38
B. Deskripsi dan Klasifikasi Jenis Echinoidea di Tanjung Bilik Berdasarkan Buku <i>Monograph of Shallow-water Indo-west Pasific</i>	39
C. Hasil Identifikasi Jenis Echinoidea di Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI Jakarta.....	46
D. Analisis Varians Keterkaitan Antara Substrat dab Jumlah Jenis Echinoidea	47

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas laut 5,8 juta km² (Puspitaningsih, 2012). Luasnya wilayah lautan tersebut membuat adanya variasi ekosistem dan variasi biota laut yang menghuni masing-masing ekosistem di dalamnya. Salah satu zona yang memiliki keanekaragaman biota laut yang tinggi adalah zona intertidal. Echinodermata merupakan salah satu kelompok biota laut yang menghuni zona intertidal (Nybakken, 1992). Echinodermata merupakan kelompok hewan berduri yang hampir tersebar di seluruh perairan di dunia dengan jumlah jenis ± 7000 (Brusca & Brusca, 2003). Filum Echinodermata terbagi dalam 15 ordo dan 46 famili (Suwignyo, 1989). Salah satu kelas dari Phylum Echinodermata yang dapat dijumpai di zona intertidal adalah kelas Echinoidea (Khordi, 2010). Echinoidea merupakan hewan yang memiliki peranan sebagai detritus, *deposit feeder*, dan beberapa spesies dari Echinoidea memiliki sifat sebagai *grazer*, sehingga keberadaannya berpengaruh terhadap populasi lamun dan alga (Aziz, 1994).

Padang lamun, pasir, terumbu karang, dan substrat yang keras merupakan habitat dari spesies-spesies Echinoidea, karena area tersebut menyediakan sumber makanan dan sebagai tempat berlindung bagi Echinoidea (Yusron, 2009). Salah satu kawasan yang dapat dijumpai ekosistem padang lamun dan karang adalah zona intertidal yang terdapat di Tanjung Bilik. Zona intertidal Tanjung Bilik merupakan area yang masuk dalam kawasan Taman Nasional Baluran (TNB). Berdasarkan *pre-survey* yang telah dilakukan, zona intertidal Tanjung Bilik memiliki substrat dan habitat berupa pasir, pasir berkarang, karang mati, terumbu karang dan padang lamun. Selain itu Tanjung Bilik merupakan area konservasi. Kondisi ekosistem tersebut memungkinkan Echinoidea dapat hidup dan bereproduksi karena terumbu karang dan padang lamun yang memiliki substrat pecahan karang dan pasir, yang merupakan habitat bagi Echinoidea (Aziz, 1995).

Echinoidea dapat hidup soliter atau mengelompok di daerah terumbu karang dan padang lamun, hal tersebut tergantung pada ketersediaan makanan dan faktor abiotik (Lanning *et al.*, 2014). Populasi Echinoidea di padang lamun dan terumbu karang tidak hanya dapat dijadikan sebagai gambaran mengenai keragaman dan pola distribusi, tetapi juga memberikan pengaruh terhadap populasi disekitarnya (Dobo, 2009). Selain itu salah satu Echinoidea jenis *Diadema setosum* dapat dijadikan sebagai bahan makanan karena mengandung beberapa protein yang kaya akan asam amino (Afifudin, 2014), dan juga juga dapat dijadikan sebagai bioindikator kerusakan ekosistem terumbu karang (Supardi, 1995), serta sebagai bioakumulator logam berat di laut (Rumahlata, 2012).

Berdasarkan peran penting Echinoidea tersebut, perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai pola distribusi jenis Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pola distribusi jenis dan komposisi jenis Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pola distribusi dan komposisi jenis Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada pengelola Taman Nasional Baluran mengenai kondisi Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran. Selain itu, penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai sumber referensi untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Morfologi dan Anatomi Echinoidea

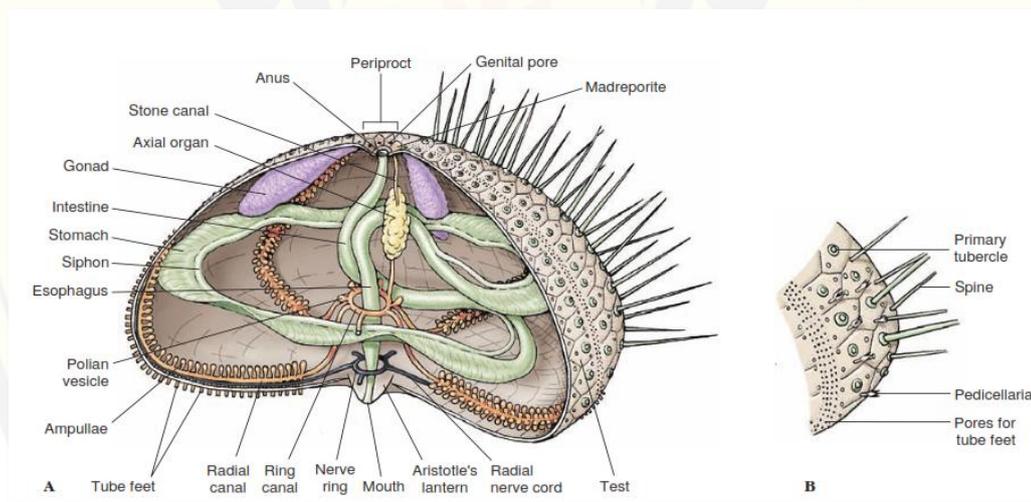
Kelas Echinoidea memiliki bentuk tubuh bulat sampai pipih, tidak berlengan, dan terdapat duri-duri. Duri-duri tersebut digunakan sebagai alat untuk bergerak pada batu atau lumpur di pantai sampai pada kedalaman 5000 meter (Brusca & Brusca, 2003). Organ dalam Echinoidea dilindungi oleh *test* yang terdiri atas 5 daerah *ambulakral* dan *interambulakral* yang tersusun secara bergantian. Daerah *ambulakral* merupakan tempat melekatnya kaki tabung, sedangkan daerah *interambulakral* merupakan tempat melekatnya duri-duri primer dan duri-duri sekunder (Aziz, 1995). Kaki tabung berperan penting untuk pergerakan Echinoidea. Mekanisme pergerakan pada Echinoidea dimulai dari, air laut melalui lubang madreporit pada bagian *aboral*, kemudian disalurkan ke saluran saluran yang berakhir ke ampula. Ampula yang berisi air ini nanti akan ditekan pada substrat yang keras sehingga bisa membawa badannya bergerak (Brusca & Brusca, 2003)

Berdasarkan bentuk tubuhnya Echinoidea dapat dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu, Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *regular* dan Echinoidea yang memiliki bentuk *irregular*. Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *regular* memiliki ciri-ciri *test* berbentuk *sirkuler* dan memiliki simetri pentaradial. Morfologi Echinoidea *regular* dapat dilihat pada Gambar 2.2. Sedangkan pada kelompok Echinoidea *irregular* memiliki ciri-ciri tubuhnya berbentuk simetri bilateral. Morfologi Echinoidea *irregular* dapat dilihat pada Gambar 2.3. Kelompok Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *regular* biasanya hidup di permukaan substrat. Sedangkan kelompok Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *irregular* biasanya hidup di bawah substrat (Schultz and Heinke, 2015).

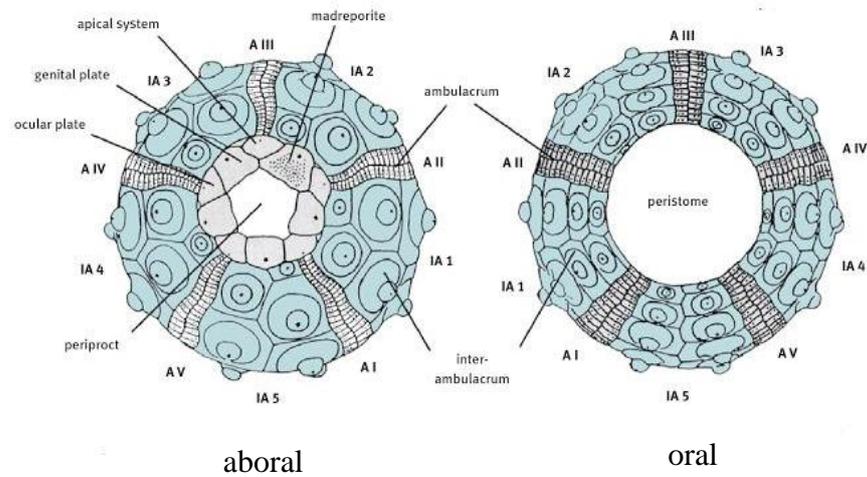
Kelompok Echinoidea *regular* memiliki bagian *aboral* dan *oral*, pada bagian *aboral* terdapat lubang anus di bagian tengah yang dikelilingi oleh 5 keping genital dan 5 keping okular yang tersusun secara bergantian. Selain itu pada bagian *aboral* juga terdapat sistem pembuluh air atau *madreporit* yang

terdapat pada keping genital yang berukuran paling besar (Brusca & Brusca, 2003). Bagian *oral* (sistem *peristomial*) dikelilingi oleh keping-keping kecil yang ditengahnya terdapat selaput tipis sebagai tempat menempelnya *lentera Aristoteles* yang berfungsi sebagai rahang dan gigi (Suwignyo, 1989). Saluran pencernaan dimulai dari mulut, esophagus, usus, rectum, dan berakhir di anus (Brusca & Brusca, 2003). Morfologi dan anatomi Echinoidea dapat dilihat pada Gambar 2.1. Bagian *aboral* pada kelompok Echinoidea *irregular* terdiri dari petal, madreporit, dan keping genital yang melebur menjadi satu (Schultz and Heinke, 2015).

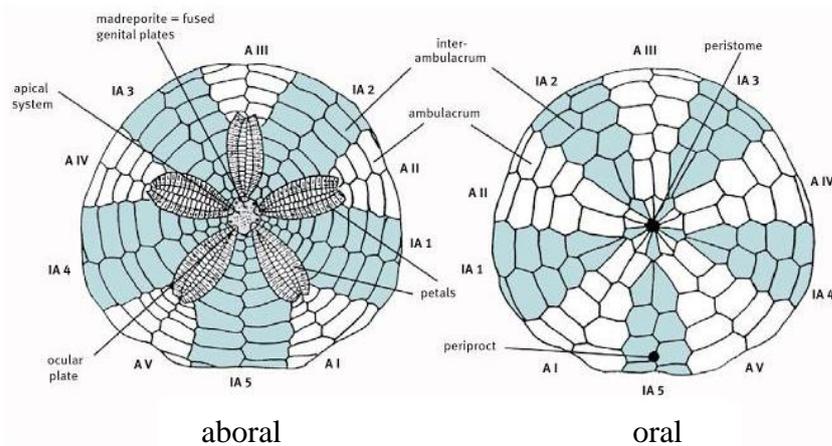
Bagian tubuh dari Echinoidea yang penting untuk dijadikan sebagai identifikasi adalah bentuk tubuh, letak anus, karakter duri (sebaran duri-duri primer, panjang duri, dan ujung duri), bentuk *lentera Aristoteles*, dan bentuk *tubercle* dll (Clark and Rowe, 1971).



Gambar 2.1 A. Morfologi dan Anatomi Echinoidea; B. Bagian-bagian Endoskeleton (Morfologi Echinoidea (Hickman *et al.*, 2008).



Gambar 2.2 Morfologi Echinoidea *Regular* dengan Simetri Pentaradial (Schultz and Heinke, 2015).



Gambar 2.3 Morfologi Echinoidea *Irregular* dengan Simetri Bilateral (Schultz and Heinke, 2015).

2.2 Klasifikasi Echinoidea

Echinoidea merupakan salah satu kelas dari Phylum Echinodermata (Campbell, 2011). Berdasarkan bentuk tubuhnya Echinoidea dibagi menjadi 2 subkelas yaitu Cidaroidea dan subkelas Echinoidea. Cidaroidea merupakan Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *regular* (Brusca & Brusca, 2003), yang terdiri atas 7 ordo yaitu Cidaroida, Echinothuroida, Diadematoida, Phymosomatoida, Arbacioida, Temnopleuroida, dan Echinoida

(Brusca & Brusca, 2003). Sedangkan, subkelas Euechinoidea merupakan Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *irregular* (Brusca & Brusca, 2003), terdiri atas 5 ordo yang meliputi Clypeasteroidea, Spatangoidea, Holoctypoida, Cassiduloidea, dan Holasteroidea (Schultz and Heinke, 2015) adapun 12 ordo dari Echinoidea menurut Schultz and Heinke (2015) adalah:

a. Cidaroida

Cidaroida merupakan ordo yang paling primitif, memiliki bentuk tubuh *regular*, terdapat duri primer yang dikelilingi oleh duri sekunder yang ukurannya lebih kecil pada daerah *interambulakral*. Anus terletak di sisi *aboral*, mulut terletak di permukaan bagian tengah sisi *oral*, dilengkapi *lentera Aristoteles*, dan memiliki *test* yang bersifat kaku. Contoh: *Eucidaris molularis* dan *Phyllacantus dubius*.

b. Echinothuroida

Merupakan kelompok Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *regular*, terdapat duri sekunder yang mengelilingi duri primer pada daerah *interambulakral*, anus terletak pada sisi *aboral*, sedangkan mulut terletak pada sisi *oral* yang dilengkapi dengan *lentera Aristoteles*, memiliki *test* yang fleksibel, dan *pedicellaria* berbentuk *tridantae*. Contoh: *Asthenosoma intermedium*.

c. Diadematoida

Merupakan kelompok Echinoidea yang berbentuk *regular*, ciri-ciri dari ordo ini yaitu memiliki duri sekunder yang mengelilingi duri primer pada daerah *interambulakral*, anus terletak di sisi *aboral* dan mulut terletak di permukaan bagian tengah sisi *oral* yang dilengkapi *lentera Aristoteles*, terdapat sepuluh keping genital dan keping ocular yang tersusun secara bergantian di sekitar mulut, *test* bersifat kaku, *peristome* dilapisi kulit, *tubercle* bentuk *perforate* (tidak ada hiasan atau permukaan halus), dan sering dijumpai *crenulate* (ada hiasan atau permukaan kasar). Memiliki duri berlubang, panjang, bentuk silinder, tipis, dan rapuh. Contoh: *Diadema setosum* dan *Echinothrix calamaris*.

d. Phymosomatoida

Merupakan kelompok Echinoidea yang memiliki tubuh berbentuk *regular*, memiliki duri sekunder yang mengelilingi duri primer pada daerah *interambulakral*, anus terletak di sisi *aboral* dan mulut terletak di permukaan bagian tengah sisi *oral* yang dilengkapi *lentera Aristoteles*, *test* bersifat kaku, duri padat, *peristome* dilengkapi dengan kulit, *tubercle* tidak berlubang kadang dijumpai dalam bentuk *imperforate* (tidak ada hiasan atau permukaan halus), atau *crenulate* (ada hiasan atau permukaan kasar), *periproct* berukuran besar. Contoh: *Phymosoma circinatum*.

e. Arbacioida

Ciri dari ordo ini adalah memiliki tubuh berbentuk *regular*, terdapat daerah *ambulakral* dan *interambulakral* yang tersusun secara berseling, *periproct* dengan empat sampai lima *plate* yang berukuran besar. Contoh: *Arbacia punctulata*.

f. Temnopleuroida

Merupakan kelompok Echinoidea dengan bentuk badan *regular*, memiliki duri sekunder yang mengelilingi duri primer pada daerah *interambulakral*, duri-duri bersifat padat, *test* yang bersifat kaku, pada bagian *aboral* terdapat anus, sedangkan sisi mulut terdapat pada sisi *oral* yang dilengkapi *lentera Aristoteles*, dan *tubercle* biasanya berbentuk *crenulate* (ada hiasan atau permukaan kasar). Contoh: *Tripneustes gratilla* dan *Mespilia globulus*.

g. Echinoida

Merupakan kelompok Echinoidea yang berbentuk *regular*, terdapat *lentera Aristoteles* dan *plate* yang menyatu berbentuk seperti piramida, ukuran duri sisi tubuhnya berukuran sama. Contoh: *Echinometra mathaei* dan *Echinometra lucuter*.

h. Clypeasteroida

Termasuk dalam Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *irregular*, terdapat lempeng *ambulakral* yang membentuk 5 petal, terdapat pori-pori mikroskopis pada setiap lempeng *ambulakral* yang tersusun secara teratur, *test* berbentuk ovate dan pipih, anus terletak di sisi *oral* dan mulut terletak di

permukaan bagian tengah, terdapat *lentera Aristoteles*, pada bagian oral terdapat *periproct*. Contoh: *Laganum laganum*

i. Spatangoida

Merupakan kelompok Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *irregular*, terdapat lempeng *ambulakral* yang membentuk 5 petal, memiliki *labrum*, *test* berbentuk ovate atau hemiperiscal. Anus terletak di sisi *aboral* dan mulut terletak di permukaan bagian tengah sisi *oral*, dilengkapi *lentera Aristoteles*, tidak ada *peristome* pada bagian *oral*. Contoh: *Marclia carimata* dan *Pseudomarclia alta*.

j. Holoctypoida

Merupakan Echinoidea yang *primitive*, bentuk tubuh *irregular* daerah *ambulakral* berbentuk sederhana dan tidak berdeferensiasi menjadi petal, memiliki rahang yang fungsional, dan *peristome* yang terletak pada bagian pusat. Contoh: *Holoctypus desor*.

k. Cassiduloida

Merupakan Echinoidea yang sudah punah, bentuk tubuh: *irregular*, pipih sampai bulat. *Lentera Aristoteles* tidak ada, bagian *ambulakral* terdeferensiasi menjadi petal dalam jumlah yang banyak. Contoh: *Cassidulus infidus*.

l. Holasteroida

Bentuk tubuh *irregular*, mulut terletak pada bagian *aboral* sedangkan anus pada bagian *oral*, daerah *ambulakral* sederhana dan tidak terdeferensiasi menjadi petaloid, *peristome* terletak di bagian tengah. Contoh: *Ceratophysa ceratopyga*.

2.3 Pola Distribusi

Pada suatu ekosistem tidak semua habitat menyediakan sumber makanan dan lingkungan yang stabil bagi organisme yang menghuninya, akibat dari keadaan tersebut terdapat pola jarak yang dibentuk oleh masing-masing populasi organisme untuk beradaptasi, mendapatkan makanan, dan meneruskan keturunan (Campbell *et al.*, 2011). Adapun 3 macam pola distribusi yang terdapat di alam yaitu mengelompok, merata, dan acak (Odum, 1993).

a. Mengelompok

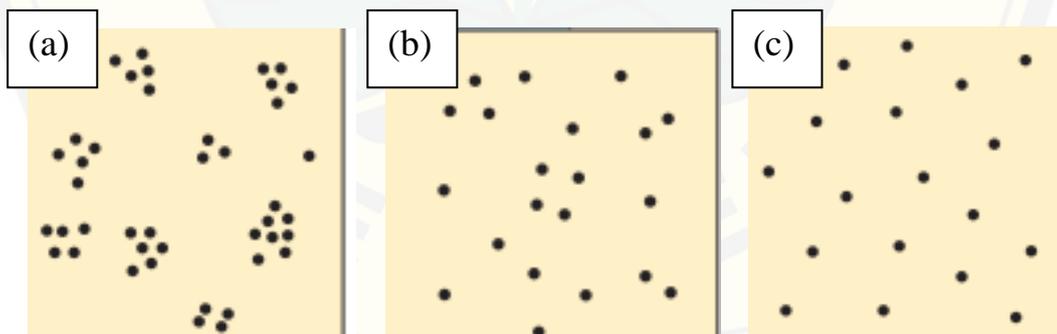
Pola distribusi mengelompok merupakan pola distribusi yang umum terjadi di alam, individu-individu akan membentuk sebuah kelompok-kelompok untuk mencari makanan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dan berindung dari predator (Campbell *et al.*, 2011). Contoh kelompok Echinoidea yang biasanya hidup dengan pola mengelompok adalah *Diadema setosum* (Zakaria, 2007). Pola distribusi mengelompok dapat dilihat pada Gambar 2.3a.

b. Merata

Persaingan yang ketat antara satu individu dengan individu yang lainnya menyebabkan adanya persaingan dalam merebutkan makanan ataupun pasangan, hal ini menyebabkan adanya pembagian ruang yang sama yang mengakibatkan terjadinya distribusi individu secara merata (Hickman *et al.*, 2008). Pola distribusi merata dapat dilihat pada Gambar 2.3b.

c. Acak

Pola distribusi secara acak merupakan pola distribusi yang jarang terjadi di alam, pola distribusi semacam ini biasanya terjadi apabila semua lingkungan berada pada keadaan yang sama (Odum, 1993). Pola distribusi acak dapat dilihat pada Gambar 2.3c.



Gambar 2.4 (a) Pola distribusi mengelompok ; (b) Pola distribusi merata;
(c) Pola distribusi acak
Macam-macam pola distribusi di alam (Campbell *et al.*, 2011).

2.4 Habitat Echinoidea

Echinoidea tersebar luas di zona intertidal sampai laut dalam. Umumnya Echinoidea menyukai habitat dengan substrat yang kasar atau berbatu seperti di

karang atau padang lamun berkarang atau berpasir. Beberapa spesies Echinoidea seperti *sand dollars* dan *heart urchins* lebih menyukai meliang pada substrat pasir (Hickman *et al.*, 2008). Di padang lamun kepadatan Echinoidea per meter persegi dapat mencapai 0,1 sampai 99 individu (Aziz, 1994). Beberapa contoh habitat dan dari kelas Echinoidea seperti famili Diadematidae sebagai contoh: *Diadema setosum* dan *Echinothrix calamaris* yang memiliki habitat di pasir dan di daerah coral (Jeng, 1998). *Diadema setosum* juga dapat ditemukan pada kondisi karang yang rusak, oleh sebab itu jenis ini sering digunakan sebagai bioindikator kerusakan ekosistem terumbu karang (Supardi, 1995). Famili Echinomatridae contohnya *Echinometra mathaei* biasanya ditemukan di lekukan atau di lubang-lubang bebatuan atau karang (Jeng, 1998). Secara umum Echinoidea yang memiliki bentuk tubuh *regular* hidup pada daerah yang memiliki substrat kasar dan hidup di permukaan atau lubang-lubang karang, sedangkan Echinoidea yang memiliki tubuh *irregular* memiliki habitat pada daerah yang memiliki substrat halus, dan biasanya membenamkan tubuhnya atau hidup di bawah substrat (Brusca & Brusca, 2003).

2.5 Perilaku Echinoidea

Echinoidea merupakan hewan yang berperan sebagai detritus, *deposit feeder*, dan beberapa jenis Echinoidea merupakan *grazer* (Schultz and Heinke, 2015). Aktifitas *grazing* merupakan aktifitas memakan bagian bawah dedaunan pada Echinoidea, hal tersebut didukung oleh struktur tubuh Echinoidea yang mempunyai *lentera Aristoteles* yang berfungsi sebagai “rahang dan gigi”, namun tidak semua jenis Echinoidea melakukan aktifitas ini. Echinoidea yang melakukan aktifitas *grazing* adalah spesies dari genus *Tripneustes* dan *Lytechinus*. Akibat dari aktifitas tersebut meninggalkan dampak buruk berupa area menjadi gundul dan jarang yang menghuni ekosistem tersebut (Aziz, 1994). Jenis tumbuhan yang biasanya dimakan oleh Echinoidea adalah *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides*, dan *Halimeda opuntia* (Moningkey, 2011). Pencernaan makanan dalam tubuh Echinoidea dibantu oleh beberapa jenis enzim seperti protease, amylase, dan lipase (Supardi, 1995).

Echinoidea dapat makan dengan cara aktif dan pasif. Echinoidea makan secara aktif dengan cara mencari makan berupa alga dan lamun pada malam hari, karena pada siang hari biasanya mereka bersembunyi di lubang-lubang karang untuk menghindari diri dari predator, kelompok Echinoidea ini biasanya disebut Echinoidea temporal. Contoh Echinoidea yang hidup secara temporal adalah dari kelompok genus *Diadema*. Sedangkan kelompok Echinoidea yang mencari makan secara pasif atau yang biasa disebut Echinoidea meliang sejati memiliki ciri-ciri, memakan sisa-sisa algae atau lamun serta partikel-partikel ditritus dengan cara menunggu hanyutan yang terbawa ombak masuk ke lubang tempat hidupnya, sepanjang hidupnya tinggal pada lubang-lubang karang dan jarang keluar, dalam satu lubang diisi oleh satu individu. Contoh: *Echinometra*, *Echinostrephus*, *Centrostephanus*, *Colobocentrosom*, dan *Heliocidaris* (Aziz, 1995).

Selain mencari makan, aktifitas harian lainnya yang biasanya dilakukan Echinoidea adalah berlindung dari sengatan matahari, berpindah, istirahat, dan melindungi diri dari predator (Aziz, 1994). Aktifitas melindungi diri dari predator dapat dilakukan dengan cara bersembunyi pada lubang-lubang karang, atau bebatuan dengan bantuan duri-duri tajam yang ada pada tubuhnya (Firmadana *et al.*, 2014). Selain berlindung pada karang dan bebatuan untuk mempertahankan dirinya dari kematian Echinoidea juga melindungi dirinya dengan cara menutupi dirinya, terutama bagian *aboral* dengan material yang ada disekitarnya misalnya saja pasir, algae, dan potongan lamun. Aktifitas tersebut dilakukan dengan duri-duri *aboral* dan kaki tabungnya (Schultz and Heinke, 2015).

Echinoidea dapat hidup mengelompok ataupun soliter, hal tersebut tergantung pada jenis Echinoidea dan habitatnya. Beberapa contoh Echinoidea yang biasanya hidup mengelompok adalah *Diadema setosum*, *Diadema antillarum*, *Tripneustes gratilla*, *Tripneustes ventricosus*, dan *Temnopleurus terumaticus*, sedangkan untuk jenis Echinoidea yang biasanya hidup soliter adalah *Mespilia globulus*, *Taxopneustes pileolus*, *Pseudoboletia maculate*, dan *Echinothrix diadema* (Zakaria, 2007). Untuk mencari makan, Echinoidea biasanya memakan lamun, algae, dan beberapa fauna berukuran kecil (Moningkey, 2011). Beberapa jenis Echinoidea menunjukkan asosiasi tertentu terhadap suatu jenis

lamun tertentu, sebagai contoh: *Diadema setosum*, *Echinotrix diadema*, dan *Echinometra mathaei* biasanya berasosiasi dengan lamun yang hidup berdekatan pada daerah terumbu karang yaitu jenis *T. hemprichii*, *H. uninervis*, dan *H. ovalis* dengan kepadatan yang rendah, *Toxopneustes pileolus* cenderung berasosiasi dengan jenis lamun yang bersubstrat kasar dan jernih yaitu *T. hemprichii* yang padat, sedangkan yang biasanya dapat ditemukan dimana saja adalah Echinoidea jenis *Tripneustes gratilla* (Dobo, 2009).

2.6 Faktor fisika dan kimia yang mempengaruhi distribusi dan pertumbuhan Echinoidea

Selain predator dan ketersediaan makanan adapun beberapa faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan, distribusi, kelimpahan, adaptasi, dan pemijahan adalah salinitas, kedalaman, suhu, pH, kedalaman, dan jenis substrat (Firmandana *et al.*, 2014). Menurut Nybakken (1992), ada 5 faktor fisik utama yang berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang hidup di zona intertidal yaitu pasang surut, suhu, gerakan ombak, salinitas, substrat, dan pH.

a. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kehidupan biota laut. Kenaikan atau penurunan suhu secara mendadak dapat menyebabkan kematian masal (Aziz, 1988). Suhu optimum untuk kehidupan hewan karang adalah 25°C – 29°C (Patria, 2002). Kematian masal pada Echinoidea dapat terjadi apabila suhu perairan mencapai 36°C – 40°C (Aziz, 1988).

b. Gerakan ombak

Gerakan ombak pada zona intertidal dapat mempengaruhi kehidupan organisme dengan dua cara yaitu, menghancurkan dan menghanyutkan apa yang dilewatinya sehingga organisme yang terkena ombak harus beradaptasi dengan keadaan tersebut, yang kedua adalah memperluas zona intertidal, hal ini akan mengakibatkan organisme laut harus hidup pada daerah yang lebih tinggi di daerah yang terkena terpaan ombak (Nybakken, 1992).

c. Salinitas

Salinitas merupakan salah satu faktor abiotik yang mempengaruhi penyebaran organisme laut. Kenaikan atau penurunan salinitas secara mendadak dapat menyebabkan kerontokan pada duri dan merubah pigmentasi pada Echinoidea (Aziz, 1877). Salinitas normal untuk pertumbuhan hewan karang adalah 30 ‰–36 ‰ (Patria, 2012). Beberapa Echinoidea dapat hidup pada salinitas 18 ‰–25 ‰ (Aziz, 1994).

d. Substrat

Perbedaan jenis substrat di zona intertidal menyebabkan adanya perbedaan adaptasi pada setiap organisme. Perbedaan substrat juga dapat mempengaruhi jenis tumbuhan laut yang hidup, hal tersebut menyebabkan adanya variasi organisme dan juga distribusi organisme yang menempatinnya. Adapun jenis-jenis substrat yang terdapat pada zona intertidal antara lain berbatu, berpasir, dan berlumpur (Nybakken, 1992).

e. pH

pH sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme laut, karena setiap individu memiliki kisaran yang berbeda dalam mentoleransi pH. Kisaran pH optimal untuk kehidupan hewan air laut adalah 7,10 – 7,50 (Rumahlatu, 2008).

2.7 Zona Intertidal

Zona intertidal atau yang sering disebut sebagai zona pasang surut pada interval waktu tertentu. Pasang surut yang terjadi pada pada zona intertidal diakibatkan oleh adanya gaya gravitasi oleh bulan dan matahari terhadap bumi, serta gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh rotasi bumi dan sistem bulan. Akibat dari adanya pasang surut ini, terjadi adaptasi berbagai biota laut yang menghuni zona ini, sehingga banyak diteliti karena zona ini mudah dijangkau dan memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi (Nybakken, 1992).

2.8 Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran

Tanjung Bilik terletak di kawasan Taman Nasional Baluran. Zona intertidal Tanjung Bilik terletak pada posisi pada $7^{\circ}45'7.00''S$ dan $114^{\circ}22'26,37''E$ sampai titik koordinat akhir $7^{\circ}45'0,25''S$ dan $114^{\circ}22'8,86''E$ dengan luas wilayah ± 623 m. Berdasarkan struktur pengelolaannya, Tanjung Bilik

merupakan wilayah di bawah pengawasan Seksi Pengelolaan Taman Nasional Resort Merak. Berdasarkan *pre-survey* yang telah dilakukan Tanjung Bilik merupakan kawasan yang memiliki ekosistem padang lamun, terumbu karang, karang mati dan dikelilingi oleh mangrove (Balai Taman Nasional Baluran, 2007).



BAB 3. METODE PENELITIAN

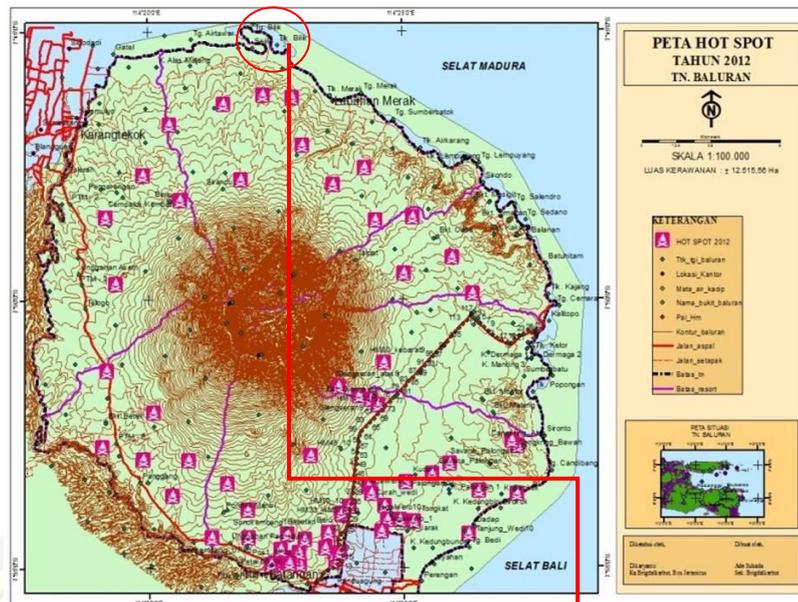
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran, Kabupaten Situbondo pada bulan Mei sampai Juni 2016 saat terjadi surut maksimal. Pengambilan sampel dimulai dari titik koordinat awal yang terletak pada $7^{\circ}45'7.00''S$ dan $114^{\circ}22'26,37''E$ sampai titik koordinat akhir $7^{\circ}45'0,25''S$ dan $114^{\circ}22'8,86''E$ dengan total panjang garis pantai pengambilan sampel adalah ± 623 m yang. Jarak terjauh surut maksimal Tanjung Bilik sekitar ± 260 m. Data Echinoidea yang diperoleh dianalisis dengan cara dideskripsikan dan diidentifikasi masing-masing jenisnya di P2O (Pusat Penelitian Oseanografi) LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Jakarta, untuk mengetahui jenis dari spesies yang telah ditemukan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

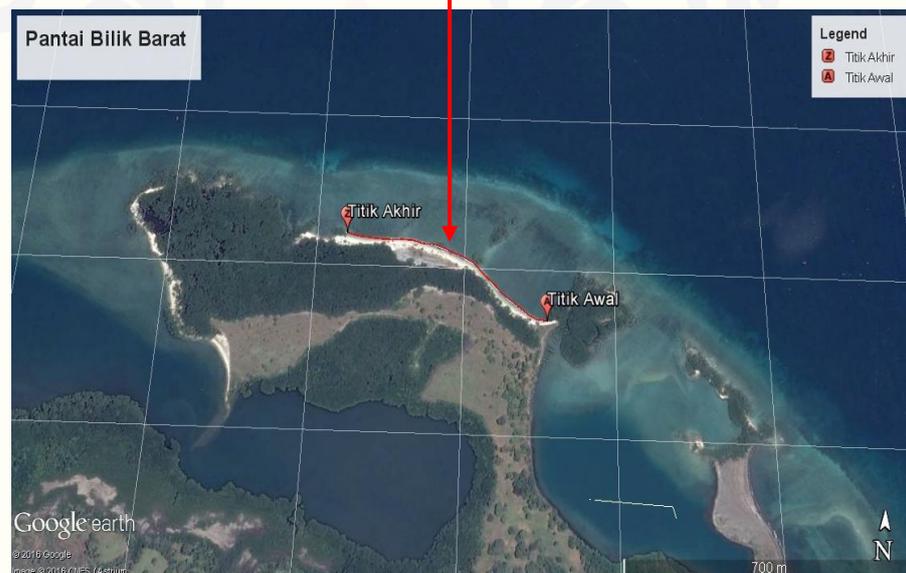
3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk mencatat hasil penelitian di lapang meliputi alat tulis lapang (papan mika, pensil 2B, kertas tulis serta penggaris). Sedangkan alat yang digunakan untuk pengambilan data dan spesimen adalah plot paralon ukuran 1×1 m², pinset, dan kamera untuk mendokumentasikan spesimen, baik itu spesimen segar ataupun awetan. Pengambilan data abiotik menggunakan thermometer batang, refraktometer ataho, pH hanna, dan GPS (*Global Positioning System*) Garmin Etrex 10. Untuk pengawetan spesimen digunakan alat berupa toples plastik dan kertas label. Alat yang digunakan untuk identifikasi meliputi buku identifikasi Echinodermata Clark & Rowe (1971), mikroskop Leica MZ8, nampan, dan pinset.

Bahan yang digunakan kertas label, tissue, aquades steril, $MgCl_2$ 0,5 % (untuk mematikan Echinoidea secara perlahan), dan alkohol 70 % (untuk mengawetkan spesies Echinoidea yang ditemukan di Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran).



(a)



(b)

Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(a) Peta Hot Spot Taman Nasional Baluran (Taman Nasional Baluran, 2013), (b) Peta Tanjung Bilik (Google Earth, 2016).

3.3 Pengumpulan Data Penelitian

3.3.1 Teknik Pencuplikan Data

Penelitian ini menggunakan metode *Purposive sampling*, yaitu dengan cara menempatkan plot berukuran 1x1 m² secara acak pada tempat spesies Echinoidea yang ditemukan di zona intertidal (Bookhout, 1996). Setiap jenis

Echinoidea yang ditemukan dihitung jumlahnya dan masing-masing jenis diambil 2 untuk diidentifikasi di P2O (Pusat Penelitian Oseanografi) LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia), spesies yang beracun diambil menggunakan pinset, sedangkan spesimen yang tidak beracun diambil secara langsung.

Metode penelitian ini dimulai dengan cara berjalan menyusuri Tanjung Bilik dari tubir timur menuju ke tubir barat secara berulang sampai titik akhir yaitu garis Tanjung. Metode ini menggunakan *Global Positioning System* (GPS) Garmin Etrex 10 untuk menandai lokasi ditemukannya Echinoidea, dengan demikian diharapkan tidak adanya pengulangan perhitungan pada semua spesies yang ditemukan, selain itu distribusi lokal setiap spesies akan terlihat (Setiawan, 2013). Kelebihan dari metode data yang diambil bersifat akurat karena semua jenis Echinoidea yang ada di zona intertidal Tanjung Bilik memiliki peluang yang sama besar untuk diambil atau masuk dalam plot, sedangkan kekurangan dari metode ini adalah memerlukan sumber daya manusia lebih dari satu. Adapun teknis dari metode ini adalah sebagai berikut. Skema Peletakan Sumbu Utama dan Plot dapat dilihat pada Gambar 3.2.

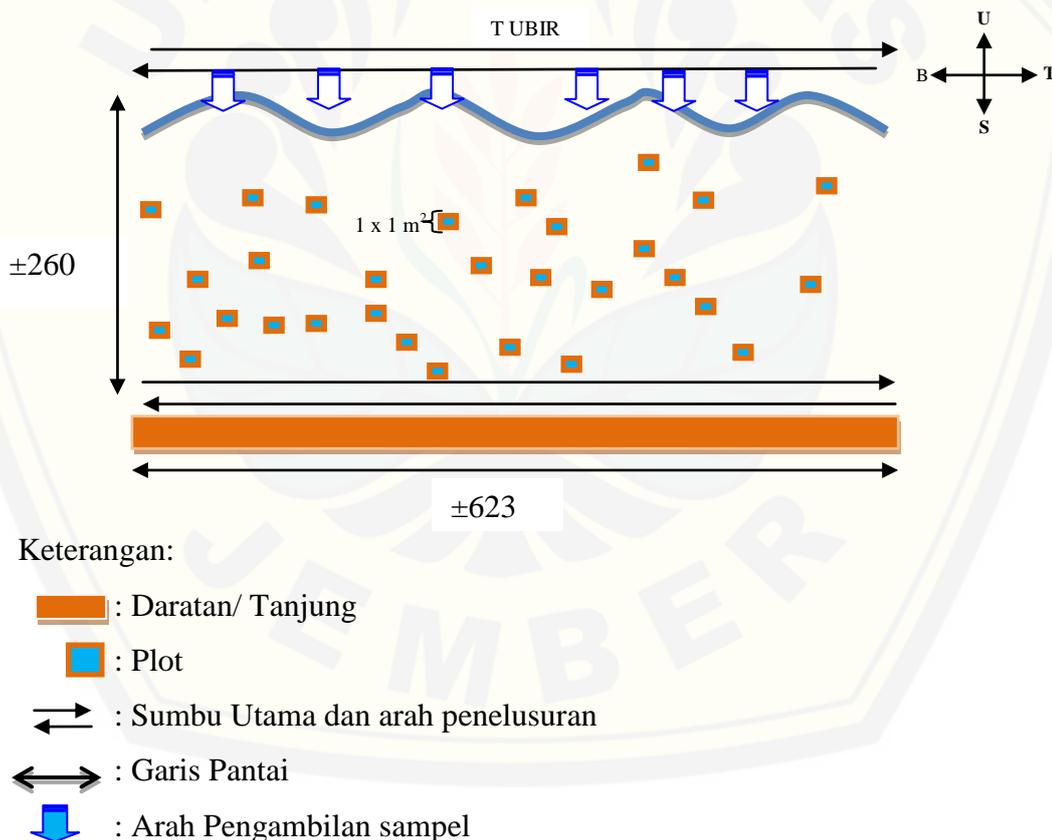
- a. Pencatatan titik awal dimulai dari lokasi pertama ditemukannya Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) Garmin Etrex 10.
- b. Melakukan penelusuran yang dimulai dari titik awal yaitu dari tubir menuju ke titik akhir yaitu garis tanjung.
- c. Spesies Echinoidea yang ditemukan ditandai dengan menggunakan *GPS* disertai dengan pencatatan data pendukung lainnya yaitu titik koordinat, jumlah individu, jenis individu, dan faktor lingkungan seperti tipe substrat, suhu, pH, dan salinitas.
- d. Dokumentasi spesies Echinoidea dilakukan dengan cara mengambil gambar (difoto) Echinoidea yang ditemukan dengan menggunakan kamera. Untuk keperluan identifikasi, dilakukan pengawetan dengan cara diambil 2 Echinoidea yang mewakili setiap jenis, kemudian memasukkan Echinoidea tersebut kedalam $MgCl_2$ 0,5 % sampai Echinoidea mati secara perlahan.

Echinoidea yang telah mati kemudian dimasukkan ke dalam alkohol 70 % sampai semua bagian tubuh sampel terendam dalam toples plastik.

3.3.2 Pencatatan Data Biotik

Pencatatan data biotik di lapangan meliputi penghitungan jumlah jenis Echinoidea yang ditemukan pada setiap plot, pencatatan karakter morfologi yang meliputi bentuk tubuh, bentuk duri (ujung duri, pangkal duri, permukaan duri), bentuk *test*, dan pola warna. Serta dilengkapi dengan dokumentasi setiap spesies yang ditemukan pada plot.

Untuk keperluan identifikasi, diambil dua spesimen Echinoidea yang mewakili setiap jenis kemudian diawetkan dengan menggunakan $MgCl_2$ 0,5 % dan alkohol 70 %.



Gambar 3.2 Skema Peletakan Sumbu Utama dan Plot di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.

3.4 Pencatatan Faktor Abiotik

Pencatatan data abiotik adalah pengukuran dan pengamatan faktor fisik. Faktor fisik yang diamati adalah jenis substrat, suhu, pH dan salinitas (Tabel 3.1). Pencatatan faktor abiotik pH, suhu dan salinitas dilakukan pada 6 plot yang berbeda dan diambil secara acak dengan menyesuaikan lokasi ditemukannya Echinoidea. Pencatatan data abiotik dilakukan pada 6 plot masing-masing 2 plot dibagian tubir, garis tengah, dan bibir pantai masing-masing 3 kali pengulangan.

a. Substrat

Pengamatan substrat dilakukan dengan mengamati secara langsung. Mencatat jenis substrat pada setiap plot ditemukannya Echinoidea. Pengamatan secara langsung dilakukan dengan cara mengamati dan memegang secara langsung.

b. Suhu

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer batang dengan cara memasukkan kedalam air laut pada plot pengamatan, kemudian ditunggu ± 2 menit atau sampai stabil, kemudian dilihat dan dicatat hasil pengukuran. Pengukuran ini dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan setiap pengulangan ujung termometer dikeringkan menggunakan tissue, data yang diperoleh kemudian langsung dimasukkan ke dalam tabel pengamatan faktor abiotik yang telah tersedia. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 6 plot, masing-masing 2 plot dibagian tubir, garis tengah, dan bibir pantai.

c. pH

Pengukuran derajat keasaman atau pH dilakukan dengan menggunakan alat pH meter. Pengukuran pH dilakukan dengan cara pH meter dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara membersihkan ujungnya dengan aquades, kemudian mencelupkan pH meter ke dalam air laut sampai angka yang muncul berhenti. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 6 plot, masing-masing 2 plot dibagian garis tubir, garis tengah, dan bibir pantai.

d. Salinitas

Pengukuran salinitas air laut menggunakan refraktometer dengan cara, refraktometer dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara membersihkan ujungnya

dengan aquades. Kemudian meneteskan air laut pada kaca prisma dan dibaca skala yang ditunjukkan oleh alat tersebut. Setiap pengukuran tersebut dilakukan pengulangan tiga kali, data yang diperoleh kemudian langsung dimasukkan ke dalam tabel pengamatan faktor abiotik yang telah tersedia. Pengukuran ini dilakukan sebanyak 6 plot, masing-masing 2 plot dibagian tubir, garis tengah, dan bibir pantai.

Tabel 3.1 Data Abiotik pada Lokasi Penelitian

Lokasi	Faktor Lingkungan			
	Substrat	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
Dst				

3.5 Analisis Data

3.5.1 Identifikasi Jenis Echinoidea

Identifikasi dan deskripsi dilakukan di Laboratorium P2O (Pusat Penelitian Oseanografi) LIPI (Lembaga Ilmu Penelitian Indonesia) Jakarta, dengan menggunakan buku *Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific* (Clark & Rowe, 1971). Identifikasi jenis Echinoidea dilakukan dengan cara mendeskripsikan spesimen yang mewakili tiap-tiap jenis Echinoidea yang ditemukan. Deskripsi dilakukan dengan cara mengamati mencocokkan karakter morfologinya dan anatomi sesuai dengan buku *Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific* (Clark & Rowe, 1971).

3.5.2 Komposisi Jenis Echinoidea

Penentuan komposisi jenis Echinoidea dilakukan dengan mengidentifikasi dan mendeskripsikan serta menghitung jumlah spesimen yang mewakili masing-masing jenis. Identifikasi Echinoidea dilakukan sampai tingkat jenis (Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Komposisi Jenis Echinoidea di Tanjung Bilik

Ordo	Famili	Genus	Spesies	Jumlah
------	--------	-------	---------	--------

3.5.3 Indeks Pola Distribusi Jenis Echinoidea

Pola distribusi jenis Echinoidea ditentukan dengan menggunakan rumus Indeks Distribusi Morisita.

$$I_d = n \frac{\sum x^2 - \sum x}{(\sum x)^2 - \sum x}$$

Keeterangan:

I_d = indeks distribusi Morista

n = jumlah plot

x = jumlah total individu i dalam total n plot ($x_1+x_2+\dots+x_i$)

x^2 = total kuadrat jumlah individu i dalam plot ($x_1+x_2+\dots+x_i$)

dengan kriteria, jika:

$I_d = 1$, maka pola distribusi acak

$I_d < 1$, maka pola distribusi merata

$I_d > 1$, maka pola distribusi mengelompok (Jungjitvimol *et al.*, 2005).

3.5.4 Indeks Kelimpahan Relatif

Penentuan indeks kelimpahan relatif Echinoidea dengan menggunakan rumus indeks kelimpahan relatif.

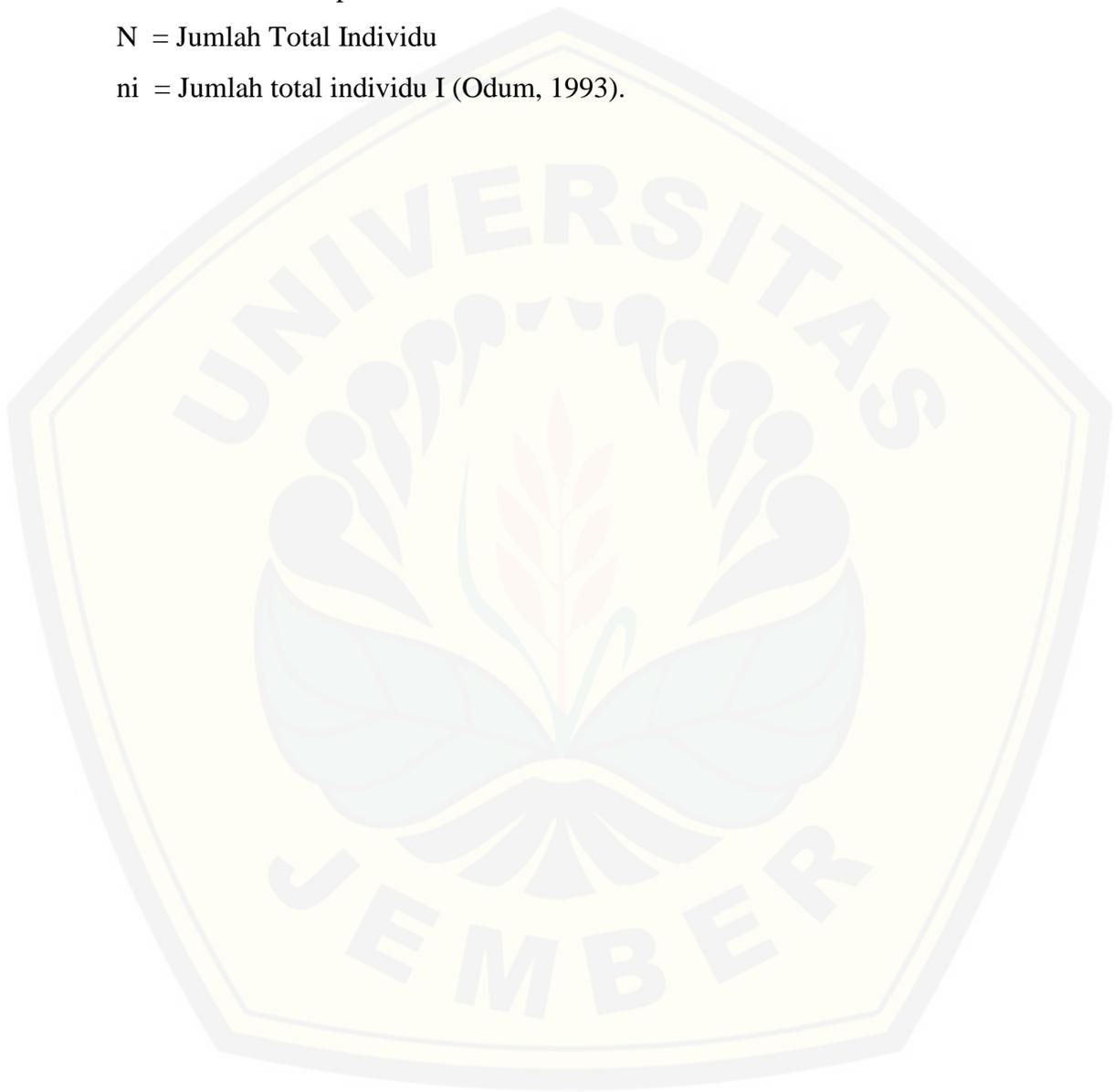
$$Di = \frac{ni}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

Di = Indeks Kelimpahan Relatif

N = Jumlah Total Individu

ni = Jumlah total individu I (Odum, 1993).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran, Kabupaten Situbondo dapat disimpulkan bahwa, komposisi jenis Echinoidea di Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran yang terdiri atas 4 ordo, 4 famili, 5 genus, dan 5 spesies yaitu, *Diadema setosum*, *Echinothrix calamaris*, *Echinometra mathaei*, *Tripneustes gratilla*, dan *Laganum laganum*. Pola distribusi jenis Echinoidea di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran ada dua yaitu pola distribusi mengelompok dan pola distribusi merata. Spesies yang memiliki pola distribusi mengelompok adalah *Diadema setosum*, *Echinometra mathaei*, dan *Laganum laganum*, sedangkan spesies Echinoidea yang memiliki pola distribusi merata adalah *Echinothrix calamaris* dan *Tripneustes gratilla*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, untuk penelitian yang lebih lanjut mengenai Echinoidea maka peneliti memberikan saran:

1. Penelitian mengenai pola distribusi sebaiknya yang diteliti satu spesies saja dan dibuat per stasiun.
2. Identifikasi sebaiknya tidak hanya dilakukan di P2O (Pusat Penelitian Oseanografi) LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) Jakarta, tetapi juga dilakukan di laboratorium Biologi FMIPA Universitas Jember.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifudin, I. K., S.H. Suseno, dan A.M. Jacob. 2014. Profil Asam Amino Gonad Bulu Babi. *Jurnal Pengelolaan Hasil Perikanan*. 17(1): 60-70.
- Aziz, A. 1994. Pengaruh Salinitas Terhadap Sebaran Fauna Echinodermata. *Jurnal Oseana*. 14(2): 23-32.
- Aziz, A. 1988. Pengaruh Tekanan Panas Terhadap Fauna Echinodermata. *Jurnal Oseana*. 13(3): 125-132.
- Aziz, A. 1993. Beberapa Catatan Tentang Perikanan Bulu babi. *Jurnal Oseana*. 18(2): 65-75.
- Aziz, A. 1994. Pengaruh Salinitas Terhadap Sebaran Fauna Echinodermata. *Jurnal Oseana*. 19(2): 23-32.
- Aziz, A. 1994. Tingkah Laku Bulu Babi di Padang Lamun. *Jurnal Oseana*. 14(4): 35-43.
- Aziz, A. 1995. Beberapa Catatan Tentang Bulu Babi Meliang. *Jurnal Oseana*. 20(4): 11-19.
- Balai Taman Nasional Baluran. 2007. *Profil Taman Nasional Baluran*. Banyuwangi: Balai Taman Nasional Baluran.
- Bookhout, T. A. 1996. *Research And Management Techniques For Wildlife And Habitas*. Maryland: The Wild Life Society.
- Brusca, R.C, dan Brusca G.J. 2003. *Invertebrates*. 2nd Edition. New York: Sinauer Associates.
- Campbell, N.A., J. B. Reece., L. A. Urry., M. L. Cain., S. A. Wasserman., P. V. Minorsky, dan R. B. Jackson. 2011. *Biology*. Edisi Sepuluh. Jakarta: Erlangga.
- Clark, A. M, dan F. W. E. Rowe. 1971. *Monograph of Shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms*. London: Trusteea of British Museum (Natural History).
- De Beer, M. 1990. Distribution Pattern of Regular Sea Urchin (Echinodermata: Echinoidea) across the Spermonde Shelf SW Sulawesi Indonesia. *Proceeding of the second European conference on Echinoderm*. 18-21 September 1989. De ridder, Dubois, Lahaye, and Jangoux: 165-170.

- Dobo, J. 2009. Tipologi Komunitas Lamun Kaitannya dengan Populasi Bulu Babi di Pulau Hatta, Kepulauan Banda, Maluku. *Tesis*. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Erlyta, A. 2015. Keanekaragaman Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Pantai Bama Taman Nasional Baluran. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Firmandana T. C., Suryanti., dan Ruswahyuni. 2014. Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) pada Ekosistem Karang dan Lamun di Perairan Pantai Sundak, Yogyakarta. *Jurnal Maquares*. 3(4): 41-50.
- Gani, L. A., N. Sirajudin, dan Z. Ahmad. 2013. Asosiasi dan Pola Sebaran Bulu Babi (*Echinoidea*) di Pantai Maregam Kota Tidore Kepulauan. *Jurnal Bioedukasi*. 2(1): 171-179.
- Google Earth. 2016. *Peta Tanjung Bilik*. <http://earth.google.com>. [Diakses tanggal 20 Januari 2016].
- Hickman, C. P., L. S. Roberts., S. L. Keen., A. Larson., H. I'anson, dan D. J. Eisenhour. 2008. *Integrated Principles of Zoology*. Edisi Empat. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Huda, M. A. I. 2016. Keanekaragaman Jenis Echinoidea di Zona Intertidal Pantai Jeding Taman Nasional Baluran. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
- Jeng, M. S. 1998. Shallow-water Echinoderms of Taiping Island in the South China Sea. *Jurnal Zoological Studies*. 37(2): 137-153.
- Jongjitvimol, T., B. Kamalporn., W. Wandae, dan D. Sureerat. 2005. Nest Despersion of a Stingless Bee Species, *Trigona Collina* Smith, 1857 (Apidae, Meliponinae) In a Mixed Deciduous Forest in Thailand. *The Natural History Journal of Chulalongkom University*. 5(2): 69-71.
- Khordi, dan K. M. Ghufron. 2010. *Ekosistem Terumbu Karang*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Lanning, T. H., D. S. Yusup, dan J. Wiranto. 2014. Sebaran Bulu Babi (*Echinoidea*) di Kawasan Padang Lamun Pantai Merta Segara, Sanur-Bali. *Jurnal Biologi*. 18(2): 41-45.
- Lawrence, J. M, dan Y. Agatsuma. 2001. The Ecology of Tripneustes. *Jurnal Biologi dan Ekologi*: 395-413.

- Moningkey R. D. 2011. Peran Bulu Babi Dalam Komunitas Rumput Laut di Perairan Pesisir Kema Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal*. 7(1): 73-78. .
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Biologis*. Jakarta: PT Gramedia.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Patria, M. P. 2002. Terumbu Karang dan Karang. <http://www.terangi.or.id/publication/pdf/terumbukarang.pdf#search=%22struktur%20komunitas%20echinodermata%22>. [Diakses pada 5 Oktober 2016].
- Purwandatama, R. W., A. Churun, dan Suryanti. 2014. Kelimpahan Bulu Babi (*Sea Urchin*) pada Karang *Massive* dan *Branching* di Daerah Rataan dan Tubir di Legon Boyo, Pulau Karimun Jawa, Taman Nasional Karimun Jawa. *Jurnal Maquares*. 3(1): 17-26.
- Puspitaningsih. 2012. *Mengenal Ekosistem Laut dan Pesisir*. Bogor: Pustaka Sains.
- Rumahlatu, D., A. Gofur, dan H. Sutomo. 2008. Hubungan Faktor Fisik-Kimia Lingkungan Dengan Keanekaragaman Echinodermata Pada Daerah Pasang Surut Pantai Kairatu. *Jurnal Biologi*. 37(1): 77-85.
- Rumahlatu, D. 2012. Respon Perilaku Bulu Babi (*Diadema setosum*) Terhadap Logam Berat Kadmium. *Jurnal Bumi Lestari*. 12(1): 47-51.
- Rusyana, A. 2011. *Zoologi Invertebrata (Teori dan Praktik)*. Bandung: Alfabeta.
- Setiawan, R. 2013. Piliha Habitat Ophiuroidea di Zona Intertidal Pantai Pancur Taman Nasional Alas Purwo. *Tesis*. Bogor: Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Schultz, dan A. G. Heinke. 2015. *Handbook of Zoologi*. Berlin: Heinke & Peter Schultz Scientific Publication.
- Supardi, dan H. Sugiarto. 1995. Beberapa Catatan Tentang Bulu Babi Marga *Diadema*. *Jurnal Biologi*. 10: 35-41.
- Suwignyo, S. 1989. *Avertebrata Air*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Yusron, E. 2009. Keanekaragaman Jenis Echinodermata di Perairan Teluk Kuta, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Makara*. 13(1): 45-49.

Zakaria, I. J. 2007. Kelimpahan dan Pola Persebaran Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Pantai Sumatera Barat. *Jurnal*. 17(1): 1-8.

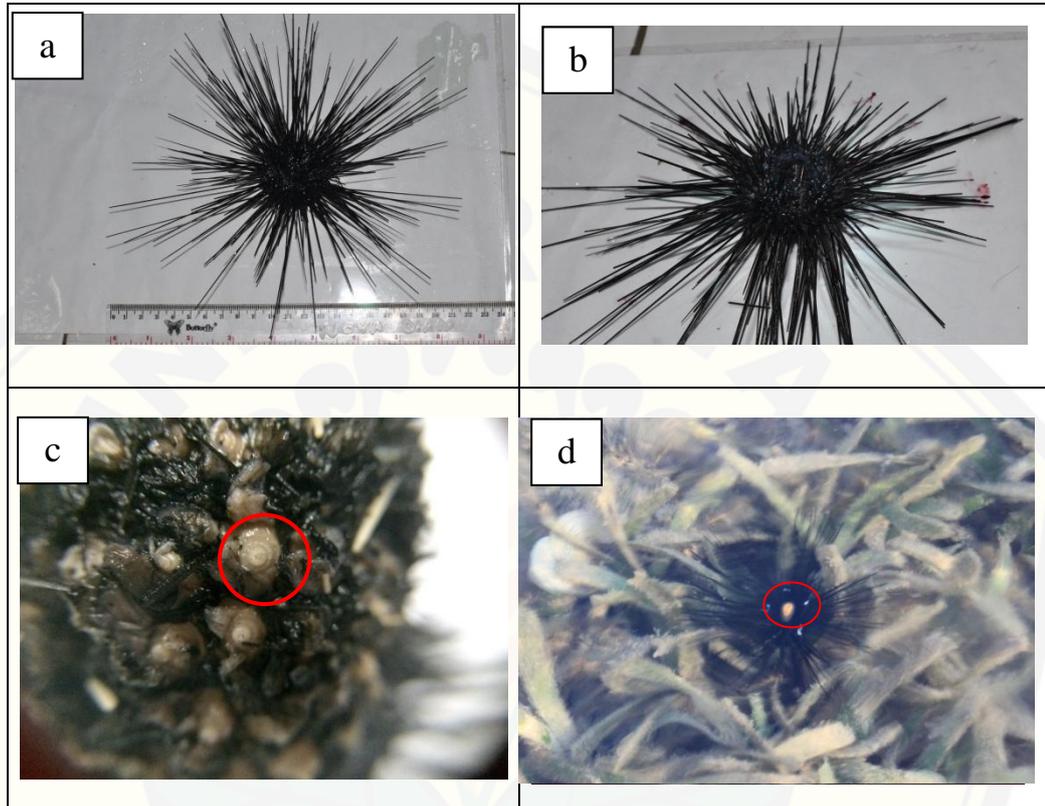


Lampiran A. Lokasi Titik Koordinat Plot Penelitian di Zona Intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran.



Lampiran B. Deskripsi dan Klasifikasi Jenis Echinoidea di Tanjung Bilik Berdasarkan Buku *Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific*

1. *Diadema setosum* (Leske, 1778)



Gambar 1 *Diadema setosum*: (a) Bagian aboral, (b) Bagian oral, (c) Tubercle crenulate, (d) Cincin warna merah pada anus.

Kelas : Echinoidea

Ordo : Diadematoida

Famili : Diadematidae

Genus : *Diadema*

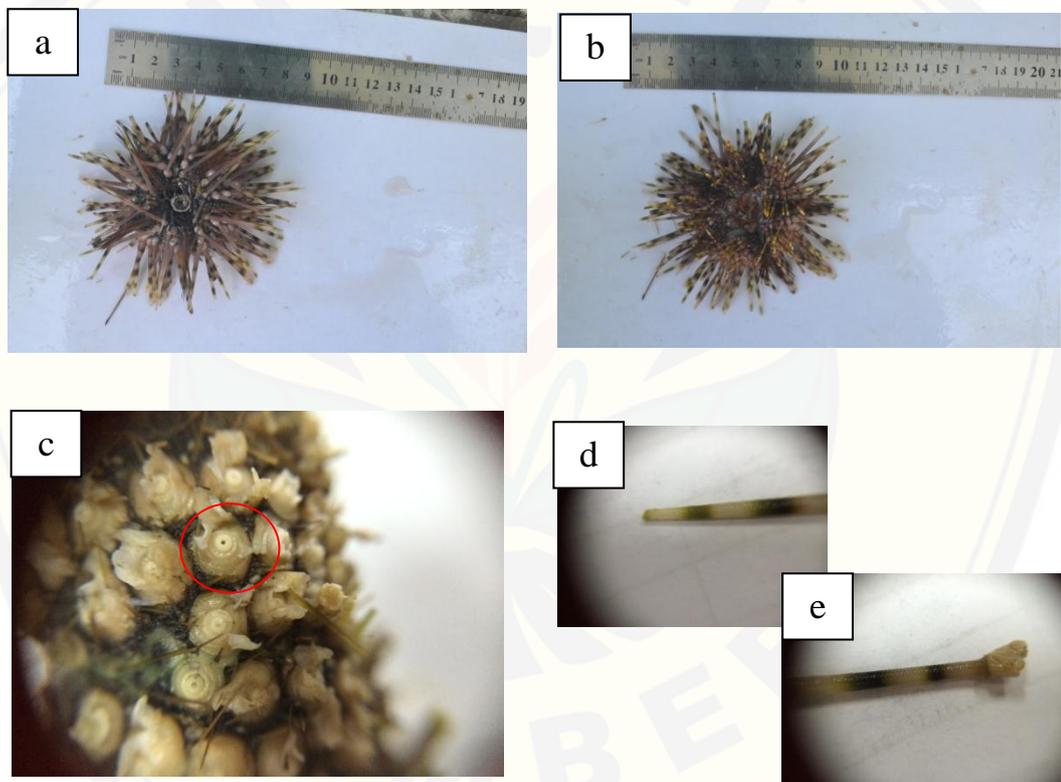
Spesies : *Diadema setosum* (Leske, 1778)

Deskripsi:

Diadema setosum merupakan spesies kedua yang paling banyak ditemukan di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran dengan total

jumlah spesies 216. Spesies ini banyak dijumpai pada daerah yang memiliki substrat karang, pasir berkarang, dan daerah lamun. Spesies ini memiliki ciri tubuh berbentuk *regular*, duri dan tubuh dari spesies ini memiliki warna hitam, duri mengelilingi tubuh dan ukurannya lebih panjang dari tubuhnya, duri tegak, berlubang, permukaan tajam, ujung runcing, dan rapuh. *Tubercle crenulate* (ada hiasan atau permukaan kasar). Ciri khas dari spesies ini adalah terapat cincin yang berwarna merah pada daerah anus.

2. *Echinothrix calamaris* (Pallas, 1774)



Gambar 2 *Echinothrix calamaris*: (a) Bagian aboral, (b) Bagian oral, (c) *Tubercle crenulate*, (d) Ujung duri (e) pangkal duri

Kelas : Echinoidea

Ordo : Diadematoida

Famili : Diadematidae

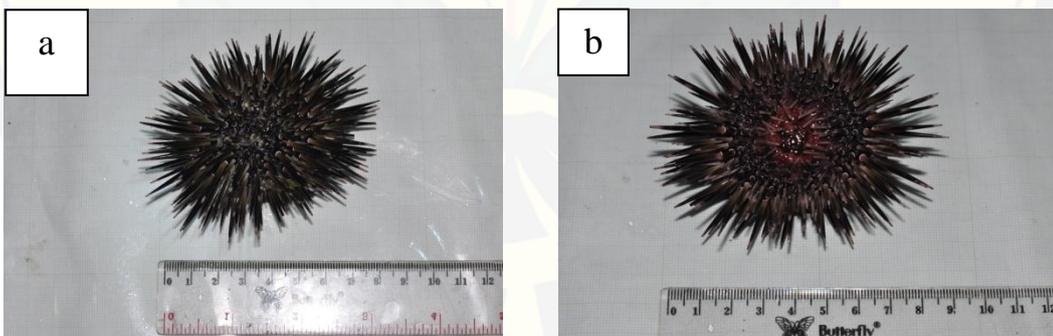
Genus : *Echinothrix*

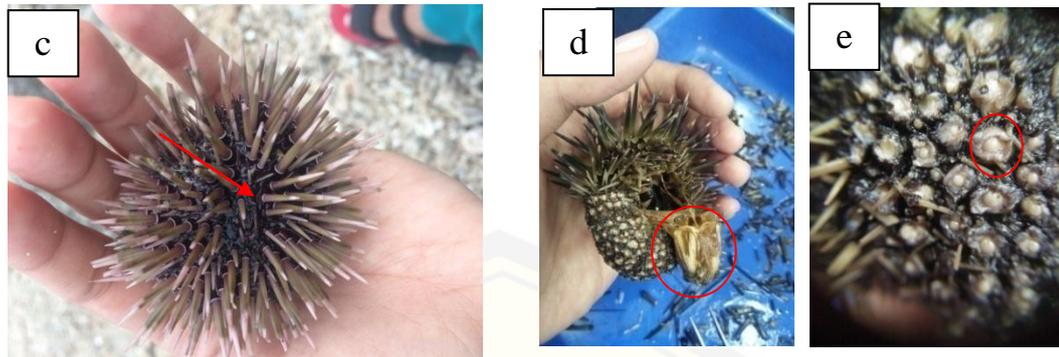
Spesies : *Echinothrix calamaris* (Pallas, 1774)

Deskripsi:

Spesies ini merupakan spesies yang paling sedikit ditemukan di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran, dengan total jumlah spesies 2 spesies. Spesies ini dijumpai pada daerah yang memiliki substrat karang. Spesies ini memiliki ciri tubuh berbentuk *regular*, duri terletak beraturan, duri pada bagian interambulakral: memiliki warna belang hijau putih, ukurannya sama panjang tubuhnya, duri tegak, tebal, berlubang, permukaan tajam, ujung tumpul, dan rapuh sedangkan duri pada daerah ambulakral halus dan rapuh. *Tubercle crenulate* (ada hiasan atau kasar), celah insang dangkal.

3. *Echinometra mathaei* (de Blainville, 1825)





Gambar 3 *Echinometra mathaei*: (a) Bagian aboral, (b) Bagian oral, (c) Cincin pada pangkal duri, (d) Piramida yang bers Ujung lentera *Aristoteles* yang membentuk piramida bersatu atau (e) *Tubercle perforate*

Kelas : Echinoidea

Ordo : Echinometroida

Famili : Echinometridae

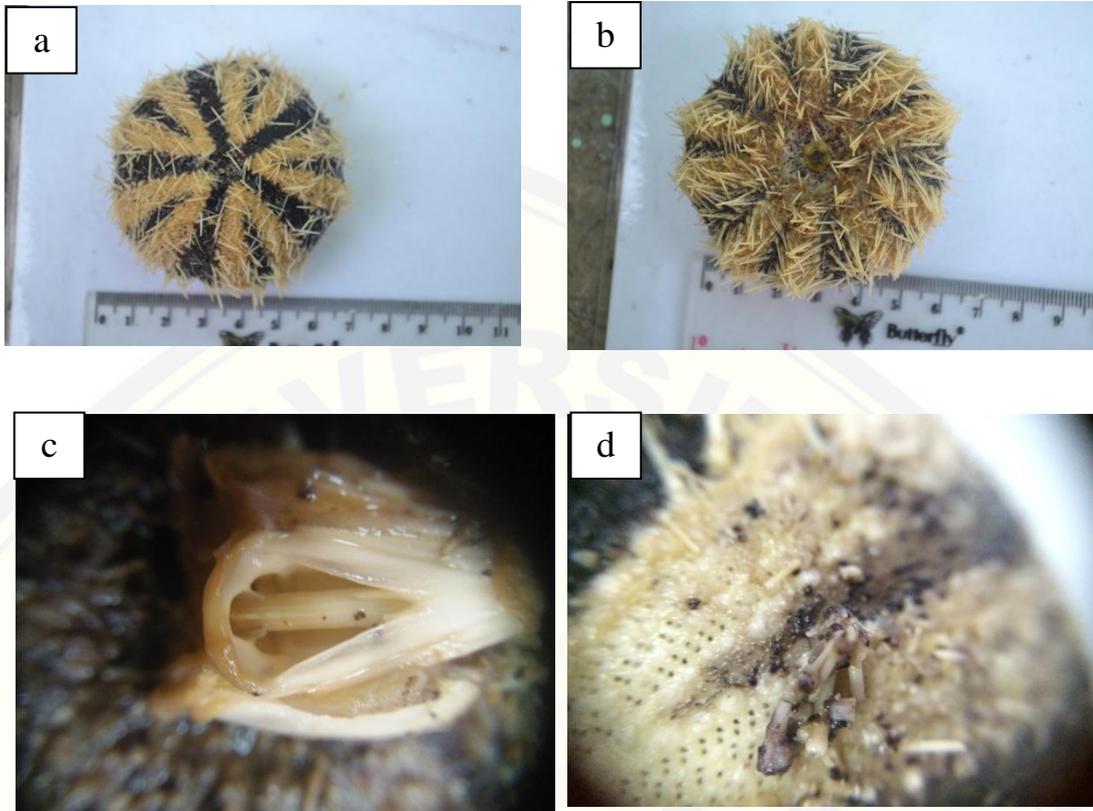
Genus : *Echinometra*

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

Deskripsi:

Spesies ini merupakan spesies yang paling banyak ditemukan di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran, dengan total jumlah spesies 231. Spesies ini banyak ditemukan pada daerah karang. Ciri-ciri spesies ini memiliki tubuh *regular*, warna tubuh bermacam-macam ada yang hijau, coklat, dan merah muda, panjang duri sama dengan tubuhnya, duri tegak, permukaan halus, solid, ujung tumpul, celah insang dangkal, *tubercle perforate* (tidak ada hiasan atau permukaan halus). Ujung *lentera Aristoteles* membentuk piramida yang bersatu. Ciri khas dari spesies ini adalah terdapat cincin pada pangkal duri.

4. *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758)



Gambar 4 *Tripneustes gratilla*: (a) Bagian *aboral*, (b) Bagian *oral*, (c) Ujung *lentera Aristoteles* yang membentuk piramida bersatu, (d) Pori-pori *test* yang berpasangan

Kelas : Echinoidea

Ordo : Tomnopleutoida

Famili : Toxopneustidae

Genus : *Tripneustes*

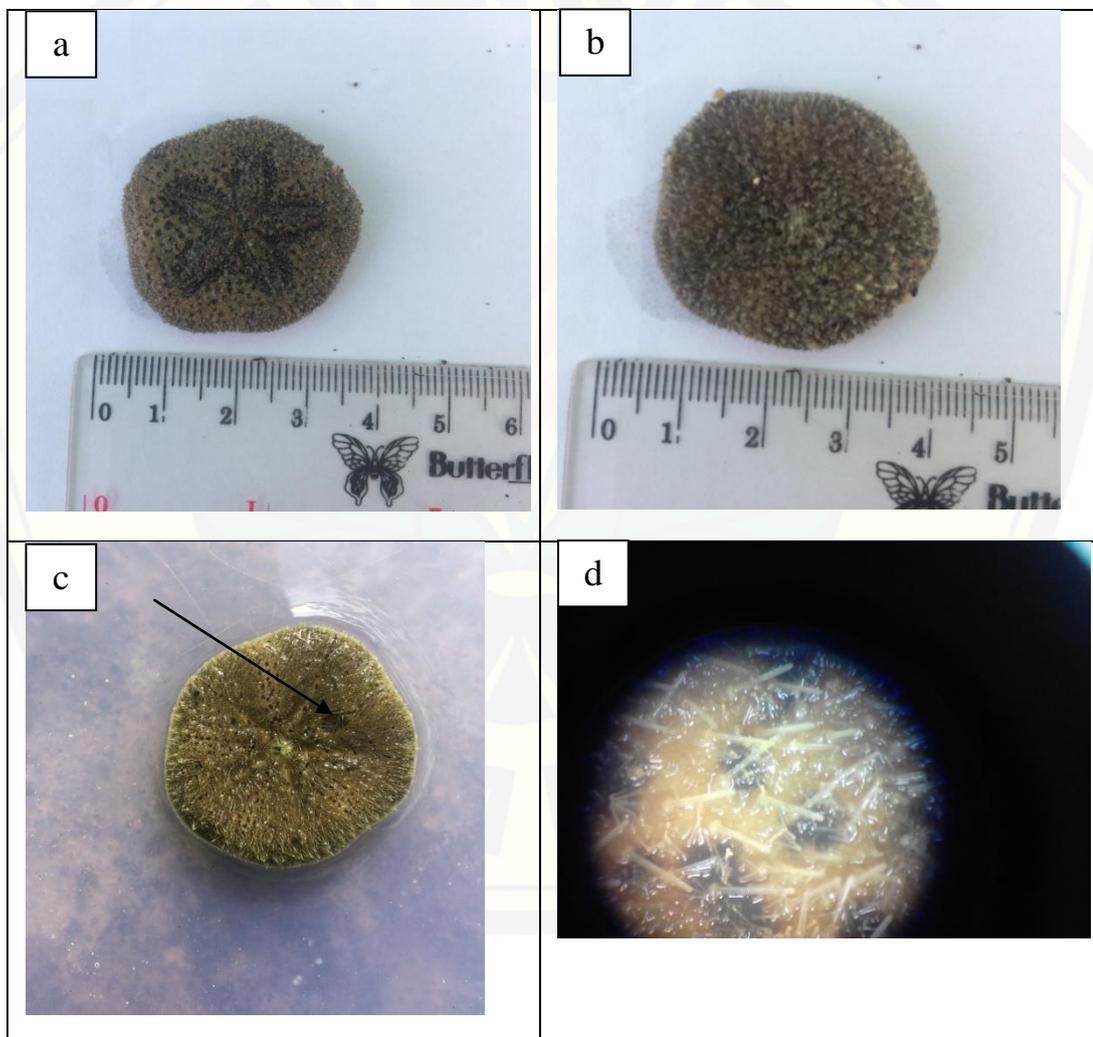
Spesies : *Tripneustes gratilla* (Linnaeus, 1758)

Deskripsi:

Tripneustes gratilla ditemukan berjumlah 9, spesies ini ditemukan di area padang lamun, yang terletak pada area tengah zona intertidal. Spesies ini merupakan spesies yang memiliki variasi warna yang beragam pada *test*, kaki

tabung dan durinya. Spesies yang ditemukan di zona intertidal Tanjung Bilik Taman Nasional Baluran memiliki dua warna yaitu hitam-putih dan ungu tua-oranye. Ciri-ciri spesies ini memiliki bentuk tubuh *regular*, warna tubuh hitam-putih dan ungu tua-oranye, duri lebih kecil daripada tubuhnya memiliki pori-pori *test* yang berpasangan, *tubercle perforate* (tidak ada hiasan atau permukaan halus) celah insang tajam dan dalam. Ujung *lentera Aristoteles* membentuk piramida yang bersatu.

5. *Laganum laganum* (Leske, 1778)



Gambar 5 *Laganum laganum*: (a) Bagian *aboral*, (b) Bagian *oral*, (c) *periproct* (d) Bentuk mahkota pada ujung duri.

Kelas : Echinoidea

Ordo : Clypeasteroidea

Famili : laganidae

Genus : *Laganum*

Spesies : *Laganum laganum* (Leske 1778)

Deskripsi:

Laganum laganum ditemukan berjumlah 32 individu, spesies ini hidup dengan cara membenamkan diri di pasir. Spesies ini memiliki bentuk tubuh *irregular*, anus terdapat di bagian *oral*, memiliki lima petal di bagian *aboral*, petal memiliki bentuk yang beragam, ujung duri berbentuk mahkota.

Lampiran C. Hasil Identifikasi Jenis Echinoidea di Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI Jakarta



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES
PUSAT PENELITIAN OSEANOGRAFI
RESEARCH CENTRE FOR OCEANOGRAPHY

Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta 14430, PO. Box : 4801/JKTF Jakarta 11048

Telepon : (021) 64713850, Fax. : (021) 64711948

Homepage : <http://www.oseanografi.lipi.go.id>, E-mail : humas@oseanografi.lipi.go.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : B-1654/IPK.2/IF/VI/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Dirhamsyah. MA.
NIP : 196112211981031001
Jabatan : Kepala Pusat Penelitian Oseanografi LIPI
Alamat : Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta Utara

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Rahayu Nirma A.
NIM : 121810401010
P. Tinggi : Universitas Jember

Telah selesai melakukan Kegiatan Identifikasi Bulu Babi dengan dibantu oleh staf peneliti kami Sdr. Indra Bayu Vimono. S.Si., M.App.Sc.. dengan hasil sebagai berikut :

No.	Jenis
1.	<i>Diadema setosum</i> (Leske, 1778)
2.	<i>Echinothrix calamaris</i> (Pallas, 1774)
3.	<i>Echinometra mathaei</i> (de Blainville, 1825)
4.	<i>Tripneustes gratilla</i> (Linnaeus, 1758)
5.	<i>Laganum laganum</i> (Leske, 1778)

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya, atas perhatian dan kerjasamanya saudara kami ucapkan terima kasih.

Jakarta, 23 Juni 2016



Kepala Pusat Penelitian Oseanografi LIPI

Dr. Dirhamsyah. MA.

Lampiran D. Analisis Varians Keterkaitan antara Substrat dan Jumlah Jenis Echinoidea.

```
GET  
FILE='C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav'.  
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.  
UNIANOVA  
  Diadema_setosum BY Substrat  
  /METHOD = SSTYPE(3)  
  /INTERCEPT = INCLUDE  
  /CRITERIA = ALPHA(.05)  
  /DESIGN = Substrat .
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Substrat	1	Pasir	6
	2	Karang_mati	57
	3	Lamun	15
	4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Diadema_setosum

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	54.385(a)	3	18.128	.578	.631
Intercept	114.304	1	114.304	3.642	.060
Substrat	54.385	3	18.128	.578	.631
Error	2479.495	79	31.386		
Total	3096.000	83			
Corrected Total	2533.880	82			

a. R Squared = .021 (Adjusted R Squared = -.016)

UNIANOVA

```
Echinometra_mathaei BY Substrat
/METHOD = SSTYPE(3)
/INTERCEPT = INCLUDE
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/DESIGN = Substrat .
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\ATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15

4	pasir_berkarang	5
---	-----------------	---

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Echinometra_mathaei

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	219.023(a)	3	73.008	5.267	.002
Intercept	51.325	1	51.325	3.703	.058
Substrat	219.023	3	73.008	5.267	.002
Error	1095.074	79	13.862		
Total	1957.000	83			
Corrected Total	1314.096	82			

a R Squared = .167 (Adjusted R Squared = .135)

```
UNIANOVA
  Echinometra_mathaei BY Substrat
  /METHOD = SSTYPE(3)
  /INTERCEPT = INCLUDE
  /POSTHOC = Substrat ( LSD )
  /CRITERIA = ALPHA(.05)
  /DESIGN = Substrat .
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15
4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Echinometra_mathaei

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	219.023(a)	3	73.008	5.267	.002
Intercept	51.325	1	51.325	3.703	.058
Substrat	219.023	3	73.008	5.267	.002
Error	1095.074	79	13.862		
Total	1957.000	83			
Corrected Total	1314.096	82			

a. R Squared = .167 (Adjusted R Squared = .135)

**Post Hoc Tests
Substrat**

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Echinometra_mathaei

LSD

(I) Substrat	(J) Substrat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
pasir	Karang_mati	-3.8772(*)	1.59796	.018	-7.0578	-.6965
	Lamun	-.5333	1.79844	.768	-4.1130	3.0464
	pasir_berkarang	-.4000	2.25447	.860	-4.8874	4.0874
Karang_mati	Pasir	3.8772(*)	1.59796	.018	.6965	7.0578
	Lamun	3.3439(*)	1.08042	.003	1.1933	5.4944
	pasir_berkarang	3.4772(*)	1.73653	.049	.0207	6.9337
Lamun	Pasir	.5333	1.79844	.768	-3.0464	4.1130
	Karang_mati	-3.3439(*)	1.08042	.003	-5.4944	-1.1933
	pasir_berkarang	.1333	1.92262	.945	-3.6935	3.9602
pasir_berkarang	Pasir	.4000	2.25447	.860	-4.0874	4.8874
	Karang_mati	-3.4772(*)	1.73653	.049	-6.9337	-.0207
	Lamun	-.1333	1.92262	.945	-3.9602	3.6935

Based on observed means.

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

UNIANOVA

```

Tripneustes_gratilla  BY Substrat
/METHOD = SSTYPE(3)
/INTERCEPT = INCLUDE
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/DESIGN = Substrat .
    
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15
4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tripneustes_gratilla

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.424(a)	3	1.475	32.361	.000
Intercept	.798	1	.798	17.521	.000
Substrat	4.424	3	1.475	32.361	.000
Error	3.600	79	.046		
Total	9.000	83			
Corrected Total	8.024	82			

a. R Squared = .551 (Adjusted R Squared = .534)

```

Tripneustes_gratilla  BY Substrat
/METHOD = SSTYPE(3)
/INTERCEPT = INCLUDE
/POSTHOC = Substrat ( LSD )
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/DESIGN = Substrat .
    
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav
Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15
4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tripneustes_gratilla

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.424(a)	3	1.475	32.361	.000
Intercept	.798	1	.798	17.521	.000
Substrat	4.424	3	1.475	32.361	.000

Error	3.600	79	.046		
Total	9.000	83			
Corrected Total	8.024	82			

a R Squared = .551 (Adjusted R Squared = .534)

Post Hoc Tests Substrat

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Tripneustes_gratilla
LSD

(I) Substrat	(J) Substrat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
pasir	Karang_mati	.0000	.09162	1.000	-.1824	.1824
	Lamun	-.6000(*)	.10312	.000	-.8052	-.3948
	pasir_berkarang	.0000	.12926	1.000	-.2573	.2573
Karang_mati	Pasir	.0000	.09162	1.000	-.1824	.1824
	Lamun	-.6000(*)	.06195	.000	-.7233	-.4767
	pasir_berkarang	.0000	.09957	1.000	-.1982	.1982
Lamun	Pasir	.6000(*)	.10312	.000	.3948	.8052
	Karang_mati	.6000(*)	.06195	.000	.4767	.7233
	pasir_berkarang	.6000(*)	.11024	.000	.3806	.8194
pasir_berkarang	Pasir	.0000	.12926	1.000	-.2573	.2573
	Karang_mati	.0000	.09957	1.000	-.1982	.1982
	Lamun	-.6000(*)	.11024	.000	-.8194	-.3806

Based on observed means.

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

UNIANOVA

```
Laganum_laganum BY Substrat
/METHOD = SSTYPE(3)
/INTERCEPT = INCLUDE
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/DESIGN = Substrat .
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15
4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Laganum_laganum

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
--------	-------------------------	----	-------------	---	------

Corrected Model	158.329(a)	3	52.776	142.137	.000
Intercept	63.087	1	63.087	169.904	.000
Substrat	158.329	3	52.776	142.137	.000
Error	29.333	79	.371		
Total	200.000	83			
Corrected Total	187.663	82			

a. R Squared = .844 (Adjusted R Squared = .838)

UNIANOVA

```
Laganum_laganum BY Substrat
/METHOD = SSTYPE(3)
/INTERCEPT = INCLUDE
/POSTHOC = Substrat ( LSD )
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/DESIGN = Substrat .
```

Univariate Analysis of Variance

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\ATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15
4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Laganum_laganum

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	158.329(a)	3	52.776	142.137	.000
Intercept	63.087	1	63.087	169.904	.000
Substrat	158.329	3	52.776	142.137	.000
Error	29.333	79	.371		
Total	200.000	83			
Corrected Total	187.663	82			

a. R Squared = .844 (Adjusted R Squared = .838)

Post Hoc Tests

Substrat

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Laganum_laganum

LSD

(I) Substrat	(J) Substrat	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
pasir	Karang_mati	5.3333(*)	.26153	.000	4.8128	5.8539
	Lamun	5.3333(*)	.29434	.000	4.7475	5.9192

Karang_mati	pasir_berkarang	5.3333(*)	.36898	.000	4.5989	6.0678
	Pasir	-5.3333(*)	.26153	.000	-5.8539	-4.8128
	Lamun	.0000	.17683	1.000	-.3520	.3520
Lamun	pasir_berkarang	.0000	.28421	1.000	-.5657	.5657
	Pasir	-5.3333(*)	.29434	.000	-5.9192	-4.7475
	Karang_mati	.0000	.17683	1.000	-.3520	.3520
pasir_berkarang	pasir_berkarang	.0000	.31467	1.000	-.6263	.6263
	Pasir	-5.3333(*)	.36898	.000	-6.0678	-4.5989
	Karang_mati	.0000	.28421	1.000	-.5657	.5657
	Lamun	.0000	.31467	1.000	-.6263	.6263

Based on observed means.

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

UNIANOVA

```
Echinothrix_calamaris  BY Substrat
/METHOD = SSTYPE(3)
/INTERCEPT = INCLUDE
/CRITERIA = ALPHA(.05)
/DESIGN = Substrat .
```

[DataSet1] C:\Program Files (x86)\SPSS Evaluation\DATALAGANUM.sav

Between-Subjects Factors

	Value Label	N
Substrat 1	Pasir	6
2	Karang_mati	57
3	Lamun	15
4	pasir_berkarang	5

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Echinothrix_calamaris

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.022(a)	3	.007	.300	.825
Intercept	.003	1	.003	.112	.739
Substrat	.022	3	.007	.300	.825
Error	1.930	79	.024		
Total	2.000	83			
Corrected Total	1.952	82			

a. R Squared = .011 (Adjusted R Squared = -.026)